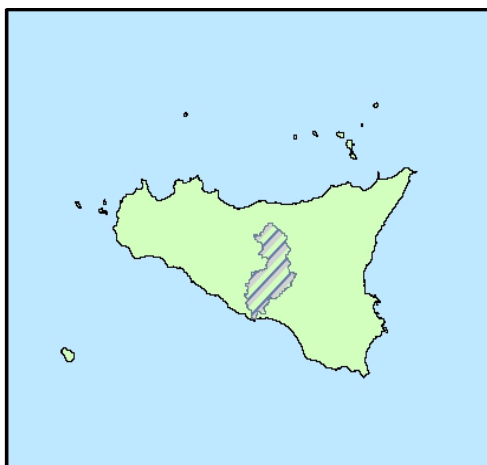




UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CATANIA – FACOLTÀ DI  
DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE E AMBIENTALE  
sezione di INGEGNERIA CIVILE E AMBIENTALE

*CONVENZIONE DEL 03/05/2006 CON L'UNIVERSITA' DEGLI STUDI DELLA CALABRIA*

***Piano di Azione Locale sulla lotta contro  
la desertificazione in Sicilia  
- Area di studio: bacino Imera meridionale -***



*Relazione finale*

Il responsabile scientifico del progetto  
(Prof. Ing. Giuseppe Rossi)

(Dott. Agr. Ignazio Alba)

(Dott. Ing. Leila Castiglione)

Catania, Novembre 2008

Il testo del presente rapporto comprende sia la relazione finale redatta dal Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale (DICA) dell'Università degli Studi di Catania e trasmessa al Dipartimento di Ecologia dell'Università della Calabria nel luglio 2007, che l'integrazione richiesta dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare con Nota del 7 novembre 2008 e trasmessa dal DICA nel novembre 2008.

## INDICE

1. PREMESSE .....	4
2. ANALISI DI PRECEDENTI INDAGINI SUL RISCHIO DI DESERTIFICAZIONE IN SICILIA .....	5
3. DESCRIZIONE DEL CASO DI STUDIO .....	14
3.1 Il bacino dell’Imera meridionale.....	14
3.1.1 Caratteristiche geografiche e morfologiche .....	14
3.1.2 Caratteristiche idrografiche e idrologiche .....	15
3.1.3 Caratteristiche geolitologiche .....	17
3.1.4 Acclività dei versanti .....	20
3.1.5 Uso del suolo.....	21
3.1.6 Aspetti climatici .....	22
3.1.7 Stato qualitativo delle acque del fiume Imera meridionale.....	24
3.1.8 Sistema di approvvigionamento idrico attuale e previsto .....	26
3.2. Vulnerabilità alla siccità e alla desertificazione del bacino dell’Imera meridionale .....	27
3.3. Il territorio del Comune di Licata .....	28
3.3.1 Generalità.....	28
3.3.2 Caratteristiche climatiche.....	29
3.3.3 Risorse idriche.....	30
3.3.4 Attività produttive .....	33
3.3.5 Aspetti demografici.....	36
4. ANALISI DELLA VULNERABILITA’ ALLA SICCAITA’ E ALLA DESERTIFICAZIONE DEL TERRITORIO DI LICATA .....	37
4.1 Fattori predisponenti la siccità e la desertificazione .....	37
4.2 Percezione pubblica del rischio di siccità e desertificazione .....	38
4.3. SWOT Analysis .....	39
5. PROPOSTE DI MISURE DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO DI DESERTIFICAZIONE ....	40
5.1 Misure proposte.....	40
5.2 Incremento delle fonti di approvvigionamento idrico.....	41
5.2.1 Utilizzazione efficace delle risorse idriche superficiali dell’Imera meridionale .....	41
5.2.2 Incremento delle tecniche di raccolta di acqua piovana .....	43
5.2.3 Possibilità di impiego di risorse non convenzionali (acque reflue e dissalate).....	47
5.3 Tecniche di utilizzo di acque salmastre per fini irrigui.....	48
5.4 Miglioramento e diffusione delle misure di mitigazione già utilizzate in loco .....	51
5.5 Coinvolgimento di enti e stakeholders per l’attuazione delle misure di mitigazione .....	53
5.6 Individuazione delle fonti di finanziamento disponibili .....	54
6. CONCLUSIONI.....	56
BIBLIOGRAFIA .....	57
ELENCO FIGURE .....	59
ELENCO TABELLE .....	60

## 1. PREMESSE

La desertificazione rappresenta un processo permanente ed in qualche modo irreversibile di distruzione del potenziale biologico del suolo che si manifesta con una progressiva riduzione della capacità produttiva del terreno. Essa risulta fortemente legata a cause di natura antropica. Anche se le aree più drammaticamente colpite sono le regioni africane, la desertificazione influenza negativamente numerose zone di altri Paesi nel mondo, anche caratterizzate da clima temperato come nel Mediterraneo e nell'Europa occidentale.

Tuttavia, data la portata del fenomeno, le Nazioni Unite hanno avviato un processo di sensibilizzazione dell'opinione pubblica mondiale al fine di far conoscere sempre più i problemi di desertificazione del pianeta. In tale ambito il documento di base fondamentale è rappresentato dalla Convenzione delle Nazioni Unite per la Lotta alla Siccità e/o alla Desertificazione (UNCCD) stipulata a Parigi nel 1994.

In particolare, all'interno dell'UNCCD, l'Italia ed i Paesi del Nord del Mediterraneo, che condividono problematiche comuni, sia per caratteristiche climatiche che per un uso talvolta poco sostenibile delle risorse ambientali, costituiscono un gruppo regionale (Annesso IV) nato con lo scopo di individuare ed attuare strategie comuni di lotta alla desertificazione nell'ambito delle politiche dell'Unione Europea e di coordinare le diverse iniziative all'interno di un Programma di Azione Regionale (RAP).

La ratifica della Convenzione delle Nazioni Unite per la Lotta alla Siccità e/o alla Desertificazione (UNCCD), avvenuta in Italia con la Legge 170 del 4 giugno 1997, ha portato nel settembre 1997 all'istituzione del Comitato Nazionale per la Lotta alla Siccità ed alla Desertificazione (CNLSD) che ha come obiettivo prioritario la predisposizione e la promozione dell'attuazione di un Piano di Azione Nazionale (PAN). Centrato sui quattro settori d'intervento individuati dalla Delibera CIPE 229/1999 (protezione del suolo, gestione sostenibile delle risorse idriche, riduzione degli impatti delle attività produttive e riequilibrio del territorio), il PAN si inserisce in un quadro di pianificazione strategica per uno sviluppo sostenibile. Esso vuole essere uno strumento che, a seguito di uno studio sullo stato dell'ambiente nelle zone colpite da desertificazione, analizzi le cause e le conseguenze del fenomeno e determini gli ambiti di azione prioritari, anche attraverso un processo di consultazione degli enti di governo locale e delle organizzazioni non governative con competenze nel settore.

Nell'ambito delle attività del CNLSD per l'anno 2005 e in particolare dell'Accordo di Programma 2005 tra il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio (MATT), il CNLSD e l'Università degli Studi della Calabria (UNICAL), è stato costituito un gruppo di lavoro che ha lo scopo di coordinare le attività per la redazione dei Piani di Azione Locale (PAL) in cinque Regioni italiane.

Con riferimento al citato Accordo di Programma, l'Università degli Studi della Calabria con Convenzione del 03 maggio 2006 ha affidato al Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale dell'Università degli Studi di Catania (DICA) lo sviluppo delle ricerche rivolte alla definizione di un Piano di Azione Locale per la Regione Sicilia, attraverso l'individuazione di un'area di intervento particolarmente esposta a fenomeni di siccità e desertificazione.

Nel presente rapporto vengono presentate le attività svolte dal DICA per la redazione del Piano di Azione Locale in Sicilia la cui area oggetto di studio è stata identificata nel bacino dell'Imera meridionale e, in particolare, nella porzione valliva del bacino che corrisponde essenzialmente con il territorio del Comune di Licata.

Il complesso delle ricerche svolte nel corso dell'esecuzione della Convenzione sopra richiamata riguarda essenzialmente:

- la raccolta e l'analisi della documentazione esistente sul tema del rischio di siccità e desertificazione in Sicilia (capitolo 2),

- la descrizione dell'area di studio individuata (bacino del fiume Imera meridionale in generale e territorio di Licata in particolare) con l'analisi della vulnerabilità a siccità e desertificazione del bacino (capitolo 3),
- l'analisi critica della situazione attuale nel territorio di Licata in termini di vulnerabilità alla desertificazione (capitolo 4),
- l'analisi e la proposta delle misure di lotta e mitigazione della desertificazione più adatte al territorio d'intervento con la definizione delle competenze istituzionali e l'individuazione degli attori locali con cui concertare l'attuazione di tali misure (capitolo 5).

Le ricerche condotte a cura del DICA dell'Università degli Studi di Catania sono state coordinate dal prof. ing. Giuseppe Rossi ed eseguite dal dott. agr. Ignazio Alba e dal dott. ing. Leila Castiglione.

## **2. ANALISI DI PRECEDENTI INDAGINI SUL RISCHIO DI DESERTIFICAZIONE IN SICILIA**

Come messo in evidenza da numerosi studi, la desertificazione interessa principalmente le zone aride, semi-aride e sub-umide secche del globo. All'interno del territorio nazionale, essa si concentra maggiormente nelle aree del Sud, dove la riduzione di disponibilità idrica ed i processi di erosione e salinizzazione del suolo già in atto ne rappresentano le principali azioni scatenanti. Naturalmente, poiché la desertificazione può essere legata anche alle attività economiche presenti nell'area, nonché ad un uso improprio del territorio, anche altre regioni italiane con situazioni climatiche differenti da quelle del Sud Italia si trovano a dover fronteggiare il fenomeno della desertificazione. Nondimeno, nell'Italia meridionale il problema appare più rilevante con una superficie significativa attualmente o potenzialmente interessata a vari livelli da forme di degrado del suolo e di carenza idrica.

Al fine di individuare una o più aree del territorio regionale particolarmente predisposte al rischio di siccità e desertificazione, è stata eseguita una fase di raccolta delle informazioni esistenti sulle aree della Sicilia vulnerabili a tali fenomeni individuate in precedenti studi eseguiti da vari enti ed è stata poi avviata un'analisi dettagliata ed un confronto accurato del materiale informativo a disposizione.

Il primo studio esaminato in questa fase è stato quello della Carta nazionale delle aree sensibili alla desertificazione, predisposta in scala 1:250.000 dal Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale (SIMN) del Dipartimento per i Servizi Tecnici Nazionali (DSTN, 1999), che si è rivelato particolarmente utile per l'acquisizione di una visione generale della situazione italiana, pur se non molto aggiornata. Basata sull'elaborazione di dati climatici e pedologici del trentennio 1961-1990 e demografici del periodo 1981-1991, tale Carta è stata sviluppata a partire dalle quattro carte dell'indice di aridità, del pedoclima, dell'uso del suolo e della variazione demografica. In particolare, dai risultati delle analisi rappresentati nella Carta riportata in Figura 1, le regioni italiane interessate dal fenomeno della desertificazione risultano essere la Puglia, la Basilicata, la Calabria, la Sardegna e la Sicilia, per una superficie totale di 16.500 km<sup>2</sup>, pari al 5,5% del territorio nazionale. Considerando con maggior dettaglio il territorio siciliano, le aree mediamente sensibili coprono quasi per intero la parte meridionale dell'isola e la zona a nord-ovest, con delle emergenze localizzate nel trapanese, nell'area fra Gela e Licata e nel siracusano. In particolare, i comuni della Sicilia nel territorio dei quali sono state individuate aree vulnerabili alla desertificazione sono riportati in Tabella I.



**Figura 1** Carta delle aree sensibili alla desertificazione (DSTN, 1999)

**Tabella I** Comuni della Sicilia vulnerabili alla desertificazione (DSTN, 1999)

<b>Provincia di Palermo</b>	Palermo Misilmeri Cefalà Diana Trabia Balestrate Villafrati S. Cristina Gela Ventimiglia di Sicilia	Bagheria Villabate Cinisi Ficarazzi Montelepre Torretta Baucina Belmonte Mezzagno	Partinico Capaci Casteldaccia Marineo San Cipirello Mezzojuso Giardinello Piana degli Albanesi	Monreale Terrasini Santa Flavia Borgetto Altavilla Milicia Trappeto Ustica Isola delle Femmine	Carini S. Giuseppe Jato Altofonte Bolognetta Godrano
<b>Provincia di Trapani</b>	Marsala Valderice Mazara del Vallo	Trapani Pantelleria	S. Vito Lo Capo Petrosino	Paceco Favignana	Erice Custonaci
<b>Provincia di Siracusa</b>	Siracusa Pachino Melilli	Augusta Floridia Buccheri	Avola Carlentini Sortino	Noto Francofonte Ferla	Rosolini Priolo Gargallo Solarino

	Portopalo di Capo Passero	Canicattini Bagni	Palazzolo Acreide	Buscemi	Cassaro
<b>Provincia di Ragusa</b>	Ragusa Santa Croce Camerina	Vittoria Ispica	Modica Giarratana	Comiso Acate	Scicli Pozzallo
<b>Provincia di Caltanissetta</b>	Gela Riesi Delia Bompensiere	Caltanissetta Mussomeli Campofranco	Niscemi Sommatino Milena	San Cataldo Serradifalco Sutera	Mazzerino Butera Montedoro
<b>Provincia di Catania</b>	Caltagirone Militello in Val Catania	Grammichele S. Michele Ganzaria	Mineo Mirabella Imbaccari	San Cono Licodia Eubea	Vizzini
<b>Provincia di Enna</b>	Piazza Armerina	Barrafranca	Pietraperzia		
<b>Provincia di Agrigento</b>	Agrigento Porto Empedocle Aragona Palma di Montechiaro	Licata Ravanusa Grotte Campobello di Licata	Canicattì Montallegro Camastra Lampedusa e Linosa	Favara Racalmuto Siciliana Joppolo Giancaxio	Castrofilippo Naro Realmonte Comitini

Tuttavia, i risultati evidenziati dalla Carta, nonché quelli riportati in Tabella I non possono essere considerati definitivi e propriamente rispondenti alla situazione attuale, sia per la tipologia dei dati utilizzati, che per la natura del problema della desertificazione che si presenta come un fenomeno in continua evoluzione. A tal proposito, è stato recentemente pubblicato uno studio realizzato dall'UCEA (Ufficio Centrale di Ecologia Agraria) (Salvati et al., 2005) nell'ambito delle attività di ricerca relative al monitoraggio permanente della siccità in agricoltura ed alla stima del rischio di desertificazione in Italia nell'ottica del cambiamento climatico. Facendo riferimento a modelli interpretativi e metodologie relativamente consolidate, tale studio si occupa della valutazione del rischio di desertificazione in Italia e fornisce un geo-database facilmente accessibile da parte dei potenziali fruitori. In pratica, il prodotto finale fornito dall'UCEA si configura come una sorta di banca dati geografica che permette di visualizzare le mappe digitali prodotte seguendo i diversi modelli concettuali del rischio di desertificazione adottati e di interrogarle opportunamente a mezzo di funzioni specifiche. In particolare, tre sono le metodologie prese in considerazione per l'elaborazione di diversi strati tematici relativi al rischio di desertificazione: il modello CNLD, il modello ESA e l'approccio UCEA.

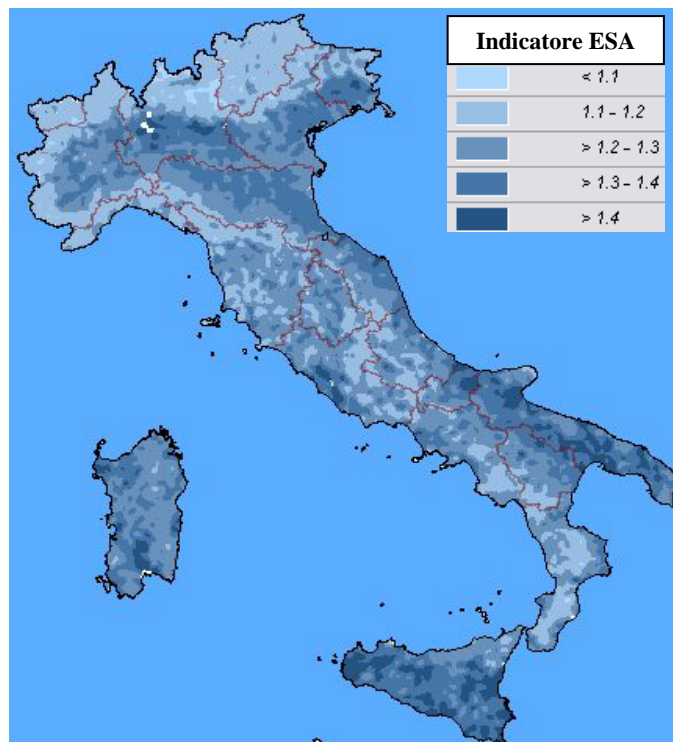
Seguendo la metodologia originaria, che ha condotto all'elaborazione della già citata Carta nazionale delle aree sensibili alla desertificazione in seno alle attività del CNLSD, il modello CNLD è stato applicato con l'integrazione di ulteriori dati meteorologici (che hanno portato al calcolo dell'indice di aridità per le serie 1951-1980, 1961-1990 e 1971-2000), dati sulla vegetazione (mappe Corine Land Cover 2000 e Lacoast 1975) e dati demografici (relativamente ai periodi 1971-1981 e 1991-2001). La nuova Carta delle aree sensibili alla desertificazione ottenuta (Figura 2) relativa agli anni 1971-2000 evidenzia l'estendersi delle aree sensibili, essenzialmente concentrate nel Meridione, soprattutto a causa del peggioramento delle condizioni climatiche espresse dall'indice di aridità ottenuto.

In particolare, sulla base dei dati forniti dal suddetto studio (Salvati et al., 2005), risulterebbe che quasi l'intera Sicilia sia interessata dal rischio di desertificazione, infatti, lo studio indica un'area sensibile alla desertificazione pari al 94,4%, valutata sulla base dei dati meteo-climatici relativi al periodo 1971-2000, sostenendo che con tali dati si ha un incremento del 9,5% di aree vulnerabili alla desertificazione rispetto a quelle calcolate dal CNLSD relative al trentennio 1961-1990 (in effetti, la percentuale dell'86,2% attribuita ai risultati dello studio CNLD risulta incomprensibilmente di gran lunga più elevata di quella effettivamente ottenuta dallo studio DSTN del 1999, probabilmente perché basata su un numero troppo limitato di stazioni di misura rispetto a quelle considerate nello studio originario del DSTN).



**Figura 2** Carta delle aree sensibili alla desertificazione ottenuta con il modello CNLD (periodo di riferimento 1971-2000) (Salvati et al., 2005)

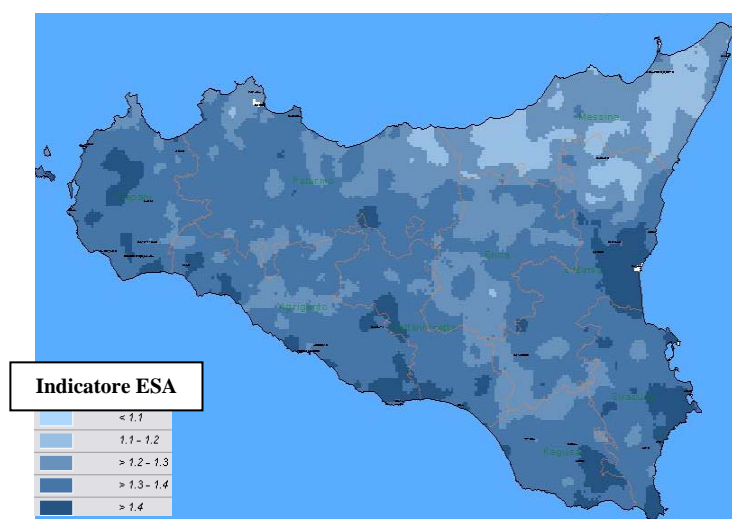
Attraverso la metodologia ESA (Environmentally Sensitive Areas) è possibile giungere ad un indice sintetico di sensibilità alla desertificazione ESAI (ESA Index) sulla base di quattro indicatori di qualità ambientale legati al suolo, al clima, alla vegetazione ed alla gestione del territorio. La mappa nazionale dell'indice ESAI ottenuto relativamente al periodo 1971-2000 è riportata in Figura 3.



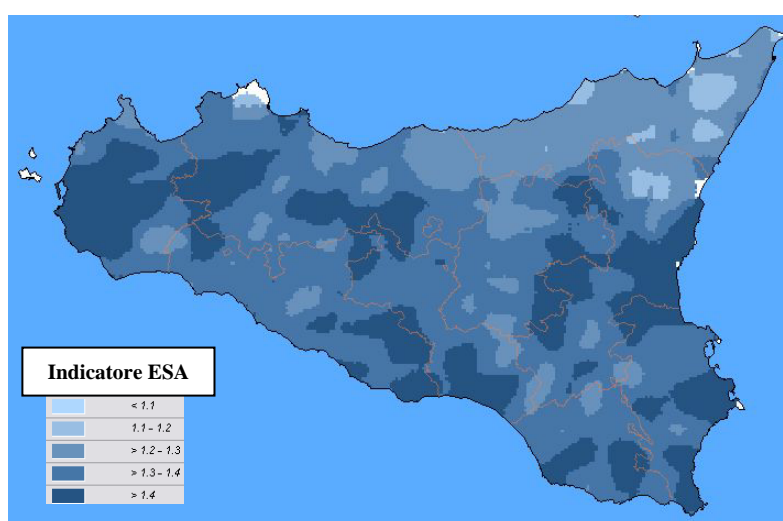
**Figura 3** Carta dell'indice ESA ottenuta con il modello ESA (periodo di riferimento 1971-2000) (Salvati et al., 2005)



Guardando al dettaglio del caso regionale con riferimento ai periodi 1961-1990 e 1971-2000 si evince che gran parte della Sicilia presenta aree con indici abbastanza alti (tonalità più scure) che indicano un maggiore rischio di desertificazione. Inoltre, da un confronto fra le due mappe (Figure 4 e 5) si evidenzia un peggioramento della situazione per il caso siciliano, infatti, la media pesata rispetto alla superficie dell'indice ESA ha subito un incremento percentuale pari all'1,5%, passando da un valore di 1,33 per il primo periodo di riferimento ad un valore di 1,36 per il secondo.

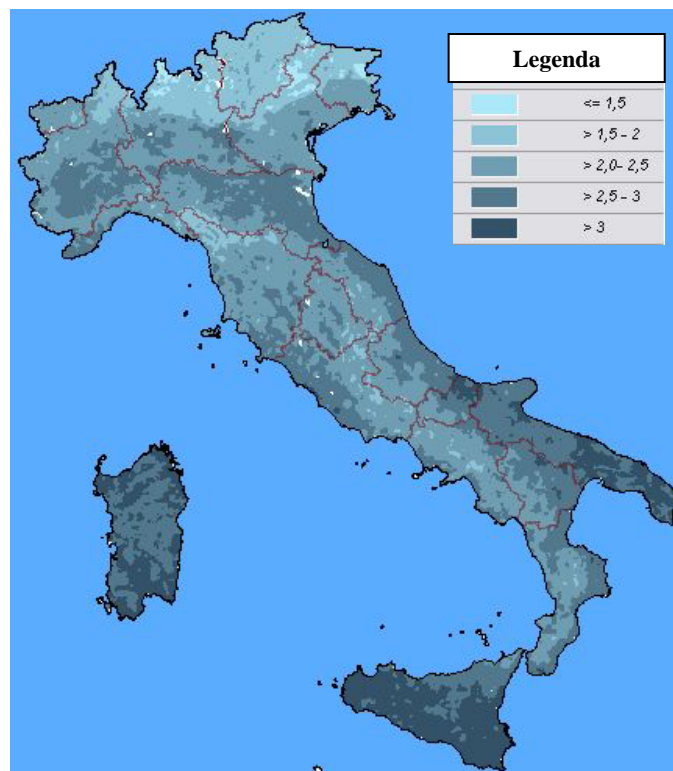


**Figura 4** Carta dell'indice ESA per la Sicilia ottenuta con il modello ESA (periodo di riferimento 1961-1990) (Salvati et al., 2005)



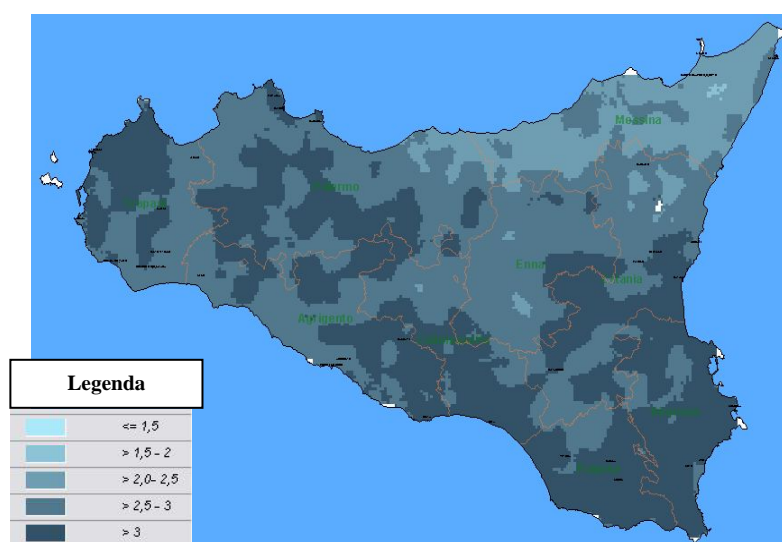
**Figura 5** Carta dell'indice ESA per la Sicilia ottenuta con il modello ESA (periodo di riferimento 1971-2000) (Salvati et al., 2005)

L'approccio UCEA, invece, si prefigge di fornire un indice sintetico di sensibilità alla desertificazione che sia espressione soprattutto della riduzione del potenziale produttivo dei sistemi agricoli. Tale metodologia prende in considerazione ben 15 variabili diverse relative al clima, al suolo, all'erosione, alla copertura del suolo e alla vegetazione, alla popolazione e all'impatto antropico e prevede la rielaborazione delle cartografie secondo il modello CNLD alla luce di nuove informazioni disponibili, l'adozione del framework DPSIR/ESA (Driving forces, Pressures, State, Impact and Responses/ESA) e l'impiego di funzionalità GIS. La mappa nazionale dell'indice di sensibilità alla desertificazione UCEA per il periodo 1971-2000 è mostrata in Figura 6.

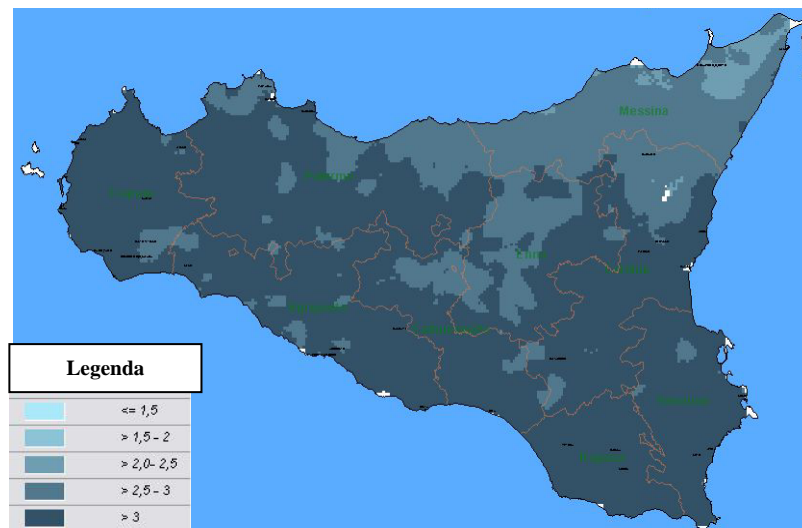


**Figura 6** Carta dell'indice di sensibilità alla desertificazione ottenuto con la metodologia UCEA (periodo di riferimento 1971-2000) (Salvati et al., 2005)

Un'osservazione delle mappe ottenute per i due periodi di riferimento (1961-1990 e 1971-2000) nel caso regionale (Figure 7 e 8) mostra la Sicilia interessata da un indice somma UCEA più elevato (tonalità più scure) che indica una maggiore predisposizione al rischio di desertificazione. In particolare, confrontando le medie pesate rispetto alle superfici degli indici per i due trentenni di riferimento, 2,91 e 3,12 rispettivamente, si può rilevare un incremento percentuale del 7,2%.



**Figura 7** Carta dell'indice di sensibilità alla desertificazione in Sicilia ottenuto con la metodologia UCEA (periodo di riferimento 1961-1990) (Salvati et al., 2005)



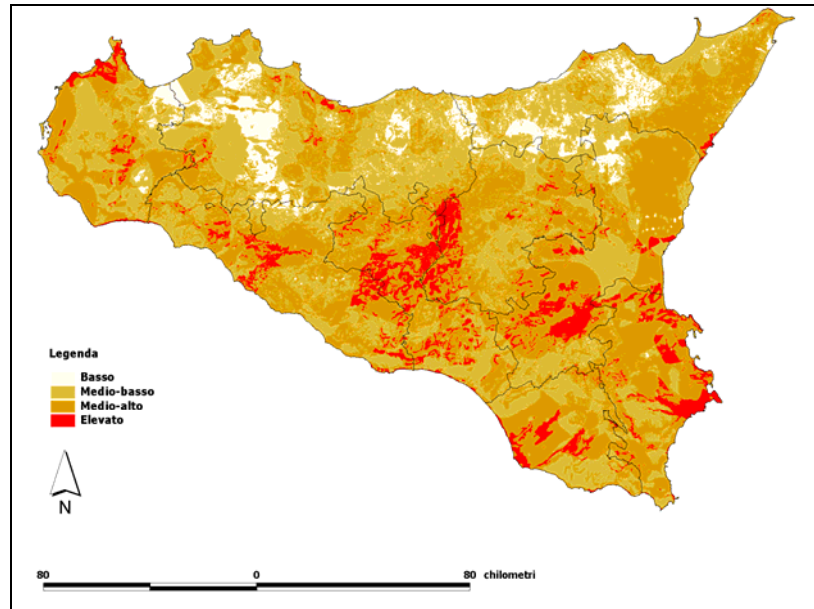
**Figura 8** Carta dell'indice di sensibilità alla desertificazione in Sicilia ottenuto con la metodologia UCEA (periodo di riferimento 1971-2000) (Salvati et al., 2005)

In generale, l'osservazione delle diverse mappe ottenute con i vari metodi utilizzati nel citato studio mette in luce un peggioramento delle condizioni ambientali in termini di predisposizione al rischio di desertificazione in quasi tutte le regioni italiane e nella Sicilia in particolare. Comunque, tutte le valutazioni presentate nello studio UCEA sembrano amplificare le aree esposte al rischio di desertificazione. Pur non essendo chiare le cause di tale stima in eccesso, si ritiene che il quadro presentato appare molto peggiore di quanto si possa ricavare da un'analisi diretta sulla situazione del territorio dell'isola.

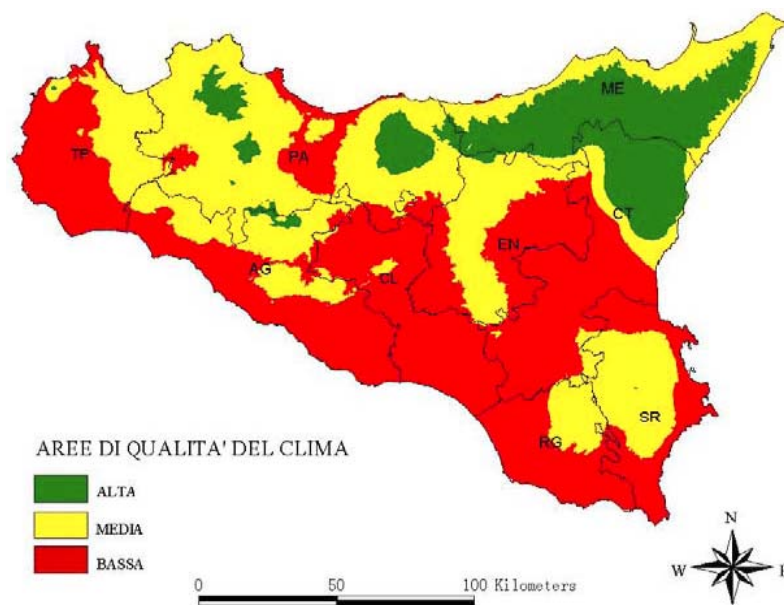
Un altro studio, preso in considerazione per ottenere un maggior dettaglio sulla situazione siciliana, è quello relativo alla Carta regionale della vulnerabilità al rischio di desertificazione (in scala 1:250.000), predisposta dal Servizio Informativo Agrometeorologico Siciliano (SIAS) (2003). Realizzata a partire dalle carte a scala regionale e applicando la metodologia che inserisce in un sistema GIS l'indice di desertificazione ottenuto attraverso la combinazione di tre differenti indici (indice di aridità, indice di siccità, indice di perdita di suolo, in relazione alle caratteristiche del terreno, al suo uso e all'erosività delle piogge), la Carta del SIAS (Figura 9) individua quattro differenti livelli di rischio di desertificazione (basso, medio-basso, medio-alto ed elevato). Come si può evidenziare dall'osservazione della Figura 9, a parte poche eccezioni nella parte settentrionale dell'isola, la maggior parte del territorio regionale si presenta interessata da un rischio che va da medio-basso a medio-alto, mentre aree a rischio elevato sono distribuite a macchia di leopardo nella parte centro-meridionale dell'isola e nel trapanese.

Una ulteriore indagine esaminata riguarda il lavoro pubblicato nel Rapporto Italia 2004 dell'Eurispes (Borrelli et al., 2004a) in cui viene presentato uno studio sul tema della desertificazione realizzato in Sicilia proprio a causa della rappresentatività delle sue problematiche in relazione all'ambiente ed al clima. Da un'analisi di tale studio si desume che: le aree semiaride interessano gran parte delle province di Trapani, Agrigento, Caltanissetta, Ragusa, Siracusa, Catania, Enna ed una piccola parte della provincia di Palermo, le aree asciutte sub-umide caratterizzano parte delle province di Trapani, Agrigento, Ragusa, Siracusa, Enna, Messina e Palermo, mentre le aree sub-umide-umide, umide e iper-umide si trovano nelle province di Palermo, Messina e Catania. Particolarmente utile in tal senso può risultare la Carta della qualità del clima in Sicilia che mostra l'andamento dell'indice di qualità climatica (CQI). Tale indice, ottenuto in funzione delle precipitazioni, dell'indice di aridità e dell'esposizione dei versanti, indica una qualità alta del clima quando è minore di 1,15, una qualità bassa quando è maggiore di 1,81 ed una qualità moderata quando è compreso fra i precedenti valori. Osservando la Figura 10, si può vedere come solo il 15% del territorio regionale presenti un'elevata qualità climatica (principalmente legata alle peculiarità orografiche e morfologiche delle province di Messina, Catania e Palermo), il 39%

qualità moderata ed il restante territorio una qualità bassa. Nella fattispecie, le zone a scarsa qualità climatica, che occupano gran parte del territorio isolano, interessano principalmente le aree costiere di Trapani, Agrigento, Ragusa e Siracusa, tutta la provincia di Caltanissetta, le aree collinari interne di Catania e parte della provincia di Enna. In particolare, la zona più arida della Sicilia risulta l'area della pianura costiera e delle colline meridionali di Caltanissetta.



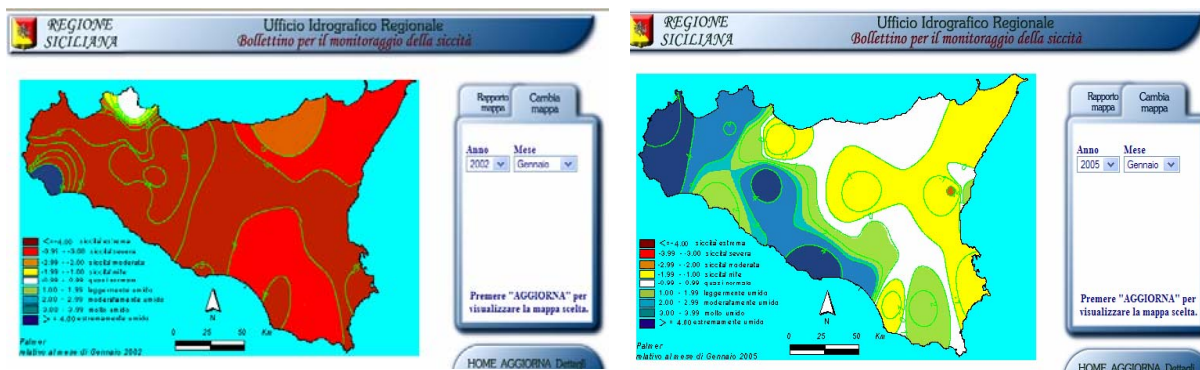
**Figura 9** Carta regionale della vulnerabilità alla desertificazione (SIAS, 2003)



**Figura 10** Qualità del clima in Sicilia (Borrelli et al., 2004)

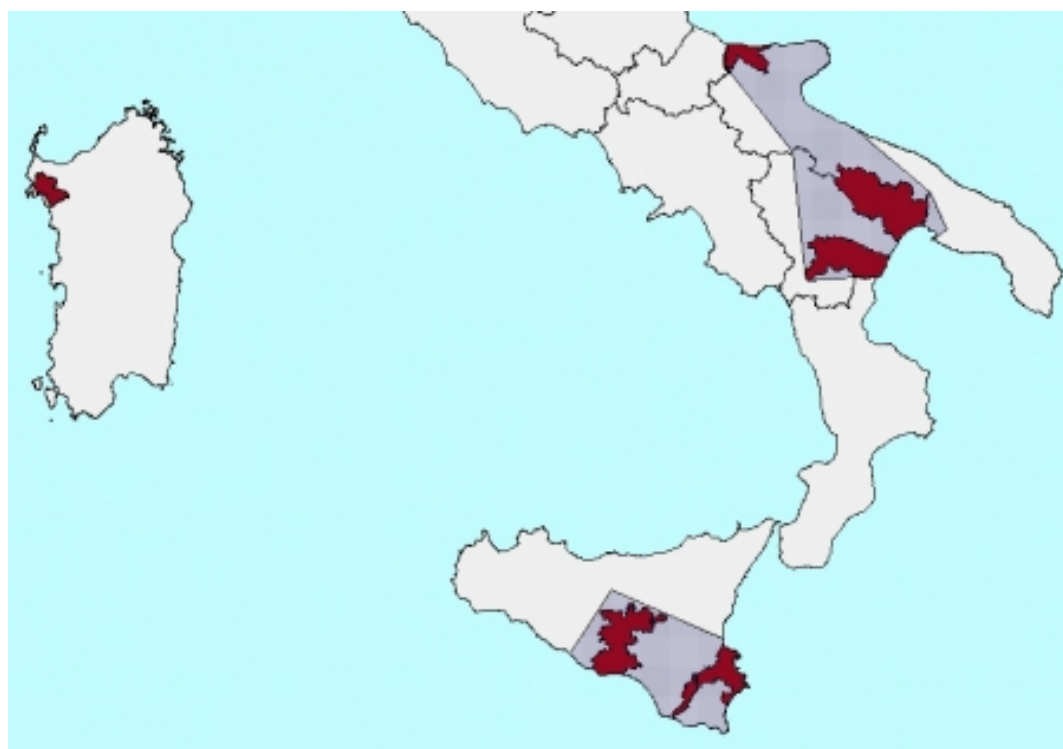
Ulteriori informazioni sulla vulnerabilità alla siccità della Sicilia sono state raccolte presso l'Ufficio Idrografico Regionale della Sicilia (oggi Agenzia dei Rifiuti e delle Acque) che, attraverso il Bollettino per il monitoraggio della siccità (sviluppato dal DICA dell'Università di Catania), fornisce serie di dati e mappe sulle precipitazioni, sulle temperature, sui deficit, sugli indici di siccità SPI e Palmer (Figura 11), nonché sullo stato dei volumi invasati nei serbatoi di regolazione dei deflussi e sui livelli piezometrici di alcune falde idriche sotterranee.





**a)**  
**Figura 11** Esempio di mappe delle isolinee dell'indice di Palmer calcolato a gennaio 2002 (a) e gennaio 2005 (b)

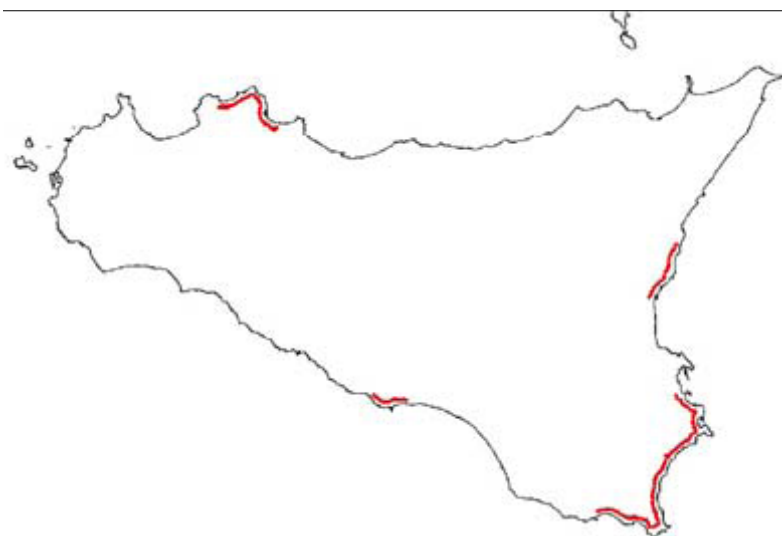
Molto utili, e non solo in questa prima fase di inquadramento generale del territorio regionale per la scelta dell'area di studio, si sono dimostrati i risultati del progetto RIADE (Ricerca Integrata per l'Applicazione di tecnologie e processi innovativi per la lotta alla Desertificazione), sviluppato a partire dal 2002 dall'ENEA (Ente per le Nuove tecnologie, l'Energia e l'Ambiente) in collaborazione con l'Advanced Computer Systems A.C.S. S.p.A. ed il Nucleo Ricerca Desertificazione (NRD) dell'Università di Sassari (UNISS). Concepito con lo scopo di studiare e monitorare il fenomeno della desertificazione con approcci e tecnologie innovative, il progetto RIADE si è focalizzato sulle aree del Mezzogiorno maggiormente colpite dai processi di degrado del suolo, quali la Puglia, la Basilicata, la Sicilia e la Sardegna (Figura 12).



**Figura 12** Aree di studio individuate dal progetto RIADE (www.riade.net)

In particolare, le aree di studio individuate nel contesto siciliano riguardano i bacini del fiume Anapo nel siracusano e del fiume Imera meridionale. Molto interessanti all'interno del progetto di ricerca sono anche le attività svolte per la definizione, la comprensione e la quantificazione dei processi di salinizzazione delle acque sotterranee, da attribuirsi all'eccessivo sfruttamento delle falde per usi diversi ed al conseguente fenomeno di intrusione delle acque marine, che sono state effettuate sui territori della Sicilia e della Sardegna. Nello specifico, le zone della regione siciliana che presentano conclamati problemi di salinizzazione (per intrusione di acqua

marina) sono rappresentate dall'area tra Palermo e Carini, dalla pianura di Catania, dalla fascia costiera fra Siracusa e Pachino e dall'area della piana di Licata (Figura 13).



**Figura 13** Aree della Sicilia per cui sono noti problemi di salinizzazione (Capocecera e Colonna, 2005)

Dall'analisi della documentazione raccolta sul tema del rischio di siccità e desertificazione in Sicilia, si è passato alla scelta dell'area di studio per la redazione del Piano di Azione Locale a cura del DICA di Catania. Come già evidenziato nella premessa, tale area è stata identificata in termini generali con il bacino dell'Imera meridionale e, in particolare, con la sua porzione valliva che corrisponde essenzialmente con il territorio del Comune di Licata.

### **3. DESCRIZIONE DEL CASO DI STUDIO**

#### **3.1 Il bacino dell'Imera meridionale**

##### **3.1.1 Caratteristiche geografiche e morfologiche**

Il fiume Imera meridionale (o Salso) rappresenta il secondo corso d'acqua della Sicilia, dopo il Simeto, sia per l'ampiezza del suo bacino che per lo sviluppo in lunghezza della sua asta principale. Esso ha origine a Portella dei Mandarinì (a 1.500 m s.l.m.m.) sul versante meridionale delle Madonie e, dopo un percorso di 132 km in cui attraversa il territorio di 4 province (Palermo, Enna, Caltanissetta e Agrigento), sfocia nel Canale di Sicilia in corrispondenza della periferia orientale del centro urbano di Licata. Di forma nettamente allungata in direzione Nord-Sud, il bacino dell'Imera meridionale si estende per una superficie di 2.002,5 km<sup>2</sup> e si inserisce fra i bacini del fiume Platani ad Ovest e dei fiumi Simeto e Gela ad Est.

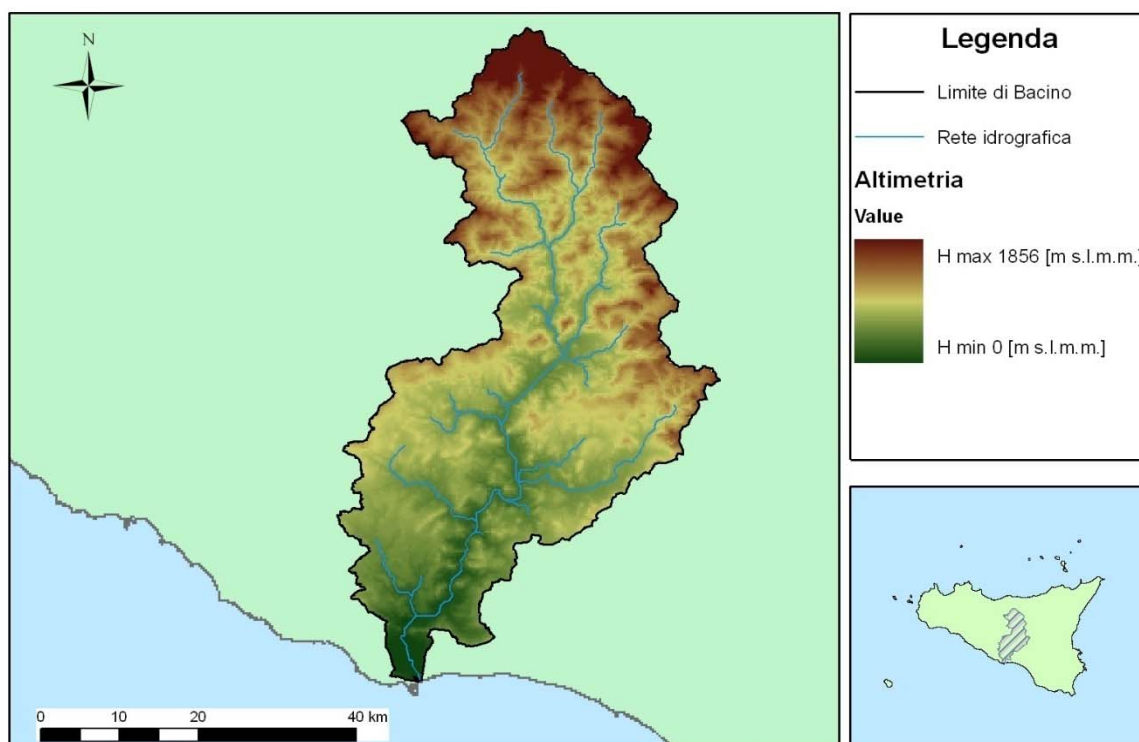
L'altitudine massima del bacino è di 1.856 m s.l.m.m. in corrispondenza di monte Salvatore a Nord-Ovest di Petralia Sottana e quella media è di 498 m s.l.m.m. L'andamento altimetrico del territorio del bacino risulta abbastanza regolare con una progressiva diminuzione delle quote da Nord a Sud. In particolare, circa la metà del bacino presenta quote comprese fra i 400 e gli 800 m s.l.m.m., oltre un terzo è caratterizzato da quote inferiori ai 400 m s.l.m.m., mentre le aree caratterizzate da quote superiori agli 800 m s.l.m.m. incidono poco sul totale e si collocano essenzialmente lungo l'arco dello spartiacque settentrionale. L'altimetria del bacino del fiume Imera meridionale, costruita a partire da un DEM con maglia di 100 m, è riportata in Figura 14.

In relazione alla distribuzione delle classi ipsometriche ed allo sviluppo della rete idrografica, l'area del bacino in oggetto può essere divisa in tre parti di estensione comparabile: una parte montana, una parte mediana ed una parte terminale.

La parte montana, caratterizzata perlopiù dalla presenza della catena montuosa delle Madonie, risulta delimitata a Sud dalla congiungente dei paesi di Villarosa e Santa Caterina Villarmosa, nello specifico dallo spartiacque meridionale del sottobacino del fiume Vaccarizzo sul versante destro e da quello settentrionale del sottobacino del fiume Morello sul versante sinistro. La sezione di chiusura lungo l'asta principale è rappresentata dalla stazione idrometrografica di Ponte Cinque Archi posta ad una quota di 340 m s.l.m.m. Oltre ai due rami principali, costituiti dal fiume Salso Superiore e dal fiume Imera che mostrano un andamento in parte rettilineo ed in parte molto sinuoso, è possibile individuare numerosi segmenti di ordine inferiore che presentano un ridotto sviluppo in lunghezza.

La seconda area identificabile all'interno del bacino, quella mediana, presenta essenzialmente una morfologia collinare e si sviluppa più a Sud, fino alla congiungente degli abitati di Riesi e di Delia, delimitata da parte dello spartiacque settentrionale del fiume Gibbesi sul versante destro e dallo spartiacque meridionale del torrente Braemi sul versante sinistro. L'asta principale presenta andamento dolcemente sinuoso e locali meandri fino alla confluenza del torrente Braemi con il fiume Salso. Inoltre, essa mostra due bruschi cambiamenti di direzione in prossimità della confluenza del fiume Torcicoda e, più a valle, vicino quella del Fosso di Bifarìa. Pur mantenendo ancora una fisionomia di scarsa maturità, questo sistema di drenaggio risulta più sviluppato rispetto a quello del tratto montano.

L'ultima parte, quella terminale del bacino, è caratterizzata da un assetto pianeggiante ed è costituita da ampi meandri formati dall'asta principale, soprattutto a Sud del centro abitato di Ravanusa. Il grado di maturità del sistema idrografico si può ancora considerare modesto, probabilmente per via di recenti variazioni del livello di base che hanno ringiovanito il profilo di equilibrio del corso d'acqua, dando inizio ad un ciclo morfogenetico ancora in atto (Coltro e Ferrara, 1979).



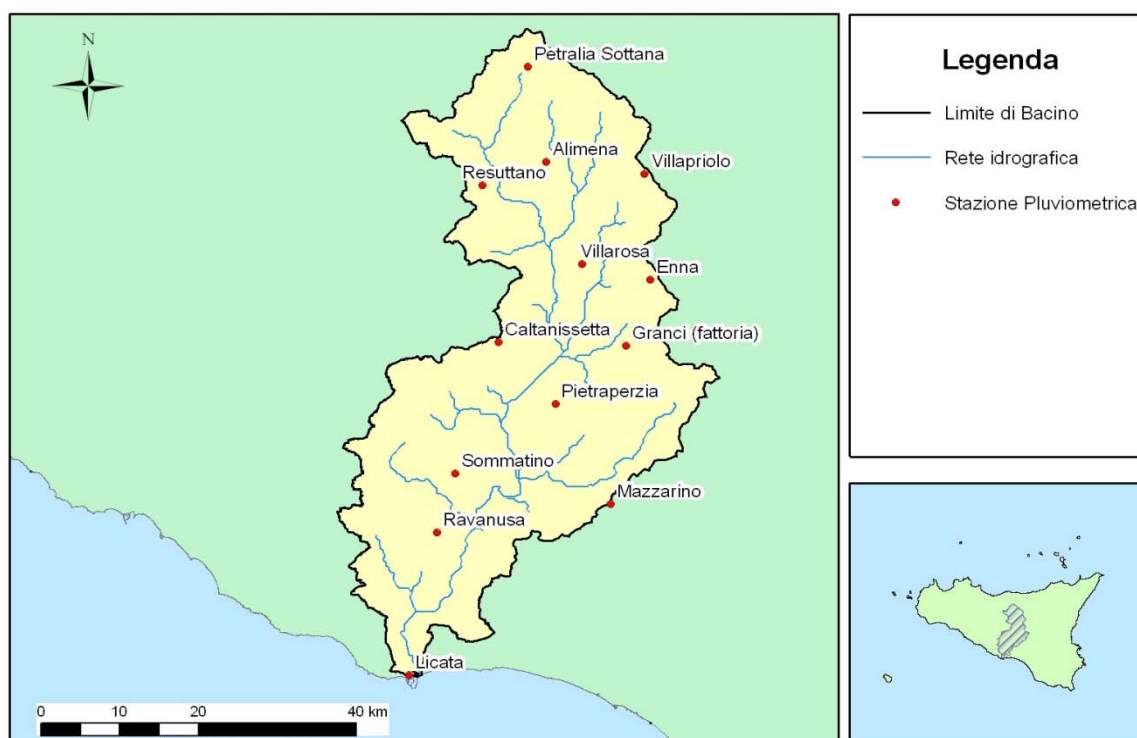
**Figura 14** Altimetria del bacino del fiume Imera meridionale

### 3.1.2 Caratteristiche idrografiche e idrologiche

Caratterizzato da regime torrentizio, il corso d'acqua dell'Imera meridionale raccoglie le acque del fiume Salso Superiore in prossimità dell'abitato di Villarosa e poi successivamente quelle

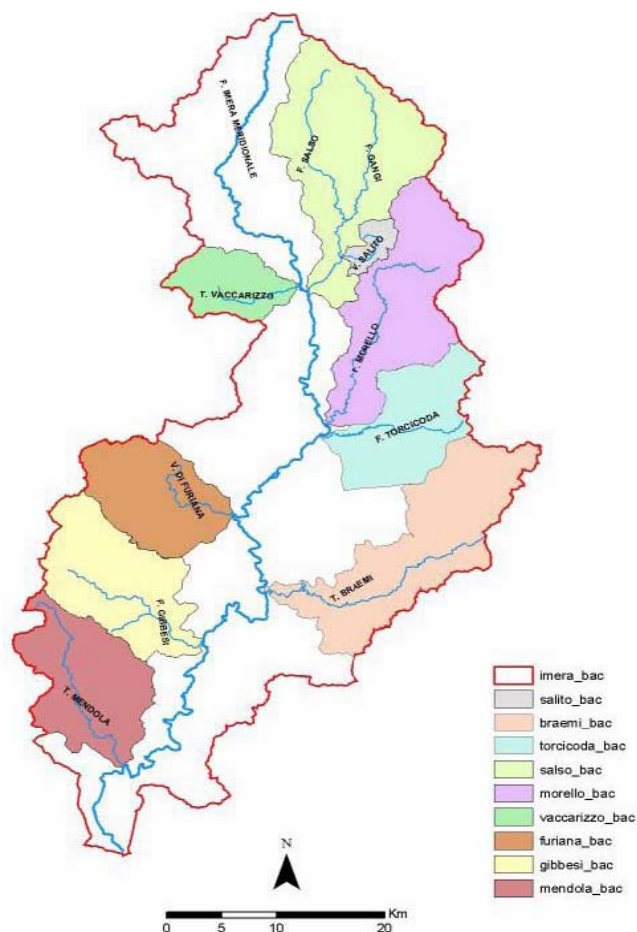
di numerosi affluenti tra cui i principali sono rappresentati dai fiumi Morello e Torcicoda e dal torrente Braemi. Il reticolo idrografico del fiume Imera meridionale (Figura 15) individua essenzialmente nove sottobacini principali: Salso, Morello, Torcicoda, Furiana, Braemi, Gibbesi, Mendola, Vaccarizzo e Salito (Figura 16).

Prendendo come riferimento le quattro sezioni interessate dalle stazioni di misura dei deflussi superficiali ubicate all'interno del bacino (Ponte Cinque Archi, Capodarso, Besaro e Drasi), nel seguito è riportata una descrizione schematica del suo assetto idrografico (Coltro e Ferrara, 1979). L'asta principale del bacino preso in esame trae origine dalla confluenza del fiume Salso Superiore e del fiume Imera subito a monte di Ponte Cinque Archi. Quindi, da questa località fino a Ponte Capodarso, i contributi provengono da diversi piccoli valloni che drenano sottobacini di estensioni limitate, fra cui il più importate è rappresentato dal Vallone Arenella. Nel tratto successivo, quello compreso fra Ponte Capodarso ed Ponte Besaro, giungono i contributi di alcuni importanti corsi d'acqua secondari che drenano bacini di estensione considerevole (fiumi Morello e Torcicoda) e di numerose linee di drenaggio inferiori. Tra Ponte Besaro e la località Drasi, l'asta principale si presenta particolarmente sinuosa con curvature ampie e meandri significativi ed accoglie i contributi di diversi corsi d'acqua secondari caratterizzati da bacini imbriferi di una certa ampiezza, fra cui i principali sono: il torrente Braemi (che prima nasce come torrente Forma per poi diventare torrente Olivo), il torrente Carusa, il Fosso di Bifarìa e il fiume Gibbesi (denominato all'origine fiume Delia). A valle della località Drasi e fino alla foce nella piana di Licata i contributi all'asta principale provengono perlopiù da valloni di importanza secondaria, ad eccezione del torrente Mendola, denominato anche torrente Favarotta o Canale.



**Figura 15** Reticolo idrografico del fiume Imera meridionale





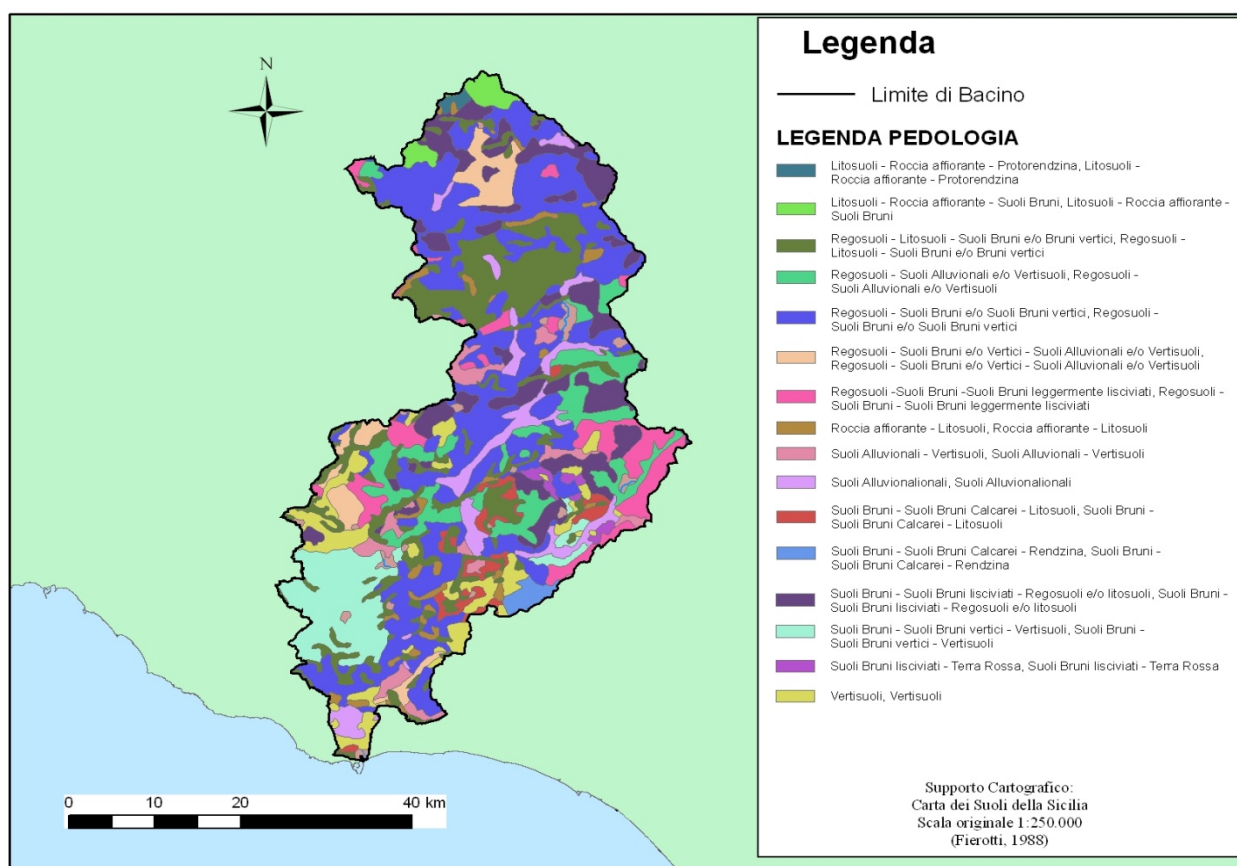
**Figura 16** Bacino del fiume Imera meridionale con alcuni sottobacini principali (Colonna et al., 2006)

Per ciò che concerne il regime fluviale, l'Imera meridionale presenta un regime di tipo pluviale, cioè legato essenzialmente ad eventi meteorici, data la natura prevalentemente impermeabile del bacino e la modestissima circolazione idrica sotterranea. Tale regime è caratterizzato da deflussi in alveo nel periodo umido dell'anno che va da novembre ad aprile e da assenza di deflussi nel periodo secco che va da maggio a ottobre, con qualche occasionale eccezione nel periodo primaverile avanzato (maggio e giugno) in cui lo scioglimento della neve caduta sulle cime più alte delle Madonie fornisce un certo contributo ai deflussi in alveo. Inoltre, la natura torrentizia del corso d'acqua in oggetto, peraltro caratterizzato da un forte trasporto solido, determina piene improvvise particolarmente violente e di breve durata, con valori delle portate al colmo estremamente elevati.

### 3.1.3 Caratteristiche geolitologiche

Insieme con le caratteristiche di natura morfologica, climatica e antropica, gli aspetti litologici e pedologici contribuiscono a determinare l'andamento dei deflussi superficiali, nonché le azioni erosive, quali la disaggregazione del terreno, il dilavamento, il convogliamento ed il deposito; pertanto, in questa sede sono state analizzate le caratteristiche geolitologiche del bacino oggetto di studio.

Per ciò che concerne la pedologia, in Figura 17 è riportata la carta pedologica del bacino tratta dalla Carta dei Suoli della Sicilia (Fierotti et al., 1988) in scala originale 1:250.000.

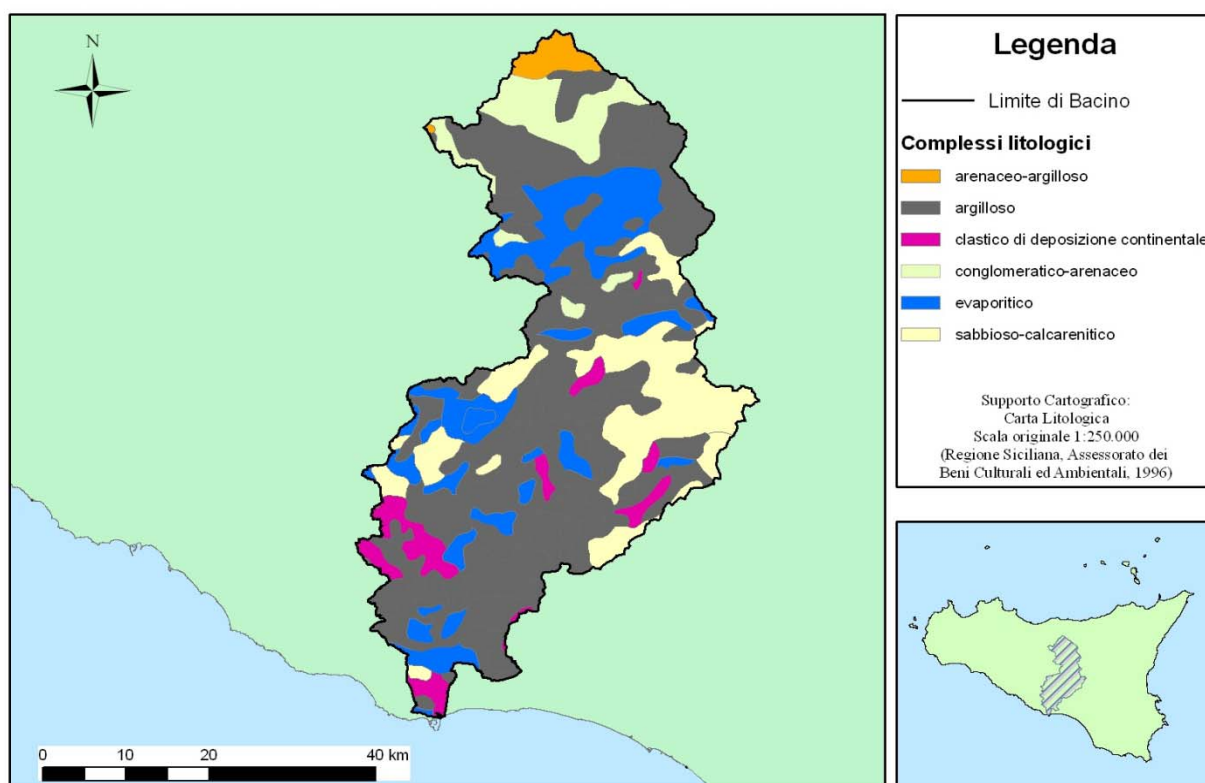


**Figura 17** Carta pedologica del bacino del fiume Imera meridionale

Le diverse formazioni affioranti nel bacino del fiume Salso sono state riunite, secondo la natura litologica predominante, nei differenti gruppi riportati in Tabella II (Coltro e Ferrara, 1979) in cui sono anche indicate l'estensione in km<sup>2</sup> e la relativa percentuale, mentre in Figura 18 è mostrata una carta con i diversi complessi litologici, tratta dalla Carta Litologica della Regione Siciliana in scala 1:250.000, realizzata nel 1996 dall'Assessorato dei Beni Culturali ed Ambientali della Regione Sicilia.

**Tabella II** Formazioni affioranti nel bacino del fiume Salso con estensione e percentuale relative

GRUPPI LITOLOGICI	SUPERFICIE [km <sup>2</sup> ]	SUPERFICIE [%]
Depositi alluvionali	119,95	5,99
Sedimenti sabbiosi	137,97	6,89
Sedimenti argillosi, argilloso-marnosi, argilloso-siltoso-sabbiosi	832,62	41,58
Conglomerati sabbiosi	75,29	3,76
Arenarie massicce o in strati	66,48	3,32
Serie gessoso-solfifera	232,28	11,60
Dolomie e calcari dolomitici	1,80	0,09
Marne calcaree	77,70	3,88
Alternanza di termini arenacei e argillosi	186,03	9,29
Complessi eterogenei a componente prevalentemente argillosa	260,72	13,02
Alternanza di termini calcarei e marnoso-argillosi	11,62	0,58



**Figura 18** Carta litologica del bacino del fiume Imera meridionale i diversi complessi litologici

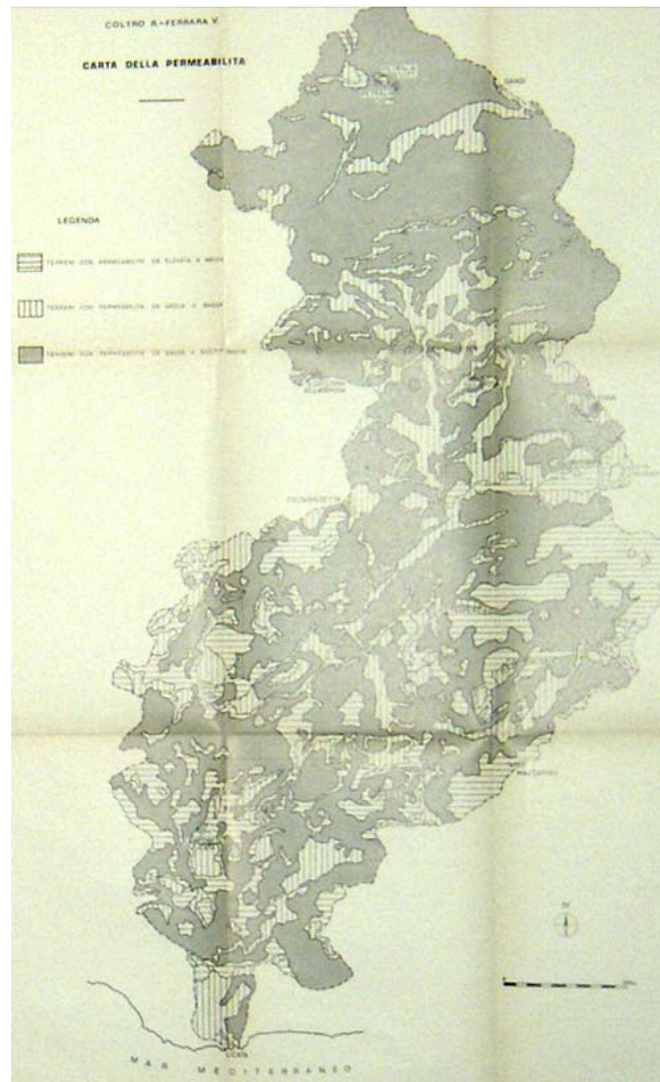
Correlando l'aspetto litologico dei vari gruppi con le relative caratteristiche di permeabilità, è possibile individuare una netta predominanza dei terreni impermeabili e di quelli scarsamente permeabili tra quelli affioranti nel bacino. Infatti, come appare dalla Tabella II e dalla Figura 18, il corso d'acqua in oggetto si snoda prevalentemente su formazioni impermeabili costituite da terreni argilloso-sabbiosi con alternanza di termini arenacei e argillosi, da complessi eterogenei a prevalente componente argillosa e da terreni con formazioni appartenenti alla serie gessoso-solfifera.

Nel loro studio sulla dissestabilità del bacino del fiume Imera meridionale, Coltro e Ferrara (1979) hanno anche calcolato l'estensione degli affioramenti, con relativa incidenza sul totale, appartenenti a tre differenti classi di permeabilità (Tabella III).

**Tabella III** Classi di permeabilità delle formazioni affioranti nel bacino del fiume Salso con estensione e percentuale relative

CLASSI DI PERMEABILITA'	SUPERFICIE [km <sup>2</sup> ]	SUPERFICIE [%]
I Classe: Terreni con permeabilità da elevata a media	432,13	21,58
II Classe: Terreni con permeabilità da media a bassa	647,80	32,35
III Classe: Terreni con permeabilità da bassa a molto bassa	922,53	46,07

Osservando la carta di permeabilità del bacino (Figura 19) ottenuta nel corso del succitato lavoro sulla dissestabilità del bacino dell'Imera meridionale, si evince come la parte posta più a Nord risulti costituita essenzialmente da terreni con permeabilità molto bassa, ad eccezione della zona che va da Ponte Cinque Archi a Ponte Capodarso in cui sono presenti vaste zone con una permeabilità da media a bassa. Nella parte mediana ed inferiore del bacino, all'incirca da Ponte Capodarso alla stazione di Drasi, diventano più frequenti ed estese le aree che presentano permeabilità medio-elevata rispetto a quelle con permeabilità medio-bassa, pur rimanendo in un contesto costituito principalmente da terreni con permeabilità molto bassa.



**Figura 19** Carta di permeabilità del fiume Imera meridionale (Coltro e Ferrara, 1979)

### 3.1.4 Acclività dei versanti

Un cenno merita anche la pendenza dei versanti, dal momento che l'acclività risulta particolarmente importante per l'individuazione delle aree maggiormente predisposte a fenomeni di erosione e di dissesto. Naturalmente, l'influenza di tale tendenza varia al variare degli altri fattori predisponenti, come le caratteristiche litologiche, tettoniche, geografiche, le condizioni di giacitura, ecc. Inoltre l'acclività dei versanti gioca un ruolo fondamentale nello sviluppo agricolo (sono ritenute coltivabili solo le aree che presentano un'acclività inferiore al 30%) e nell'influenza sugli aspetti idrologici, in particolare, sul deflusso superficiale, poiché esiste una proporzionalità inversa fra la pendenza da un lato ed il tempo di corrivazione e la capacità idrica di ritenuta di un terreno dall'altro.

L'analisi delle pendenze dei versanti è stata effettuata tenendo conto di quattro differenti classi ed è riportata in Tabella IV.

**Tabella IV** Classi di acclività dei versanti del bacino del fiume Salso con estensione e percentuale relative

CLASSI DI ACCLIVITÀ DEI VERSANTI	SUPERFICIE [km <sup>2</sup> ]	SUPERFICIE [%]
I Classe: 0 – 5%	186,35	9,31
II Classe: 5 – 15%	1.441,41	71,98
III Classe: 15 – 30%	333,80	16,67
IV Classe: > 30%	40,90	2,04

Dall'esame della Tabella IV, si evince come la classe delle pendenze dominante sia quella con pendenza compresa tra il 5% ed il 15%. La prima interessa perlopiù la parte meridionale del bacino, la quarta ricade soprattutto sui versanti che presentano esposizione a Sud, mentre i versanti appartenenti alla terza classe sono distribuiti in modo pressoché uniforme su tutto il bacino.

Nota la pendenza dei versanti, anche la loro esposizione appare di un certo interesse, in particolare, molto importante risulta l'individuazione delle aree esposte a Sud. Essendo interessate da una maggiore insolazione, infatti, tali aree subiscono un'accelerazione dei processi di degradazione, in seguito all'alto grado di disseccamento dei terreni che le costituiscono e, in generale, esse risultano più esposte a fenomeni di dissesto. Per quanto riguarda il bacino dell'Imera meridionale, solo il 10% del territorio è costituito da versanti con esposizione a Sud i quali risultano concentrati nella parte settentrionale del bacino e in corrispondenza delle zone che presentano una maggiore acclività.

Nello specifico, le aree caratterizzate da pendenza più elevata e contemporaneamente esposte a Sud sono soggette a fenomeni di erosione accelerata e concentrata, con formazione di lame superficiali e di fenomeni di soliflussione, in caso di formazioni pseudocoerenti come le argille variegata superiori e le argille gessose. Fenomeni di erosione selettiva con scalzamento al piede e conseguenti fenomeni di crollo interessano, invece, le formazioni semicoerenti caratterizzate da alternanza di termini arenacei e argillosi. Guardando solo all'esposizione, invece, nel terreno delle aree esposte a Sud e formate da rocce pseudocoerenti durante periodi caldi e asciutti si origina un fitto reticolo di fessure che costituiscono vie preferenziali di penetrazione delle acque meteoriche all'interno del suolo, favorendo la comparsa di fenomeni di dissesto come soliflussioni e colamenti. D'altro canto, i versanti esposti a Sud e costituiti da formazioni incoerenti sono soggetti ad una più intensa escursione termica ed una conseguente azione disagregatrice per via di fenomeni di dilatazione e concentrazione della roccia e tutto questo può determinare la formazione di coltri detritiche esposte a fenomeni di "creeping".

### **3.1.5 Uso del suolo**

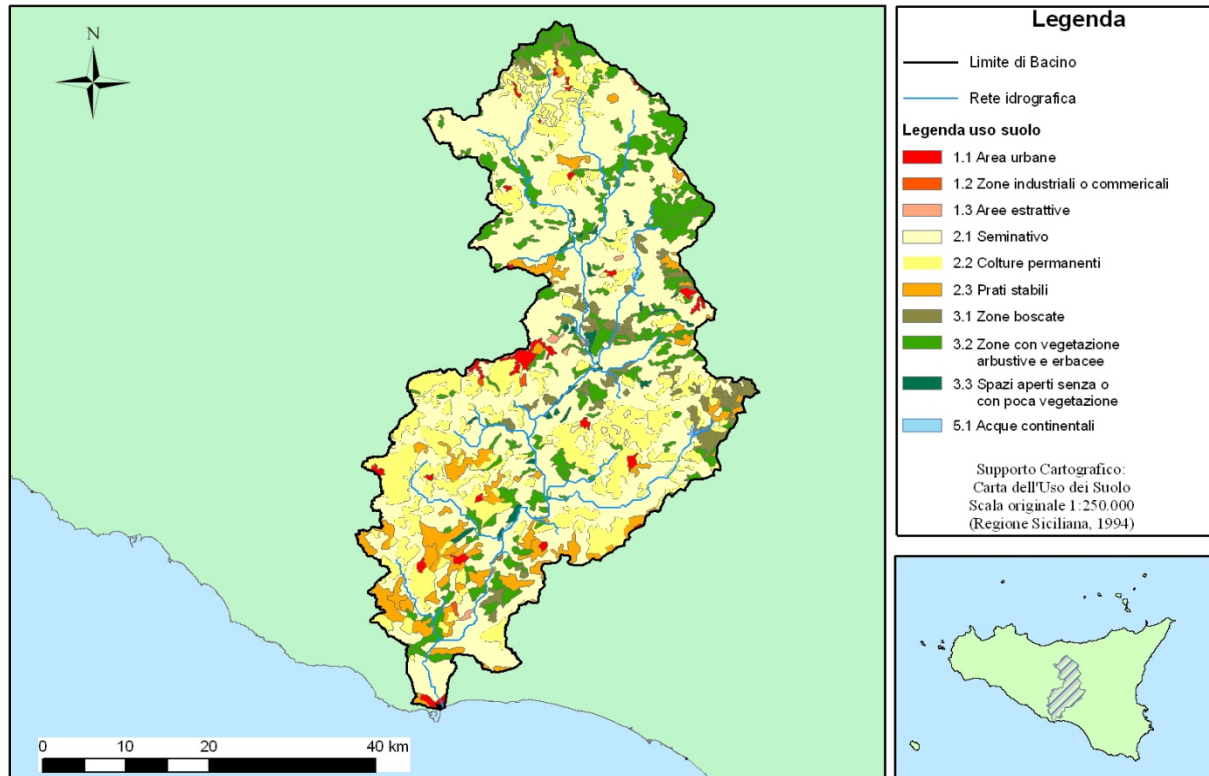
Anche l'uso del suolo nell'area in esame può fornire delle informazioni particolarmente significative per la ricerca condotta nel presente studio. La presenza o meno di copertura vegetale, infatti, influenza fortemente il grado di erodibilità del suolo. La vegetazione presente sul terreno aumenta i tempi di corruzione del bacino, rallentando così la velocità di scorrimento dell'acqua lungo i versanti che, se molto elevata, provoca forti azioni erosive. Inoltre, una buona copertura vegetale è in grado di esercitare un'azione protettiva nello smorzare l'intensità dei fenomeni meteorici ed un'azione consolidante ad opera dell'apparato radicale che da un lato tende a mantenere stabili gli aggregati del suolo e dall'altro ostacola la forza di ruscellamento dei deflussi superficiali che portano via il potenziale biologico del terreno. La presenza della vegetazione si riflette anche sull'aumento della capacità di assorbimento di acqua da parte del terreno ricco di materia organica umificata. Nondimeno, il livello di consolidamento e protezione esplicato dalla copertura vegetale varia al variare della copertura stessa e dei metodi adottati per la coltivazione del suolo (ad es. è vero che la pratica dell'aratura favorisce l'infiltrazione dell'acqua nel terreno, ma è pur vero che, quando viene realizzata su terreni poco stabili e con forte acclività, essa può favorire l'erosione del suolo).

Secondo la carta di uso del suolo mostrata in Figura 20 (tratta dalla Carta dell'uso del suolo della Regione Sicilia realizzata nel 1994 in scala 1:250.000), nel bacino sono presenti differenti tipi di vegetazione i quali sono elencati nel seguito in ordine crescente del grado di protezione esercitata sul terreno:

- incolto,
- seminativo,
- seminativo arborato,



- seminativo irriguo,
- vigneto,
- uliveto,
- arboricoltura,
- bosco.



**Figura 20** Carta dell'uso del suolo del bacino del fiume Imera meridionale

Individuando caratteristiche simili dei vari tipi di vegetazione, Coltro e Ferrara (1979) li hanno raggruppati secondo tre zone principali ai fini della realizzazione della Carta dell'utilizzazione del suolo: zone prive di copertura arborea (incolto produttivo, seminativo e irriguo), zone con coltivazioni arboree (seminativo erborato, vigneto, uliveto e arboricoltura) e zone boschive. In particolare, i terreni adibiti a coltivazioni estensive costituiscono una parte consistente del bacino occupando il 74,92% della superficie totale, le aree con copertura arborea corrispondono al 23,87% dell'area totale, mentre quelle boschive risultano marginali occupando solo lo 0,33%. Il restante 0,88% non rientra nelle zone sopraelencate risultando interessato da insediamenti urbani o altre forme di utilizzazione del suolo. Guardando il bacino nel suo insieme, la parte settentrionale è caratterizzata prevalentemente da pascoli e seminativi, con qualche limitata presenza di zone con copertura arborea. La parte meridionale, invece, presenta sia aree prive di vegetazione arborea che aree con sviluppo dell'arboricoltura più o meno in egual misura. Nella parte centro-settentrionale è anche possibile individuare alcune aree boschive di estensioni limitate, che spesso rappresentano zone di rimboschimento realizzate per il consolidamento di alcuni pendii di natura particolarmente franosa.

### 3.1.6 Aspetti climatici

Le variazioni dell'assetto morfologico si ripercuotono sugli aspetti climatici del territorio del bacino del fiume Imera meridionale. Infatti, alle tre zone principali individuate dal punto di vista geomorfologico (cfr. § 3.1.1) corrispondono essenzialmente tre aree climatiche differenti: l'area

montana delle Madonie a clima mesomediterraneo umido, l'area collinare a clima secco e con elevate escursioni termiche giornaliere e l'area costiera a clima sub-umido secco.

L'area montana umida delle Madonie è, insieme alla catena dei Nebrodi e dei Peloritani, uno dei settori più piovosi della Sicilia, con precipitazioni medie annue intorno a 1.300 mm e fornisce notevoli volumi di acqua di ottima qualità, in quanto mancano litologie capaci di assicurare un alto valore di salinità alle acque e l'impatto antropico è ancora basso.

La parte collinare, corrispondente essenzialmente con il bacino di Caltanissetta, presenta un clima secco caratterizzato da elevate escursioni termiche in cui a inverni molto freddi si contrappongono estati aride e molto calde, con temperature anche al di sopra di 42 °C. Inoltre, la presenza di rocce argillose a bassa permeabilità e di rocce della serie gessoso-solfifera impermeabili e solubili rende questo settore centrale del bacino dell'Imera meridionale estremamente vulnerabile al prolungarsi della stagione asciutta, condizione non rara in Sicilia.

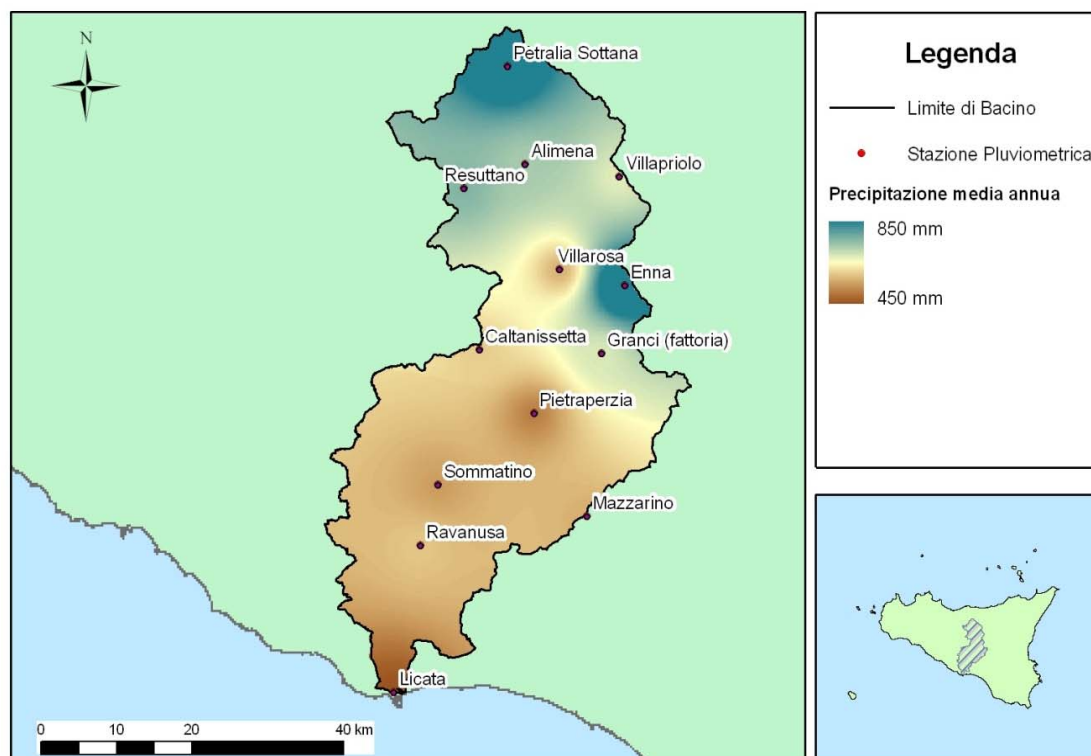
La fascia costiera centro-meridionale del bacino presenta minori escursioni termiche rispetto alle aree interne, ma ha un clima più arido con precipitazioni medie annue che si attestano intorno a 453 mm distribuiti su circa 60 giorni piovosi in un anno e con temperatura media annua intorno a 18 °C.

Per quanto riguarda il regime pluviometrico dell'area, informazioni molto utili si possono desumere da un'analisi dei valori di precipitazione forniti dalle stazioni pluviometriche che ricadono all'interno del bacino. Prendendo in considerazione le osservazioni di pioggia registrate in 13 stazioni ubicate nel bacino dell'Imera meridionale, in Tabella V sono riportati i principali parametri statistici della precipitazione annua per il periodo che va dal 1926 al 2000.

**Tabella V** Parametri statistici della precipitazione annua registrata nel bacino dell'Imera meridionale (1926-2000)

Nome stazione	Quota (m s.m.)	Precipitazioni medie annue (mm)	S. q. m. (mm)	C <sub>v</sub>	h <sub>min</sub> (mm)	h <sub>max</sub> (mm)
PETRALIA SOTTANA	930	805,5	188,1	0,2	397,0	1440,2
ALIMENA	775	640,3	206,3	0,3	297,1	1272,0
RESUTTANO	555	666,6	178,6	0,3	288,8	1105,0
ENNA	950	856,0	365,1	0,4	289,0	2502,0
VILLAPRIOLO	565	600,8	176,3	0,3	262,0	1323,6
VILLAROSA	518	518,6	153,7	0,2	234,8	1117,4
GRANCI (FATTORIA)	572	606,3	199,5	0,3	227,0	1235,0
CALTANISSETTA	375	540,9	148,5	0,3	248,4	1028,2
PIETRAPERZIA	467	474,5	139,7	0,3	202,2	1109,4
SOMMATINO	349	500,6	145,3	0,3	222,4	980,6
RAVANUSA	306	536,3	165,5	0,3	218,4	853,0
LICATA	70	428,9	125,4	0,3	205,8	774,2
MAZZARINO	547	517,5	149,6	0,3	235,0	964,2

In Figura 21 si può vedere l'andamento della precipitazione media annua del periodo 1926-2000 con relativa ubicazione delle stazioni pluviometriche all'interno del bacino del fiume Imera meridionale.



**Figura 21** Precipitazione media annua (1926-2000) e stazioni pluviometriche nel bacino dell'Imera meridionale

### 3.1.7 Stato qualitativo delle acque del fiume Imera meridionale

Data la scarsa densità di attività antropiche, sia per la bassa urbanizzazione che per l'assenza di impianti industriali o siti produttivi, lo stato qualitativo delle acque del fiume Imera meridionale risulta legato essenzialmente a tutti quei processi geochimici che avvengono per contatto fra l'acqua piovana e la matrice solida costituita dalla roccia. I processi di degrado delle risorse idriche dell'Imera meridionale, infatti, si possono imputare principalmente ai contributi di acqua da alcuni affluenti caratterizzati da rocce della serie gessoso-solfifera. Gli affioramenti di tali rocce, costituite in prevalenza da estese formazioni evaporitiche con intercalazioni di salgemma e sali potassici, conferiscono alle acque del fiume un certo tasso di salinità per dissoluzione delle rocce stesse al contatto con le acque, salinità che aumenta drasticamente dalla sorgente alla foce e che talvolta è talmente elevato da aver indotto gli abitanti di quelle zone ad utilizzare il nome di Salso in luogo di quello di Imera meridionale.

Diversi sono stati i lavori e gli studi condotti nel corso degli anni sui fenomeni di elevata salinità del fiume Imera meridionale e i risultati forniti da alcuni di essi appaiono molto interessanti per le indagini svolte in questa sede.

Il lavoro condotto da Roda (1970) mostra i risultati ottenuti con diverse campagne di misura effettuate, dal 1955 al 1956 e dal 1959 al 1961, al fine di determinare il contenuto dei solfati ( $\text{SO}_4^{--}$ ) e dei cloruri (come  $\text{NaCl}$ ) presenti nelle acque del fiume Imera meridionale attraverso dei prelievi eseguiti in corrispondenza delle stazioni idrometriche di Ponte Cinque Archi, Capodarso, Besaro e Drasi. Di fatto, si tratta di misure sistematiche che avevano l'obiettivo di stimare il peso del salgemma trasportato dal fiume. In particolare, il lavoro mostra che durante l'evento piovoso preso in considerazione si era avuta una piena notevole e, in concomitanza al picco di portata massima, la conducibilità aveva il suo valore minimo, intorno a 1 dS/m. Con il diminuire della portata, la concentrazione risaliva rapidamente verso il suo valore massimo, raggiungendo oltre gli 8 dS/m.

Nel 1982, l'Aquater S.p.A. ha reso noti i risultati dello "Studio sull'utilizzazione delle acque dei fiumi Platani, Imera meridionale e loro affluenti" finanziato dalla Cassa per il Mezzogiorno. La convenzione tra il Consorzio di Bonifica del Salso inferiore e la società Aquater S.p.A. stabiliva che lo scopo principale dell'indagine era lo studio di alcuni torrenti affluenti del fiume Imera



meridionale e del fiume Platani ed in particolare “la definizione del rapporto salinità-portata durante l’anno idrologico che permetterà di stabilire la norma per la utilizzazione delle acque per gli usi irrigui ed industriali”.

Il rapporto finale dell’Aquater S.p.A. sintetizza i risultati relativi alle misure di salinità in funzione della portata per il triennio 1978-1981 e le analisi statistiche effettuate su tali misure. Inoltre, tale lavoro riporta le simulazioni della quantità d’acqua ottenibile e dei livelli di salinità raggiunti per certi invasi ipotizzabili.

Due infatti sono le ipotesi effettuate: la prima relativa alla possibile realizzazione di un serbatoio di accumulo degli apporti dei corsi d’acqua torrente S. Cataldo, Binaria, Castellazzo, Braemi e Tardara e la seconda relativa al serbatoio da realizzare con gli apporti dei corsi d’acqua San Giorgio, Castello e Gangi. Per il primo serbatoio si ipotizzano due soluzioni: la prima prevede di invasare tutte le acque del torrente Braemi e la portata degli altri corsi d’acqua solo quando l’altezza idrometrica supera i 25 cm in alveo; la seconda prevede di derivare tutte le portate indipendentemente da qualsiasi soglia. In base a tali ipotesi, nel primo serbatoio la quantità media d’acqua mensilmente mantenuta nell’invaso sarebbe di circa 1,4 milioni di metri cubi (fissando una soglia minima di 25 cm) e di circa 1,9 milioni di metri cubi (senza soglia) con una salinità media dell’acqua rispettivamente di 2,212 dS/m e di 2,102 dS/m. Nel secondo serbatoio invece la quantità media d’acqua mensilmente mantenuta nell’invaso sarebbe di circa 1,6 milioni di metri cubi con una salinità media di 1,284 dS/m.

Nondimeno, lo studio mette in evidenza che la stima della salinità media risulta influenzata dall’elevata inattendibilità di gran parte delle letture effettuate, a causa del frequente cattivo funzionamento delle apparecchiature di rilevazione. Inoltre, analizzando i risultati presentati, si può vedere come le stime della salinità media non siano in alcun logico rapporto con le quantità d’acqua affluite all’invaso. Comunque, per ovviare alla scarsa attendibilità delle letture effettuate, i valori medi di salinità sono stati desunti sulla base dei dati mensili le cui rilevazioni si dimostravano sufficientemente attendibili.

Recentemente, da uno studio condotto nell’ambito del progetto RIADE (Vaccaro e Rapti Caputo, 2005) per caratterizzare la qualità delle acque del corso d’acqua in oggetto alla scala del bacino idrografico con quattro campagne di misure in diverse stazioni poste all’interno del reticolo del Salso (la prima delle quali è avvenuta nel 2003 e l’ultima nel 2005), è emerso un peggioramento delle qualità chimico-fisiche delle acque. Nei campioni raccolti sono stati misurati in situ la conducibilità elettrica delle acque, il pH e la temperatura. In seguito, sono state analizzate le concentrazioni ioniche principali (Ca, Mg, K, Na, Cl, SO<sub>4</sub> e NO<sub>3</sub>) presso il Laboratorio di Chimica dell’Università di Perugia, mentre nel Laboratorio di Geochimica Applicata dell’Università di Ferrara sono state determinate le concentrazioni degli elementi in tracce (Li, Be, B, V, Cr, Fe, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, As, Se, Rb, Sr, Mo, Ba, Hg, Pb e U). Dal confronto fra le varie campagne di prelievi si nota un netto aumento dei valori di conducibilità elettrica misurata in situ. Tuttavia, tale inquinamento non interessa tutta l’asta fluviale in maniera omogenea, ma produce apporti localizzati di acqua che per l’elevata concentrazione di solfati e/o cloruri influisce significativamente sulla qualità della maggior parte dell’asta fluviale dell’Imera meridionale. Dal punto di vista geochimico, è possibile distinguere fra aste fluviali ad elevata salinità con valori fino a 35,0 dS/m ed aste a bassa salinità con valori pari a 1,0 dS/m.

Nonostante gli apporti di acqua ad elevata salinità, il contributo del fiume Salso ai processi di degrado degli acquiferi è abbastanza basso in quasi tutto l’alveo ad eccezione della foce. L’effetto di diluizione dovuto all’immissione nel fiume Salso di torrenti ed affluenti caratterizzati da una minore salinità e la presenza di acque dolci nell’acquifero, infatti, sono in grado di produrre un’efficace barriera idraulica sufficiente a contrastare le intrusioni di acqua salata dal fiume. In prossimità della foce, invece, importante è l’effetto che l’incremento di salinità produce nell’area costiera. Infatti, non essendovi una significativa differenza di salinità, non si realizza la barriera idraulica di acqua dolce in grado di impedire l’ingresso di acque salate dal mare idraulicamente non contrastate dal flusso di acque dolci.

### 3.1.8 Sistema di approvvigionamento idrico attuale e previsto

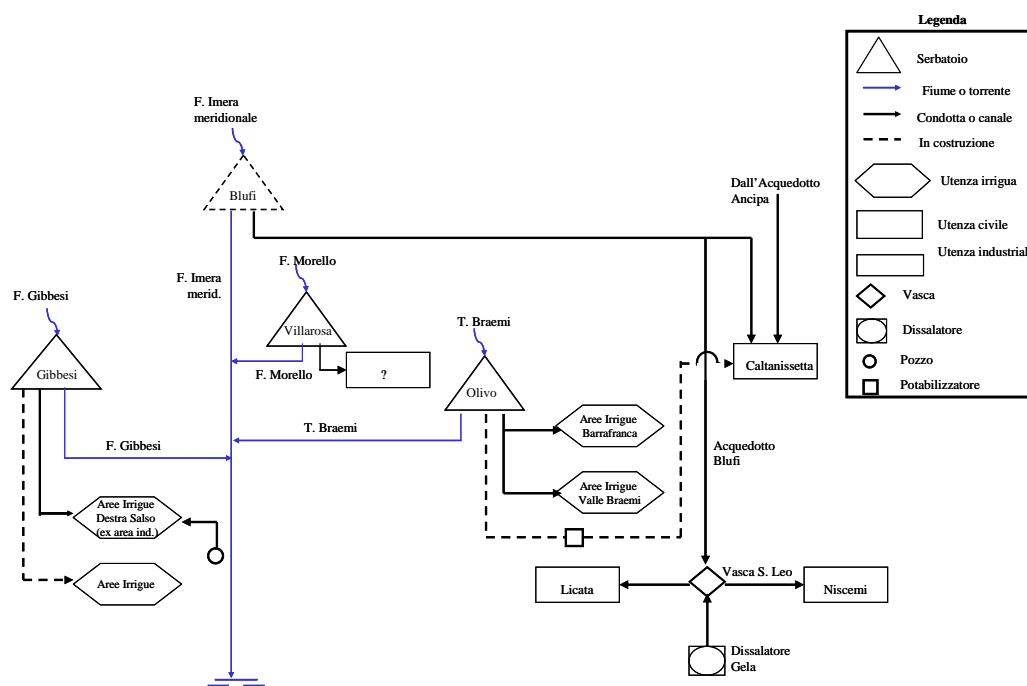
Dal punto di vista dell'utilizzazione della risorsa idrica, all'interno del bacino ricadono tre serbatoi di regolazione dei deflussi superficiali completati (Villarosa, Olivo e Gibbesi) ed uno in costruzione (Blufi).

Il serbatoio Villarosa sul fiume Morello sottende un bacino con una superficie di 102 km<sup>2</sup> e presenta una capacità utile di circa 10,3 milioni di m<sup>3</sup>. Gestito dall'EMS (Ente Minerario Siciliano), è entrato in esercizio nel 1972 per alimentare gli impianti industriali della lavorazione dei sali potassici della miniera di Pasquasia, ma finì di essere utilizzato quando nel 1992 cessò la produzione nell'impianto di Pasquasia, rimanendo inutilizzato da allora.

Il serbatoio Olivo, ottenuto dallo sbarramento del corso del torrente Braemi, sottende un bacino di 60 km<sup>2</sup> ed ha una capacità utile di 14,9 milioni di m<sup>3</sup>. Entrato in esercizio nel 1983 per scopi irrigui, attualmente serve le aree irrigue di Barrafranca, Mazzarino e Piazza Armerina e della Valle del Braemi, mentre è in corso di realizzazione un collegamento fra il serbatoio Olivo ed il comune di Caltanissetta per scopi idropotabili. Esso è gestito dal Consorzio di bonifica di Enna n. 6.

Il serbatoio Gibbesi sul corso d'acqua omonimo ricade nel territorio dei comuni di Sommatino (Caltanissetta) e Naro (Agrigento), sottende un bacino di 116 km<sup>2</sup> e possiede una capacità utile di 7,9 milioni di m<sup>3</sup> (6,4 milioni di m<sup>3</sup> secondo un recente studio idrologico della SOGESID S.p.A.). Commissionato dall'EMS a scopo industriale e irriguo, il serbatoio Gibbesi non risulta ancora in esercizio, pur essendo già provvisto di alcune opere di derivazione e adduzione. L'unica eccezione è rappresentata da una condotta che in passato era a servizio della zona industriale di Licata, ma che recentemente è stata utilizzata per distribuire nella piana acqua per uso irriguo. Con delibera della Giunta Regionale Siciliana del 6 aprile 2006 la diga è stata affidata al Consorzio di Bonifica n. 5 di Gela e le sue acque sono destinate soltanto all'uso irriguo.

All'interno del bacino del fiume Salso, ricade anche un quarto serbatoio, quello del Blufi che risulta attualmente in fase di costruzione e che, secondo il progetto esecutivo, dovrebbe sottendere un bacino di 73,2 km<sup>2</sup> e possedere una capacità utile di 22 milioni di m<sup>3</sup>. I lavori per la sua realizzazione ebbero inizio nel 1991, ma per alterne vicende la struttura è ancora in fase di completamento. Come riportato nella Figura 22 che mostra lo schema idrico del corso d'acqua, a lavori ultimati, oltre a servire il comune di Caltanissetta, le acque del Blufi dovrebbero essere addotte alla vasca di S. Leo dove, miscelandosi con le acque provenienti dal dissalatore di Gela, verrebbero distribuite ai comuni di Licata e Niscemi.



**Figura 22** Schema del sistema di approvvigionamento idrico del fiume Imera meridionale

### 3.2. Vulnerabilità alla siccità e alla desertificazione del bacino dell'Imera meridionale

Le problematiche che possono individuarsi nel bacino del fiume Imera meridionale in termini di fattori predisponenti alla desertificazione risultano connesse sia a cause naturali, cioè alle caratteristiche fisiche del bacino, sia a cause antropiche, cioè legate all'utilizzazione del territorio da parte dell'uomo.

In termini di caratteristiche naturali, un aspetto critico è connesso alla natura litologica del bacino del corso d'acqua, costituito prevalentemente da sedimenti argillosi ed evaporatici a bassa permeabilità. Tale composizione rende i terreni del bacino non solo caratterizzati da una bassissima infiltrazione che consente una scarsa alimentazione degli acquiferi, ma anche poco resistenti a fenomeni erosivi e quindi molto sensibili alla perdita dello strato di suolo fertile. Inoltre, i problemi di questa zona classificata come area ad elevato rischio idrogeologico vengono amplificati ulteriormente dal regime pluviometrico che si manifesta con eventi di pioggia di notevole intensità e breve durata che producono deflussi rapidi e particolarmente intensi con elevata capacità erosiva e di conseguenza con un rilevante trasporto solido dei corsi d'acqua.

Prendendo in considerazione la caratterizzazione geolitologica e dell'uso del suolo effettuata dallo studio di Coltro e Ferrara (1979), inoltre, emerge che il territorio del bacino in esame presenta delle zone caratterizzate da un differente grado di predisposizione al dissesto data dalla combinazione della litologia, della pendenza dei versanti e dell'utilizzo del suolo. La presenza di tali aree a rischio lascia inoltre intravedere una certa tendenza evolutiva al dissesto di una parte non trascurabile del territorio del bacino, confermata peraltro da numerosi fattori quali lo stato di scarsa maturità del reticolo di drenaggio, la natura prevalentemente impermeabile degli affioramenti, la copertura boschiva pressoché carente. Naturalmente, nota la dissestabilità del territorio, è possibile programmare interventi adeguati per la conservazione del suolo che si inseriscono in un quadro più ampio di strategie di lotta alla desertificazione.

Altra problematica che interessa il bacino dell'Imera meridionale riguarda lo stato qualitativo delle sue acque. Come sottolineato precedentemente, infatti, la presenza di affioramenti della successione evaporitica provoca l'arricchimento in sali delle acque destinate al ruscellamento superficiale, compromettendone notevolmente le caratteristiche qualitative e rendendole non sempre adatte all'utilizzo irriguo. Ma l'elevata salinità delle acque del fiume rappresenta un fattore di

degrado anche per le acque dolci degli acquiferi del tratto terminale del corso d'acqua. A differenza degli acquiferi di buona parte dell'alto e medio corso del fiume, dove la qualità delle acque è discreta, nella zona della foce si ha un importante ingresso di acqua salata che va a deteriorare gli acquiferi. Inoltre, si registra un forte arretramento della linea di costa dovuto presumibilmente alla riduzione del trasporto solido dal fiume.

Ma oltre alle caratteristiche naturali, vale la pena di ricordare alcuni interventi antropici realizzati negli ultimi cinquanta anni che hanno modificato, talvolta anche in maniera significativa, il regime del corso d'acqua del fiume Imera meridionale.

Anzitutto occorre considerare la costruzione di alcuni serbatoi lungo settori dell'asta principale per la regolazione di deflussi (cfr. § 3.1.4) che ha prodotto un incremento della salinità per via dell'aumento del tempo di contatto fra la roccia e l'acqua (Colonna et al., 2006), nonché una diminuzione del trasporto fluviale che ha causato un'accelerazione dei fenomeni di erosione lungo la fascia costiera.

Fra gli interventi di un certo rilievo va annoverata anche la costruzione, risalente a metà degli anni Settanta, del tronco centrale dell'autostrada Catania-Palermo che interessa il bacino in oggetto dalla galleria di Enna (spartiacque con il fiume Dittaino) alla galleria Tre Monzelli (spartiacque con il fiume Imera settentrionale). Tale complesso autostradale ha influenzato fortemente il regime idrico del Salso per via della realizzazione di numerosi piloni e viadotti, di diverse briglie e per il prelievo di inerti dall'alveo del fiume.

Anche la realizzazione di interventi di sistemazione idraulica rivolti ad alcuni tronchi limitati dell'asta principale dell'Imera meridionale e di vari affluenti (quali muri di contenimento delle sponde nel fiume Morello, argini nel tronco finale dell'Imera, briglie nella rete idrografica minore) ha esercitato una forte influenza sul regime idrico del corso d'acqua.

### **3.3. Il territorio del Comune di Licata**

#### **3.3.1 Generalità**

Oggetto di numerosi studi ed analisi ambientali, di cui alcuni ancora in corso, l'area del territorio di Licata è stata scelta perché storicamente caratterizzata da gravi crisi idriche e da problemi di desertificazione. Designata, infatti, dall'Unione Europea come caso emblematico della desertificazione in Sicilia e nell'area del Mediterraneo, Licata è stata inserita fra i 20 comuni italiani dei 150 europei da monitorare (Vaccaro e Rapti Caputo, 2005). In essa il fenomeno della desertificazione viene percepito "visivamente" dalla popolazione per via del forte impatto locale che si traduce principalmente in un progressivo declino delle attività economiche, nella carenza o inadeguato sviluppo di nuove attività produttive, nella diminuzione della popolazione residente.

Da un punto di vista morfologico, il territorio (Figura 23) presenta un'altimetria variabile che va dal livello del mare a 500 m s.l.m.m. In esso si possono distinguere essenzialmente due zone: la collinare e la litoranea pianeggiante. La zona collinare interessa una superficie di circa 10.000 ha, mentre la vasta pianura alluvionale si estende per circa 7.000 ha occupando circa 24 km della costa centro-meridionale dell'isola. Nella parte valliva di Licata confluiscono le acque del fiume Salso e dei suoi affluenti; pertanto, come già evidenziato, anche quest'area è soggetta ad elevato rischio idrogeologico.



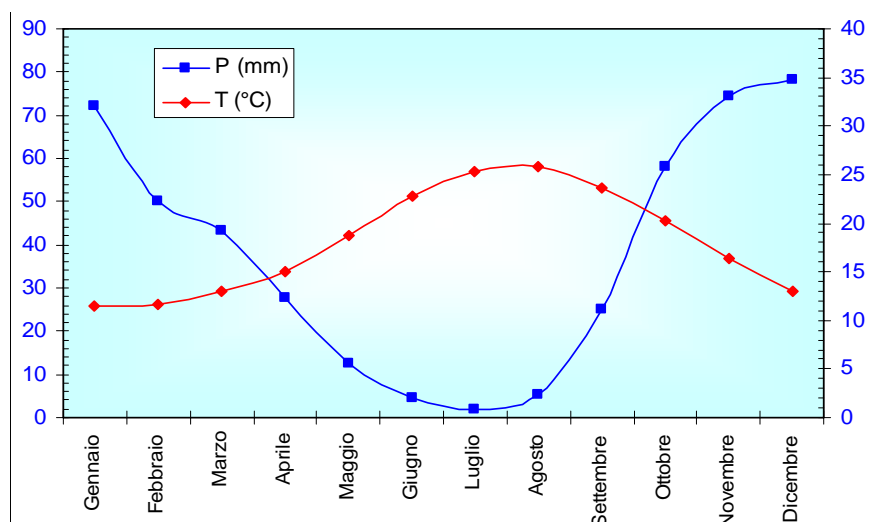
**Figura 23** Panorama del territorio di Licata

### 3.3.2 Caratteristiche climatiche

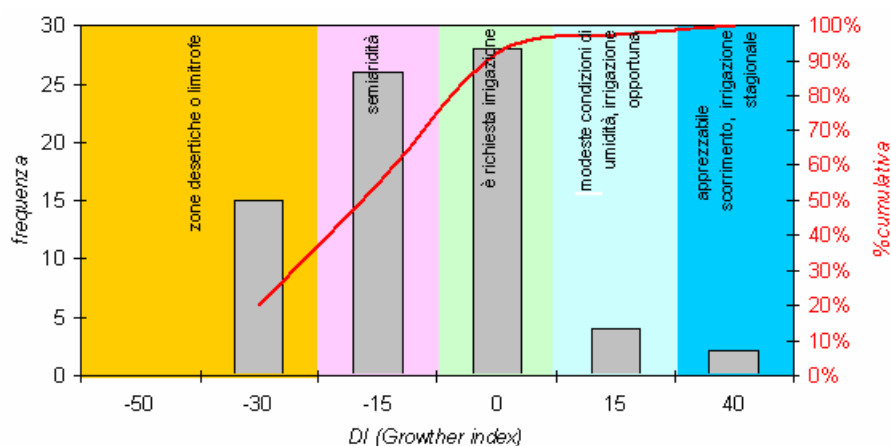
Il territorio di Licata presenta precipitazioni modeste caratterizzate da un'elevata variabilità sia interannuale che intra-annuale. Maggiore frequenza presentano gli anni con piogge inferiori ai 550 mm, mentre gli anni con pioggia maggiore rappresentano solo il 9% circa del periodo di osservazione 1926-2000. Dalla distribuzione delle precipitazioni medie mensili relative allo stesso periodo è evidente la graduale diminuzione delle precipitazioni da dicembre a luglio che risulta il mese più secco dell'anno con appena 4,4 mm di pioggia. Dal mese di ottobre invece, fino a gennaio si verifica un brusco aumento delle precipitazioni che raggiungono in questo ultimo mese i 78,3 mm (colonna et al., 2006). Il carattere a volte torrenziale delle prime piogge autunnali ha generato zone ad elevata erosione che costituiscono, in un certo senso, un elemento chiave in un quadro di tendenza alla desertificazione.

Per quanto concerne la distribuzione delle temperature medie mensili riferite allo stesso periodo nella stazione di Licata è stato osservato che la temperatura media annua è di 18,1 °C con variazioni tra i 15,7 °C, ed i 19,9 °C. Le temperature massime si osservano nei mesi estivi, mentre il mese più freddo dell'anno è gennaio con una temperatura media mensile pari a 11,55 °C (Figura 24). Venti sciroccali e di libeccio sono presenti per circa 140 giorni l'anno provocando danni notevoli alle colture agrarie.

L'indice proposto da Crowther ( $DI = P - 3,3 T$ ), che riguarda il bilancio fra precipitazione totale annua  $P$  (in cm) ed evaporazione (ricavata indirettamente dalla temperatura media annua  $T$ , in °C) e che è stato applicato nel progetto RIADE sui dati termo-pluviometrici annuali provenienti dalla stazione di Licata per l'ottantennio suddetto, caratterizza l'area di studio come una zona semi-arida dove è necessaria una continua richiesta di irrigazione anche se non mancano gli anni aridi. I risultati ottenuti applicando l'indice di Crowther alle serie meteorologiche del periodo 1926-2000 sono riportati in Figura 25.



**Figura 24** Andamento nell'anno dei valori medi mensili delle precipitazioni e delle temperature medie nella stazione di Licata (periodo di riferimento 1926-2000) (Colonna et al., 2006)



**Figura 25** Distribuzione e frequenza dell'Indice di Desertificazione (DI) secondo Crowther nella stazione di Licata (Colonna et al., 2006)

### 3.3.3 Risorse idriche

Per quanto concerne le risorse idriche che interessano l'area di Licata, il fiume Salso (Figura 26) è l'unico corso d'acqua di rilievo, sebbene le sue acque, per via del contenuto salino, non sempre si prestano all'utilizzazione per fini irrigui, poiché la conducibilità nel corso dell'anno può passare dai 2,00 dS/m registrati in inverno ai 14,00 dS/m dei mesi estivi.

Ad eccezione dell'utilizzo non legittimo delle acque del Salso in particolari periodi dell'anno (allorché la conducibilità risulta inferiore a 4 dS/m), non essendo presenti dighe o altre infrastrutture pubbliche funzionanti, le altre fonti di approvvigionamento di cui si servono gli agricoltori sono costituite da pozzi aziendali e da laghetti collinari. In particolare, i pozzi aziendali ammonterebbero a circa 2.000 (SOAT 86 di Licata, 2002), il 30% dei quali è di tipo scavato a bocca larga con diametro di 4-6 m e con profondità di 10-12 m (Figura 27). Tali pozzi sfruttano l'acquifero a falda libera e localmente semiconfinato, fortemente eterogeneo sia a scala orizzontale sia verticale. I pozzi più vecchi sono realizzati in pietra, mentre quelli più recenti con anelli in calcestruzzo. Essi svolgono una duplice funzione: da una parte l'utilizzazione degli acquiferi per uso irriguo e dall'altra la raccolta dell'acqua piovana nei periodi estivi, con minori effetti di evaporazione rispetto agli invasi superficiali. Attualmente, gran parte di questi pozzi si trova dentro le serre, ampiamente diffuse in tutto il territorio. Il restante 70% dei pozzi aziendali é costituito da



pozzi trivellati che raggiungono la profondità di 60-70 m. La portata varia da 0,5 l/sec per i pozzi di tipo scavato a 2/3 l/sec per gli artesiani.



**Figura 26** Fiume Salso in prossimità di Licata



**Figura 27** Pozzo a bocca larga

Per la determinazione delle caratteristiche qualitative delle risorse idriche sotterranee, nell'ambito del progetto RIADE, è stato effettuato (maggio-giugno 2004) un censimento dei pozzi esistenti. Per ogni singolo pozzo identificato in campagna, sono stati misurati il diametro, la soggiacenza, i principali parametri chimico-fisici delle acque, quali pH, conducibilità elettrica e temperatura. Inoltre, da ciascun pozzo sono stati prelevati campioni d'acqua in bottiglie in PVC che successivamente sono stati analizzati presso il Laboratorio di Idrogeochimica dell'Università di Ferrara per determinarne le concentrazioni ioniche in Ca, Mg,  $\text{SO}_4$ ,  $\text{NO}_3$  e Cl utilizzando metodi spettrofotometrici, il  $\text{HCO}_3$  con metodi colorimetrici, il K e Na con l'assorbimento atomico e il contenuto in alcuni metalli pesanti utilizzando il plasma massa. Dalle analisi chimiche effettuate nelle acque campionate nei pozzi, è stato rilevato che, in particolare, la conducibilità elettrica delle acque (riferita a tutti i campioni) presenta variazioni tra i 0,50 e i 15,00 dS/m con valore medio pari a 5,925 dS/m.

Nonostante i valori di salinità riscontrati, la carenza di acque di buona qualità nell'agro di Licata ha portato all'utilizzo di acqua salmastra, di falda o proveniente dal fiume Salso, per l'irrigazione dei suoli, non senza conseguenze per terreno e coltivazioni. Tuttavia, l'uso di acque saline in campo irriguo non solo limita la scelta delle colture e delle produzioni, ma può anche rappresentare un fattore di rischio sia per il suolo che per le colture stesse. Per quanto riguarda le colture, l'irrigazione con acqua salina può causare stress osmotico e può provocare tossicità, influenzando negativamente sulla qualità e sulla quantità delle produzioni agricole (Flagella et al., 1999). Per ciò

che concerne gli effetti sul terreno, invece, l'uso di acque con un elevato contenuto in sali può compromettere la fertilità e la capacità d'uso nei suoli nel tempo, provocando problemi di salinizzazione del suolo indotta o secondaria e sodicizzazione del suo complesso di scambio (Chhabra, 1996). I suoli irrigati con acqua salmastra, infatti, perdono progressivamente le loro capacità produttive e, in relazione alle condizioni climatiche, possono evolvere verso tipi pedologici caratterizzati da bassa fertilità e da elevata salinità, associate, nei casi peggiori, ad un'elevata sodicità del complesso di scambio (Sanesi, 2000). Questo grave rischio ambientale pone l'imprenditore agricolo davanti ad un bivio: irrigare per produrre e quindi sopravvivere oppure non irrigare per salvaguardare il suolo e cercare altrove una fonte alternativa di reddito (Raimondi et al. 2004a).

La storia dell'irrigazione licatese è piena di giudizi e pareri alterni sull'utilizzo di acque con elevato contenuto salino. Diversi sono stati gli studi effettuati in proposito, alcuni dei quali anche molto accreditati.

Un primo studio eseguito nel 1960 (Ballatore et al., 1960), ha realizzato un'analisi scientifica della realtà agricola licatese attraverso osservazioni di campagna senza campi sperimentali, al fine di poter fornire indicazioni sui possibili miglioramenti della tecnica colturale grazie all'adozione della pratica irrigua. Peraltro, già nel periodo in cui veniva condotto lo studio, il problema della salinità delle acque del Salso era ben noto agli agricoltori licatesi che utilizzavano l'acqua salmastra con parsimonia, immagazzinandola solo quando essa presentava una carica salina, espressa tramite i cloruri, del 5-1,15 ‰. Il suddetto studio giungeva alle seguenti conclusioni: il drenaggio in alcune aree non era impedito, l'andamento climatico della zona permetteva in alcuni anni l'allontanamento dei sali dal suolo e il calcio svolgeva un'azione antagonista nei confronti del sodio. Tenendo anche conto della perizia dimostrata dagli agricoltori nei confronti del problema della salinizzazione del terreno, il parere finale espresso dai ricercatori era favorevole all'utilizzazione dell'acqua salmastra per fini irrigui.

Dello stesso parere non sono state le indicazioni fornite da uno studio successivo (Ballatore et al., 1968) realizzato per studiare le ripercussioni dell'uso di acqua salmastra (EC<sub>w</sub> tra 3,9 e 5,3 dS/m) in suoli con elevato contenuto di argilla (40-50%) considerati rappresentativi della piana di Licata. Lo studio era subordinato alla costruzione di un serbatoio per utilizzare le acque da derivare dal fiume Salso. Le risposte produttive delle colture impiantate nel campo sperimentale allestito per l'occasione ed i problemi causati al suolo irrigato con l'acqua proveniente dal Salso (diminuzione della permeabilità e perdita di fertilità generale) hanno spinto i ricercatori a sconsigliarne l'utilizzo per l'irrigazione e, pertanto, a dare parere negativo sulla realizzazione dell'invaso sul fiume Salso, con il risultato che, in assenza di alternative, gli agricoltori continuavano ad attingere in proprio l'acqua salmastra, incrementando i volumi stagionali e praticando l'irrigazione lisciviante estiva per allontanare i sali.

Nel 1989, Fierotti et al. hanno classificato i tipi pedologici presenti nella piana di Licata secondo la Soil Taxonomy e, applicando il "Land Classification System" che tiene conto di tutti gli aspetti del suolo (topografici, fisici, chimici ed idrologici), hanno evidenziato le aree suscettibili all'irrigazione. Da tale studio è emerso che nella maggior parte dei terreni investigati risultava possibile un'agricoltura irrigua con le acque provenienti dal Gibbesi.

Dal 1980 in poi si è avuto un incremento notevole nell'utilizzazione delle acque salmastre con uno sviluppo agricolo senza precedenti e con produzioni ortive in serra, in tunnel e a pieno campo di alta qualità. Per contro, però, investigando su diversi siti del licatese, Raimondi et al. (2002) hanno riscontrato suoli caratterizzati da elevata salinità e talora da un alto valore di ESP (percentuale di sodio scambiabile) ed hanno concluso che la gestione con l'uso di acque salmastre del fiume Salso e di due pozzi nella piana di Licata ha modificato alcune caratteristiche dei suoli sia antropici che "naturali", diminuendo nel complesso la loro capacità ad ospitare piante agrarie.

Uno studio più recente, condotto da Raimondi et al. (2004a) su un quinquennio di osservazioni su due siti licatesi con suoli interessati da colture protette sia in serra che in tunnel, è stato realizzato per valutare la sostenibilità dell'irrigazione con acque salmastre. L'analisi eseguita



ha evidenziato che da un lato l'attività agricola è fondamentale per il territorio e dall'altro che la concomitanza del clima arido e della responsabilità dell'uomo che utilizza acque salmastre in modo indiscriminato può innescare un processo veloce di desertificazione, con il rischio di superare il punto di non ritorno. Infatti, al contrario dei suoli naturali limitrofi non irrigati e coltivati ad oliveto, i suoli monitorati avevano variato la propria linea evolutiva che risultava diretta verso la formazione di Aridosuoli che rappresentano il livello finale del processo di desertificazione. Tuttavia, pur evidenziando una diminuzione generale della fertilità del suolo, i risultati ottenuti applicando la metodologia di valutazione di impatto ambientale indicavano che il suolo aveva raggiunto un nuovo equilibrio nei suoi componenti dinamici e che, quindi, ipotizzando un andamento climatico con oscillazioni simili a quelle osservate nel quinquennio di elaborazione e una gestione futura oculata da parte dei coltivatori (anche nella scelta di specie colturali più tolleranti alla salinità), la gestione del suolo in irriguo era possibile. Pertanto, sulla base delle conclusioni raggiunte, è possibile utilizzare acque salmastre per l'irrigazione della piana di Licata, a patto di raggiungere un nuovo equilibrio dinamico del suolo che non determini un'eccessiva degenerazione delle sue caratteristiche, che potrebbero diventare fortemente limitanti nel creare le condizioni idonee per la sopravvivenza dell'apparato radicale delle piante. La gestione del suolo in irriguo deve essere oculata nel rispetto dell'equilibrio dinamico che intercorre tra i sali solubili della soluzione circolante, gli ioni sul complesso di scambio e le caratteristiche idrologiche del suolo. Va sottolineato che anche un miglioramento della sistemazione idraulico-agraria potrebbe mitigare la salinità e, in tal senso, i risultati prodotti dallo studio indicano che la gestione attuata con tunnel temporanei è da preferirsi a quella praticata in serra, in quanto risulta meno impattante per il suolo grazie alla lisciviazione che si verifica durante il periodo delle piogge.

Come anticipato precedentemente, per l'esigenza di ampliare le superfici irrigue, sono stati realizzati anche numerosi laghetti collinari (Figura 28), di cui circa 200 solo negli ultimi anni, con una capacità d'invaso da 5.000 a 20.000 m<sup>3</sup>. Tuttavia, poiché non godono di un'adeguata manutenzione tali laghetti sono spesso soggetti ad interrimento.



**Figura 28** Laghetti collinari

### **3.3.4 Attività produttive**

I principali settori produttivi del territorio di Licata sono rappresentati dall'agricoltura e dalla pesca, meno importanti sono l'industria, il turismo e l'artigianato.

L'agricoltura rappresenta il settore che impegna la maggiore forza lavoro con circa 4.000 addetti e circa 1.000 aziende con una superficie media di 5 ha. La maggior parte delle aziende è condotta in economia diretta con poca utilizzazione di salariati avventizi e ancor meno di fissi.

Dal punto di vista dell'utilizzazione della S.A.U. (superficie agricola utile), pari a 13.125,26 ettari (SOAT n. 86 di Licata, 2002), è possibile individuare differenti comparti: le colture protette, le ortive da pieno campo, la vite, l'olivo, le colture frutticole, le colture cerealicole e la zootecnia.

Il comparto delle **colture protette**, con circa 1.300 ha (ubicati per la quasi totalità nella piana, di cui 1.100 investiti a tunnel e 200 a serre), interessa il 10% della S.A.U. Dei 1.100 ettari di tunnels, 450 sono investiti a Melone Cantalupo, mentre il resto è quasi esclusivamente occupato da Peperone, Fagiolino e Pomodoro. I tunnels sono strutture la cui caratteristica principale deve essere la mobilità, perciò sono realizzati con profilati in ferro zincato, molto più idonei delle vecchie verghe in castagno, molto più facili da montarsi e più resistenti ai venti che spirano per gran parte dell'anno. La copertura viene realizzata con teli in PE o PVC. Le serre (Figura 29), a medio contenuto tecnologico, sono quelle tipiche della serra fredda siciliana, realizzate per la maggior parte, in legno e plastica, ma si stanno diffondendo quelle che utilizzano la palificazione in cemento con impalcatura in legno e copertura in PE che viene annualmente sostituita. Negli anni sono state realizzate serre con strutture metalliche che richiedono una minore manutenzione e rendono più agevole la loro copertura.

Al fine di sfruttare al meglio le strutture spesso vengono realizzati due cicli produttivi durante l'annata agraria.



**Figura 29** Serre nel territorio di Licata

In passato, nella piana di Licata, le favorevoli condizioni pedologiche e climatiche hanno determinato uno sviluppo rilevante dell'orticoltura da pieno campo (Figura 30); tuttavia, negli ultimi anni si è registrata una diminuzione della superficie ad essa destinata. Oggi questo comparto con i circa 2.150 ettari occupa circa il 17% della S.A.U. Le colture prevalenti sono Carciofo, Finocchio, Cavolfiore, Fava ed in misura minore Patata precoce. Il passaggio dall'agricoltura asciutta a quella irrigua ha determinato un notevole impulso alla coltivazione del Carciofo che così è diventato la coltura di gran lunga più importante in termini di superficie occupata e di redditività.



**Figura 30** Terreno preparato per colture da pieno campo

La **coltura della Vite** (Figura 31) nel territorio di Licata interessa il 13% della S.A.U. con circa 1.700 ettari, distinti in uva da mosto (1500 ha) e uva da tavola (200 ha). Quest'ultima, occupa una

posizione secondaria ed è dislocata quasi totalmente nella zona collinare (Red Globe e Uva Italia). L'unica forma di allevamento dei vigneti è il tendone irriguo che riesce a fornire produzioni di 200-250 ql/ha. L'uva da mosto viene coltivata oltre che nella collina anche nella piana e dove talvolta viene utilizzata per il consumo familiare. Le produzioni si aggirano sui 100-150 ql/ha ed i sistemi di allevamento sono la contropalliera ed il tendone.



**Figura 31** Vigneti nel territorio di Licata

La **coltura dell'Olio** (Figura 32) occupa circa 456 ettari rappresentando il 3% della S.A.U. di tutto il territorio di Licata. Disposta lungo le pendici della zona collinare ed in quella pedecollinare, per la maggior parte è rappresentata da nuovi impianti irrigui che si avvalgono delle più moderne tecniche di coltivazione. Le varietà più coltivate sono la Biancolilla, la Coratina, la Moresca e l'Ogliarola messinese per la produzione dell'olio, la Nocellara del Belice e la Giarraffa per la produzione da mensa. La resa è di 25/30 q.li/ha. Vi è poi una piccola area composta da vecchi impianti consociati al mandorlo che vengono condotti con metodi tradizionali, ma le cui rese non sono paragonabili a quelle dei nuovi impianti.

Le **colture frutticole** sono rappresentate per la maggior parte da mandorleti vetusti, coltivati con metodi tradizionali. Le basse rese (10q.li/ettaro), che si ottengono con le varietà locali, ormai poco conosciute dal mercato, non incoraggiano una mandorlicoltura più moderna. Le attuali condizioni del mercato che rendono più conveniente l'importazione della mandorla dalla Spagna e dalla California, non consentono maggiori sviluppi delle superfici di queste colture che attualmente ammontano a 330 ha. Vi è poi una piccola superficie di circa 80 ha investita a ficodindieto, pescheto e pereto la cui produzione, a causa degli scarsi risultati ottenibili, trova collocazione solo sui mercati locali.



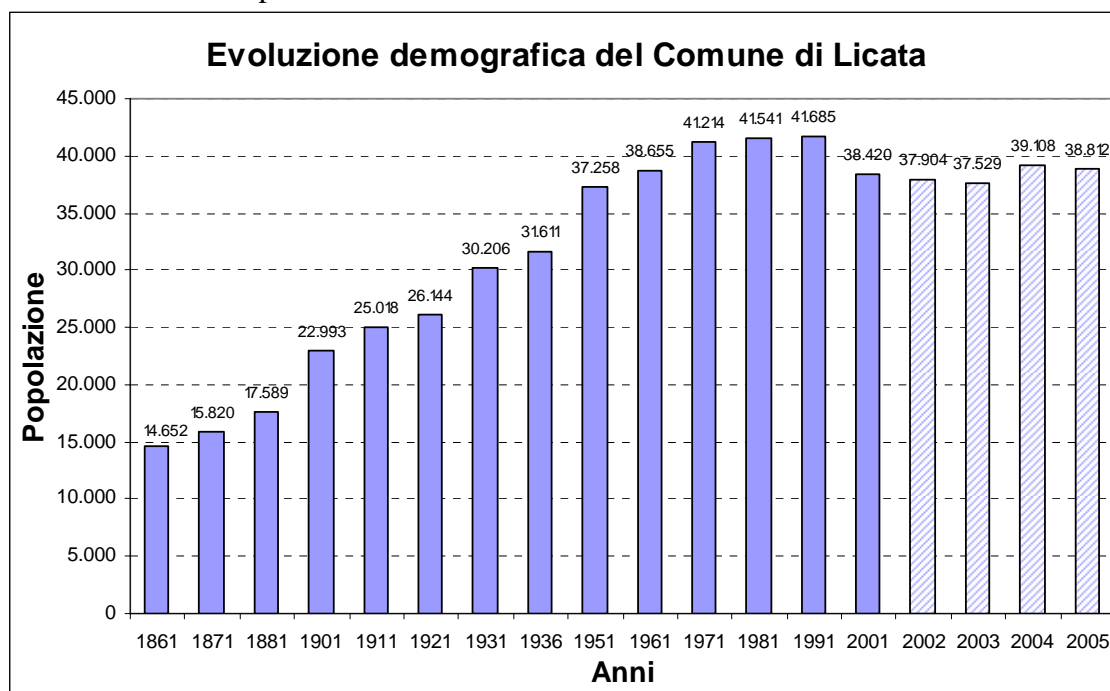
**Figura 32** Olivi nel territorio di Licata

Le **colture cerealicole**, occupando una superficie di 3.500 ettari pari al 26% della S.A.U., attengono quasi esclusivamente al grano duro: le varietà più coltivate sono la Duilio, la Simeto, l'Arcangelo e la Ciccio. La coltura del duro, a cui spesso segue quella dell'erba medica, è ubicata in quella parte delle colline dove l'assenza di acqua la rende l'unica scelta possibile; nella zona Nord delle colline e nella piana trova impiego nella rotazione, in avvicendamento al tunnel avvantaggiandosi così della fertilità residua della coltura precedente. Le rese medie (26 q.li/ha.) sono basse, perché risentono del clima arido e dei venti sciroccali.

Fra le attività produttive è possibile annoverare anche la zootecnia, sebbene non sia molto rilevante. Una buona parte della superficie del territorio collinare consta di terreni incolti con scarse possibilità di futuro ed è destinata al pascolo permanente. Sono presenti 15 aziende zootecniche con circa 350 capi bovini di razza Bruno alpina, Pezzata nera, Modicana e indigena. Nell'area si trovano, inoltre, 40 aziende ovicaprine con circa 6.000 capi comprendenti ovini di razza Comisana e barbaresca e caprini di derivata Siria e Maltese. Esiste ancora un'azienda suinicola con circa 1.100 capi di Landrace e LargeWhite (SOAT 86 Licata, 2002).

### 3.3.5 Aspetti demografici

Da un'analisi dell'andamento demografico della città di Licata nel corso degli ultimi 150 anni (Figura 33) si evidenzia come, dopo un significativo trend crescente per un periodo lungo più di un secolo, si assiste ad un'inversione di tendenza nel decennio 1991-2001 con un abbassamento della popolazione residente. Anche se negli ultimi 2 anni mostrati in Figura 33 il numero dei residenti appare lievemente in aumento rispetto ai primi anni del 2000, l'andamento generale sembra denunciare un progressiva diminuzione della popolazione che va di pari passo con i fenomeni di siccità ormai presenti da anni sul territorio.



**Figura 33** Andamento demografico della città di Licata dal 1861 al 2005 (fonte ISTAT)



## **4. ANALISI DELLA VULNERABILITA' ALLA SICCITA' E ALLA DESERTIFICAZIONE DEL TERRITORIO DI LICATA**

### **4.1 Fattori predisponenti la siccità e la desertificazione**

La piana di Licata rappresenta una delle zone della Sicilia centro-meridionale (Figura 34) che sono state più massicciamente interessate dalla realizzazione di numerosissime serre che costituiscono una delle maggiori risorse economiche del territorio. Se in passato, infatti, le attività licatesi in grado di produrre reddito erano di varia natura (estrazione mineraria, attività portuali, commercio e agricoltura), con il tempo e oggi ancor di più l'agricoltura rappresenta il settore economico di traino. Tuttavia, le attività agricole risentono fortemente dei problemi di carenza qualitativa e quantitativa delle risorse idriche. Infatti, non solo la disponibilità idrica è molto limitata, ma anche lo stato qualitativo dell'approvvigionamento idrico non può ritenersi sempre adeguato per l'utilizzo agricolo per via dell'elevato tasso di salinità delle acque superficiali dell'Imera meridionale.



**Figura 34** Panorama della piana di Licata

In particolare, nei periodi estivi la bassa disponibilità di acqua dagli acquiferi viene compensata con prelievi dal Salso, comportando l'uso di acque ad elevata salinità che nel tempo stanno provocando il degrado dei suoli per salinizzazione e accelerando i processi di desertificazione. L'uso di acque salmastre ha infatti determinato un accumulo di sali in terreni originariamente non salini; mentre la E.C.e. è passata da 0,2-0,3 dS/m a 4,6-14,6 dS/m e la concentrazione in cloruri da 0,9 a 3,5 g/l (Raimondi et al. 2002).

Ma la scarsità degli apporti idrici non espone i terreni solo a fenomeni di salinizzazione, ma altera anche i processi di formazione della sostanza organica, portando ad un abbassamento della fertilità e ad una progressiva impermeabilizzazione dei suoli.

La salinizzazione dei costituenti del suolo è tra i fattori di rischio più importanti e riconducibili alla pressione antropica; infatti, essa è il risultato dell'eccessivo sfruttamento delle falde acquifere e dell'intrusione di cunei di acqua marina. Inoltre, la salinizzazione è anche espressione delle attività agricole che sono particolarmente intense a causa della sempre maggiore diffusione di colture protette che stanno mutando lo scenario riguardante la domanda e la disponibilità dell'acqua.

D'altro canto, oltre a provocare effetti negativi sulla principale attività economica del territorio, la scarsità dell'approvvigionamento idrico rappresenta un inevitabile fattore di blocco per ogni altra forma di sviluppo.

Ma non è solo la parte pianeggiante del territorio di Licata ad essere caratterizzata da fattori predisponenti al fenomeno della desertificazione. Dal canto suo, infatti, anche la zona collinare presenta delle caratteristiche che la rendono particolarmente vulnerabile. Tale territorio, a cavallo di

alcuni rilievi rocciosi, è occupato da incolti e pascoli permanenti, ma anche da vigneti ed uliveti che, insieme con le colture della piana, contribuiscono a formare la parte più importante dell'economia agricola licatese. Tuttavia, il territorio è anche caratterizzato dalla presenza di terreni gessosi e di calanchi (Figura 35), che, come è noto, costituiscono un elemento critico nel processo di erosione dei suoli. Nei terreni in cui la coltivazione è resa impossibile dalle caratteristiche intrinseche dei suoli, il naturale equilibrio ambientale viene alterato e, alla lunga, potrebbe causare dissesti idrogeologici più importanti di quelli già in atto. Carente di qualsiasi opera di bonifica idraulica che limiti il ruscellamento delle acque e lo scorrimento dei terreni a valle, questa zona con i suoi declivi è sottoposta ad una forte erosione idrica generata dal carattere torrenziale delle piogge, particolarmente intense e aggressive, che, determinando ruscellamento, asportano parte della copertura erbosa e portano via quantitativi importanti di suolo fertile e coltivabile.

La scarsa piovosità media, peraltro concentrata in pochi eventi intensi, la morfologia tormentata del territorio, le temperature invernali caratterizzate anche da bruschi abbassamenti, la cattiva gestione del suolo (sfruttamento eccessivo da pascolo e pascolo di rapina) sono tutti elementi che concorrono alla formazione di un quadro in cui l'erosione è la conseguenza più frequente (Bellini, 2004).



**Figura 35** Calanchi nella zona collinare di Licata

## **4.2 Percezione pubblica del rischio di siccità e desertificazione**

Il rischio di desertificazione a Licata è un fenomeno fortemente percepito dalla popolazione per via del progressivo declino delle attività economiche e per la carenza o lo sviluppo inadeguato di nuove attività produttive. Anche il problema della scarsità delle risorse idriche viene inserito all'interno di questo contesto, in quanto la scarsità quali-quantitativa dell'acqua rappresenta un ostacolo per ogni forma di sviluppo.

A tal proposito, appare utile richiamare i risultati di un'inchiesta condotta da Borrelli et al. (2004b) in cui sono state ricercate metodologie di partecipazione e soluzioni condivise con la cittadinanza utilizzando l'approccio dell'Agenda 21, cioè un approccio partecipativo dei portatori di interesse (stakeholders) in un'area affetta da problemi di desertificazione. Realizzata con il coordinamento dell'ENEA, tale inchiesta è stata concepita all'interno del programma MEDRAP (Concerted Action to support the Northern Mediterranean Action Programme to Combat Desertification) ed è stata focalizzata sulla città di Licata, scelta come caso internazionale per sperimentare l'efficacia della partecipazione del cittadino nella lotta contro la desertificazione.

Alla base dell'indagine è stata effettuata l'identificazione di alcune categorie di residenti, considerati come "esperti" che, operando a livello locale, possono rendersi protagonisti di un processo di cambiamento del quale conoscono limiti e potenzialità e che dipende dalle loro scelte future. Selezionati in modo da riflettere la composizione sociale della popolazione, assicurando la diversità, ma non la casualità di ogni gruppo, gli stakeholders partecipanti appartenevano a quattro categorie distinte: residenti rappresentativi (possibilmente rappresentanti di associazioni locali di particolare interesse), esperti tecnici (esperti di tecnologia di aziende locali, ricercatori e consulenti

in materia di desertificazione), decisori politici (uomini politici, pubblici ufficiali, amministratori locali, impiegati statali) e rappresentanti del settore privato (uomini d'affari locali o regionali operanti in settori legati al tema della desertificazione). Nel corso dell'indagine, i vari gruppi di rappresentanti hanno lavorato insieme per proporre una serie di soluzioni che si sono rivelate particolarmente interessanti perché riflettono il punto di vista locale ed il modo di percepire il fenomeno della desertificazione in loco. Le varie soluzioni proposte si possono raggruppare in quattro gruppi principali: depurazione e riuso di reflui urbani e dissalazione di acque di fiumi e mare per assicurare una maggiore disponibilità idrica per usi civili e agricoli, creazione di infrastrutture necessarie per sviluppare nuove fonti di reddito differenti dall'agricoltura come il turismo e la pesca, promozione del marchio di qualità dei prodotti agricoli licatesi e istituzione di centri di informazione ambientale per promuovere la partecipazione della comunità locale. Ma, a parte la validità delle soluzioni proposte, fra i principali risultati emersi dall'inchiesta vanno sottolineati sia l'alto grado di consapevolezza dei partecipanti, che l'individuazione di un modello produttivo fortemente agricolo che mira al rilancio della qualità della produzione e della competitività. Inoltre, i partecipanti hanno compreso chiaramente lo stretto collegamento fra utilizzo delle risorse idriche, attività produttiva e gestione ambientale, sottolineando la necessità di un'azione integrata futura in settori diversi.

Anche se molte delle misure proposte in seno all'inchiesta non hanno ancora trovato una concreta attuazione, lo studio condotto si è rivelato particolarmente utile sia per aver messo in luce l'importanza di coinvolgere attivamente i cittadini per combattere localmente contro la desertificazione, che per aver indicato la necessità di coinvolgere gli stakeholders attraverso l'individuazione di indicatori più pertinenti e più vicini ai loro interessi.

### 4.3. SWOT Analysis

Al fine di individuare una strategia di misure di mitigazione per la lotta alla siccità ed alla desertificazione per l'area di Licata appare utile valutare i principali fattori, interni ed esterni al contesto territoriale analizzato, in grado di influenzare la strategia di intervento da proporre. In tale ambito è stata eseguita un'analisi SWOT (Strenghts, Weaknesses, Opportunities, Threats) con lo scopo di definire le opportunità di sviluppo dell'area di intervento, che derivano da una valorizzazione dei punti di forza e da un contenimento dei punti di debolezza, alla luce del quadro di opportunità e minacce in cui l'area si colloca. In Tabella VI è riportata una sintesi dell'analisi eseguita.

**Tabella VI** Analisi SWOT per l'area di Licata

<b>Punti di forza</b>	<b>Debolezze</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Condizioni pedo-climatiche favorevoli per le colture ortive e frutticole</li> <li>• Agricoltura intensiva (in particolare colture ortive protette e da pieno campo)</li> <li>• Elevata occupazione in agricoltura</li> <li>• Elevata vocazione per le colture ortive</li> <li>• Condizioni climatiche adatte a colture precoci</li> <li>• Presenza di buone varietà autoctone</li> <li>• Disponibilità a investire in agricoltura</li> <li>• Disponibilità di manodopera</li> <li>• Notevole dinamismo imprenditoriale in agricoltura</li> <li>• Elevata quota di territorio destinabile</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Carenza di risorse idriche</li> <li>• Acque superficiali e sotterranee di scarsa qualità</li> <li>• Sovrasfruttamento delle falde</li> <li>• Natura impermeabile dei terreni affioranti</li> <li>• Scarsa copertura boschiva della zona collinare</li> <li>• Rete idrografica del Salso molto sviluppata</li> <li>• Elevata erodibilità del bacino a monte</li> <li>• Elevata pendenza delle aste torrentizie che favorisce l'erosione</li> <li>• Elevatissimo trasporto solido durante le</li> </ul>

<p>all'agricoltura e crescita della SAU</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Potenzialità dell'agricoltura biologica, di qualità ed ad alto valore aggiunto e contenuto di export</li> <li>• Diversificazione della produzione agricola</li> </ul>	<p>piene</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eterogeneità dei tipi litologici in affioramento che condiziona l'assetto morfologico dell'area del bacino</li> <li>• Diffusa presenza di frane</li> <li>• Scarsa efficienza delle reti di drenaggio</li> <li>• Frammentazione della proprietà e delle attività agricole</li> <li>• Mancanza di formazione degli operatori locali</li> <li>• Difficoltà ad ottenere crediti e finanziamenti</li> <li>• Scarsa qualificazione dei prodotti e dei servizi</li> <li>• Scarso spirito associativo</li> </ul>
<b>Opportunità</b>	<b>Minacce</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tutela dell'ambiente</li> <li>• Riqualificazione produttiva</li> <li>• Utilizzo di nuove tecnologie</li> <li>• Formazione/informazione</li> <li>• Sfruttamento di energie alternative</li> <li>• Ricerca di alternative di approvvigionamento idrico a scopo irriguo (nuovi invasi, raccolta di acque piovane, dissalazione acque salmastre, utilizzazione di acque reflue, ecc.)</li> <li>• Rimboschimento delle colline e sistemazione idraulico-agraria</li> <li>• Realizzazione di una rete di drenaggio collettiva</li> <li>• Potenziamento tutela e salvaguardia del territorio</li> <li>• Maggiore competitività dell'agricoltura (Marchio d'Area quale brand del Sistema Territoriale)</li> <li>• Potenziamento sinergie con attività collegate (es.: trasformazione dei prodotti agricoli e della pesca)</li> <li>• Potenziamento della promozione e commercializzazione con politiche di marketing mirate</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumento del degrado provocato dalla crescente pressione antropica</li> <li>• Rischio di perdita della biodiversità locale</li> <li>• Salinizzazione delle falde per intrusione di cunei di acque marine nella zona costiera</li> <li>• Salinizzazione secondaria dei suoli</li> <li>• Perdita di sostanza organica nei suoli</li> <li>• Impoverimento della copertura vegetale</li> <li>• Diminuzione della fertilità dei suoli e della produttività</li> <li>• Desertificazione</li> <li>• Diminuzione dei redditi degli agricoltori</li> <li>• Elevata disoccupazione</li> <li>• Emigrazione ed esodo dei giovani</li> </ul>

## 5. PROPOSTE DI MISURE DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO DI DESERTIFICAZIONE

### 5.1 Misure proposte

L'analisi effettuata sul bacino dell'Imera meridionale in generale e sul territorio di Licata in particolare ha consentito di individuare diversi fattori che concorrono ad una forte vulnerabilità alla siccità ed alla desertificazione: caratteristiche climatiche, scarsità di risorse idriche, bassa qualità



delle acque, salinizzazione del suolo, erosione idrica, perdita di fertilità dei terreni, distruzione dell'humus, esaurimento ed inquinamento delle falde. Nel tentativo di fronteggiare tali fattori, in questa sede si propongono le seguenti misure di mitigazione del rischio di siccità e desertificazione che verranno meglio dettagliate nel seguito:

- incremento delle fonti di approvvigionamento idrico,
- tecniche di utilizzo di acque salmastre per fini irrigui,
- interventi per mitigare la salinizzazione del suolo,
- proposte di sistemazioni e rimboschimento nella zona collinare,
- miglioramento e diffusione delle misure di mitigazione già utilizzate in loco (miscelazione di acque e tecniche agronomiche)

## **5.2 Incremento delle fonti di approvvigionamento idrico**

La scarsa disponibilità di risorse idriche rappresenta uno dei fattori preminenti del rischio di siccità e desertificazione, oltre che una forma di ostacolo per l'economia del luogo, condizionando anche l'eventuale sviluppo di nuove attività economiche. Pertanto, si è effettuata un'analisi delle possibili fonti idriche integrative al fine di poter individuare acqua di qualità più idonea ai diversi scopi previsti. L'incremento delle fonti di approvvigionamento idrico può essere conseguito in varie forme, ma in questa sede vengono prese in considerazione le possibilità che appaiono più concrete ed idonee per l'area di Licata. In particolare, verranno analizzate le seguenti azioni:

- utilizzazione efficace delle risorse idriche superficiali dell'Imera meridionale (destinazione delle acque dei serbatoi Villarosa e Gibbesi e completamento del serbatoio Blufi),
- incremento di tecniche di raccolta di acqua piovana,
- possibilità di impiego di risorse non convenzionali (acque reflue e dissalate).

### **5.2.1 Utilizzazione efficace delle risorse idriche superficiali dell'Imera meridionale**

Poiché il reperimento di acque superficiali rappresenta il modo più economico per disporre di una maggiore quantità di acqua, un'integrazione delle fonti di approvvigionamento idrico esistenti può essere realizzata sia attraverso il completamento dello schema idrico del fiume Imera meridionale, sia mediante l'allocazione e successiva utilizzazione di risorse attualmente inutilizzate. Come già anticipato precedentemente (cfr. § 3.1.8), nel bacino dell'Imera meridionale ricadono diversi serbatoi di regolazione dei deflussi superficiali: Olivo, Gibbesi, Villarosa e Blufi. Tuttavia, ad eccezione del serbatoio Olivo, le cui acque vengono già utilizzate per scopi irrigui, nessuno degli altri tre serbatoi è nel pieno della propria funzionalità. Infatti, il Villarosa risulta inutilizzato dal 1992, il Gibbesi non è in esercizio, mentre il Blufi è ancora in fase di costruzione.

Innanzitutto, per ciò che concerne i serbatoi Villarosa e Gibbesi, occorre individuare le utenze più opportune a cui destinare risorse attualmente inutilizzate e, quindi, procedere ad una loro successiva utilizzazione. Sia per il serbatoio sul fiume Morello che per il Gibbesi, data l'elevata salinità delle acque invase (forse oltre i limiti della potabilità) e dal momento che l'utilizzazione prevista ai tempi della loro costruzione è ormai ritenuta superata, in seno all'Accordo di Programma Quadro Risorse Idriche per la Regione siciliana sono stati previsti degli studi di fattibilità allo scopo di determinare l'uso più idoneo di tali acque, tenendo conto dell'aspetto finanziario della realizzazione e dell'esercizio degli impianti per ridurre la salinità delle acque, nonché la sostenibilità ambientale dell'utilizzo di tali risorse.

Per quanto riguarda il Villarosa, lo studio condotto dalla SOGESID S.p.A. ha prospettato un uso idropotabile delle sue acque, previa la riduzione del loro contenuto salino attraverso due possibili soluzioni tecniche: la miscelazione con acqua meno salina e la dissalazione. In particolare, la miscelazione dovrebbe essere effettuata con le acque provenienti dagli acquedotti Ancipa e Blufi prevedendo l'uso di un potabilizzatore modulare da ubicare in località Pasquasia, mentre la dissalazione dovrebbe essere realizzata con un impianto ad osmosi inversa. Individuata l'utilizzazione idropotabile come la più opportuna per le risorse del fiume Morello, si potrebbe

anche prevedere di destinare ai fabbisogni irrigui i volumi dell'invaso non utilizzabili a scopo potabile (circa 4 Mm<sup>3</sup> secondo una stima non aggiornata). Anche se, come anticipato, allo stato attuale le acque del Villarosa non vengono utilizzate, fra i programmi futuri dell'attuale governo regionale è previsto il conferimento della gestione del serbatoio Villarosa all'ente Siciliacque per un uso idropotabile attraverso la miscelazione delle sue acque, a seguito di opportuno trattamento di potabilizzazione, con i volumi idrici convogliati da uno o entrambi gli acquedotti Ancipa e Blufi. Nondimeno, l'adozione di tale soluzione, preferita alla dissalazione perché ritenuta meno onerosa, richiede ulteriori approfondimenti attraverso analisi tecniche ed economiche dei diversi scenari possibili di utilizzazione delle acque del serbatoio Villarosa e della sua interazione con gli acquedotti Blufi e Ancipa, al fine di individuare i volumi idrici del Villarosa da utilizzare e le possibili interconnessioni da prevedere tra i diversi acquedotti. Successivamente si passerà alla fase di redazione dei progetti ed individuazione della relativa copertura finanziaria. Pur avendo inserito la gestione delle acque del Villarosa nella programmazione regionale, sarebbe opportuno accelerare il processo di utilizzazione di tali risorse, senza incorrere in inutili lungaggini burocratiche.

Al contrario di quelle del Villarosa, per ciò che concerne le acque del Gibbesi, dallo studio precedentemente citato e completato nel 2002 è emersa una qualità poco pregiata per via del notevole contenuto in solfati e, pertanto, poco idonea per scopi idropotabili. Quindi, poiché l'ipotesi di un utilizzo potabile avrebbe comportato una necessaria riduzione del contenuto salino delle acque invase (attraverso processi molto spinti di dissalazione o miscelazione con acque dissalate), l'uso più idoneo consigliato è stato ritenuto quello irriguo che, tra l'altro, avrebbe favorito un comprensorio ad alta vocazione agricola come quello licatese. Nondimeno, il risultato del suddetto studio appare in linea con quanto emerso dal precedentemente citato lavoro di Fierotti et al. (1989) secondo cui la maggior parte dei terreni investigati nella piana licatese risulta adatta all'irrigazione con le acque del Gibbesi. Alla luce dei risultati di tali studi e dell'interesse diffusamente manifestato da parte degli operatori agricoli a riservare le acque dell'invaso soltanto all'agricoltura, il governo regionale si è orientato verso la destinazione esclusivamente irrigua di tali acque. Individuato l'utilizzo più opportuno delle risorse del serbatoio Gibbesi, occorre eseguire i lavori di completamento dell'opera che, per una serie di inaccettabili ritardi burocratici e per la carenza di stanziamenti economici sufficienti, non è mai stata utilizzata e collaudata. Sebbene il completamento delle opere di adduzione e distribuzione delle acque del serbatoio Gibbesi sia considerato un intervento prioritario da realizzare e sia stato inserito all'interno della programmazione regionale 2006-2011, anche in questo caso, occorre accelerare l'esecuzione di tali lavori al fine di poter aumentare le disponibilità idriche per il settore agricolo.

Sempre all'interno dello schema idrico del fiume Imera meridionale, un'ulteriore incompiuta è rappresentata dal serbatoio del Blufi la cui costruzione, cominciata nel 1991, non risulta ancora completata per via di anomalie nell'iter di progetto e di appalto, ripetute fasi di arresto dei lavori ed un recente definanziamento dell'opera. Anche il completamento della diga del Blufi rientra fra gli interventi prioritari previsti in seno all'Accordo di Programma Quadro sulle risorse idriche stipulato il 5/10/2001. Secondo gli studi realizzati in proposito, tale completamento consentirebbe di regolare una portata che potrebbe coprire il fabbisogno idropotabile di una popolazione di circa 300.000 abitanti. Allo stato attuale, a valle del costruendo serbatoio si trova un impianto di potabilizzazione già funzionante che alimenta l'acquedotto del Blufi, anch'esso già in esercizio. Tuttavia, tale potabilizzatore, costruito per trattare acque a bassa torbidità, riesce a trattare le acque fluenti attualmente captate dalla traversa provvisoria costruita sul fiume Imera soltanto nei periodi di "morbida", mentre va fuori esercizio sia per buona parte del periodo autunno-vernino per eccesso di torbidità delle acque, sia nella stagione estiva per riduzione dei valori della portata captata al di sotto del valore minimo di funzionamento dell'impianto. Pertanto, appare evidente come il mancato completamento del serbatoio del Blufi riduca considerevolmente le potenzialità del sistema acquedottistico omonimo. Pur con tutti gli ostacoli di natura burocratica, occorrerebbe accelerare il processo di ultimazione dei lavori della diga, al fine di regolare le acque dell'Imera meridionale che

risultano prevalentemente concentrate nel periodo invernale in modo da renderle sempre trattabili per mezzo del potabilizzatore e da distribuirle presso le utenze nell'arco di tutto l'anno.

Nell'ambito di un miglioramento dello schema idrico del fiume Imera Meridionale, secondo le diverse modalità presentate, va anche presa in considerazione la necessità di un esercizio più accurato delle opere, esistenti e in costruzione, ad esempio prevedendo periodiche operazioni di ripulitura dai sedimenti al fine di evitare la riduzione della capacità utile dei serbatoi disponibili.

### 5.2.2 Incremento delle tecniche di raccolta di acqua piovana

In agricoltura esistono due sistemi per utilizzare le acque piovane: quello in cui l'acqua s'infiltra direttamente nel profilo del suolo durante l'evento di pioggia e quello in cui l'acqua viene raccolta e poi conservata in un serbatoio/invaso per essere utilizzata successivamente (ad es. per uso irriguo).

Nell'area di studio alcuni agricoltori locali effettuano, anche se con mezzi rudimentali, la raccolta delle acque piovane dai tetti delle serre. La maggiore diffusione ed il miglioramento di tale tecnica potrebbe aumentare la disponibilità di acqua di buona qualità a livello aziendale. La quantità di acqua da raccogliere dipende dagli eventi di pioggia e dalle caratteristiche dell'evento stesso (intensità, durata e distribuzione).

Considerando la zona di studio, le tecniche di raccolta dell'acqua piovana da utilizzare potrebbero essere le seguenti:

- raccolta dai tetti delle serre,
- raccolta dai tetti dei fabbricati rurali,
- raccolta da strutture costruite ad hoc,
- raccolta di deflusso superficiale dalla zona circostante.

Nelle Figure 36 e 37 sono riportati, rispettivamente, degli esempi di raccolta da un tetto di fabbricato con relativo serbatoio munito di indicatore di livello (Pakistan, 2003) e da una struttura costruita ad hoc (Etiopia, 2004).

Tuttavia, occorre tener presente che nella zona i fabbricati rurali sono di piccole dimensioni e poco diffusi e che la raccolta dei deflussi superficiali provenienti dalla zona circostante sarebbe molto limitata a causa delle caratteristiche topografiche della zona. Pertanto, la possibilità più concreta di raccolta delle acque piovane è quella relativa ai tetti delle serre.



**Figura 36** Raccolta di acque piovane da un tetto con relativo serbatoio munito di indicatore di livello (Pakistan, 2003)



**Figura 37** Raccolta di acque piovane da una struttura costruita ad hoc (Etiopia, 2004)

Ai fini progettuali, la raccolta di acqua piovana deve essere basata sulla cosiddetta “precipitazione di progetto”, cioè la quantità totale di acqua raccolta dall’area sottesa (tetti di fabbricati, serre, ecc.) che, per uso irriguo, è sufficiente a soddisfare i fabbisogni idrici della coltura. Se le precipitazioni effettive durante la stagione irrigua sono al di sotto della precipitazione di progetto si avrà uno stato di stress idrico della coltura. Se invece le precipitazioni superano la precipitazione di progetto, la coltura sarà soddisfatta, ma occorrerà tener conto di eventuali danni che tale surplus può provocare. Per la stima della “precipitazione di progetto” é necessario effettuare un’analisi empirica della frequenza di non superamento di una serie storica di dati di pioggia. Con riferimento alle precipitazioni medie annue registrate presso la stazione di Licata nel periodo 1921-2003 (83 anni), è stata eseguita l’analisi della frequenza di non superamento descritta nel seguito. Dopo aver ordinato i dati a disposizione in ordine crescente, si è applicata la formula di Cunnane:

$$F_i = \frac{i - 0,40}{n + 0,20}$$

in cui  $F_i$  è la frequenza (in %) dell’osservazione,  $i$  è il numero d’ordine occupato dall’osservazione nella serie,  $n$  è il numero totale delle osservazioni. La quantità di acqua raccolta sarà data da:

$$\text{deflusso (mm)} = K \times \text{precipitazione (mm)}$$

in cui  $K$  è il coefficiente di deflusso che può essere posto pari a 0,90, considerando che quasi tutta la pioggia caduta sul tetto può essere raccolta. Come si può vedere dai valori ottenuti e riportati in Tabella VII, se viene scelta una precipitazione di progetto con il 25% di frequenza di non superamento, ciò significa che il valore di 334 mm sarà raggiunto o superato in media tre anni su quattro. Con una frequenza di non superamento del 33%, il valore annuale di almeno 371,7 mm potrà aversi due anni su tre. In corrispondenza di tali frequenze, si avranno, per una superficie coperta da serre di 10.000 m<sup>2</sup>, rispettivamente, 3.006 e 3.346 m<sup>3</sup> di acqua piovana raccolta (i valori corrispondenti sono evidenziati in giallo in Tabella).

**Tabella VII** Analisi di frequenza della precipitazione annua a Licata dal 1921 al 2003

N° d'ordine	Precipitazione (mm)	Frequenza (%)	Acqua raccolta (m³)	N° d'ordine	Precipitazione (mm)	Frequenza (%)	Acqua raccolta (m³)
1	205,8	0,72	1.852	43	445,0	51,20	4.005
2	208,0	1,92	1.872	44	447,0	52,40	4.023
3	234,8	3,13	2.113	45	454,0	53,61	4.086
4	236,0	4,33	2.124	46	463,6	54,81	4.172
5	237,4	5,53	2.137	47	464,0	56,01	4.176
6	242,4	6,73	2.182	48	464,3	57,21	4.179
7	245,8	7,93	2.212	49	464,6	58,41	4.181

8	248,0	9,13	2.232	50	468,0	59,62	4.212
9	254,0	10,34	2.286	51	471,0	60,82	4.239
10	273,6	11,54	2.462	52	474,2	62,02	4.268
11	285,0	12,74	2.565	53	482,6	63,22	4.343
12	286,4	13,94	2.578	54	483,3	64,42	4.350
13	287,0	15,14	2.583	55	483,4	65,63	4.351
14	296,0	16,35	2.664	56	493,2	66,83	4.439
15	301,0	17,55	2.709	57	497,0	68,03	4.473
16	312,2	18,75	2.810	58	508,6	69,23	4.577
17	327,0	19,95	2.943	59	509,0	70,43	4.581
18	328,8	21,15	2.959	60	513,8	71,63	4.624
19	330,0	22,36	2.970	61	513,8	72,84	4.624
20	332,1	23,56	2.988	62	514,7	74,04	4.632
21	334,0	24,76	3.006	63	518,4	75,24	4.666
22	338,0	25,96	3.042	64	519,0	76,44	4.671
23	348,2	27,16	3.134	65	520,0	77,64	4.680
24	353,7	28,37	3.183	66	528,0	78,85	4.752
25	363,8	29,57	3.274	67	530,4	80,05	4.774
26	365,6	30,77	3.290	68	531,0	81,25	4.779
27	366,2	31,97	3.296	69	537,4	82,45	4.837
28	371,7	33,17	3.346	70	543,0	83,65	4.887
29	377,5	34,38	3.398	71	560,0	84,86	5.040
30	378,0	35,58	3.402	72	579,0	86,06	5.211
31	379,1	36,78	3.412	73	603,0	87,26	5.427
32	380,2	37,98	3.422	74	641,0	88,46	5.769
33	389,6	39,18	3.506	75	650,6	89,66	5.855
34	393,0	40,38	3.537	76	681,0	90,87	6.129
35	394,3	41,59	3.549	77	688,7	92,07	6.198
36	397,0	42,79	3.573	78	691,0	93,27	6.219
37	415,0	43,99	3.735	79	758,8	94,47	6.829
38	422,8	45,19	3.805	80	774,2	95,67	6.968
39	427,6	46,39	3.848	81	817,0	96,88	7.353
40	429,0	47,60	3.861	82	1067,0	98,08	9.603
41	431,4	48,80	3.883	83	1091,0	99,28	9.819
42	439,4	50,00	3.955				

La stima effettuata nell'esempio dà un'idea della potenzialità della tecnica di raccolta indicata nel fornire fonti idriche integrative per scopo irriguo, anche se non sono sufficienti a soddisfare i fabbisogni idrici della coltura durante tutta la stagione irrigua. Al fine di incrementare i volumi idrici a disposizione delle aziende agricole che utilizzano sistemi di coltivazione in serra, occorre diffondere la suddetta tecnica indicando dei mezzi di raccolta che siano al contempo efficaci ed economici. Ad esempio, si potrebbe pensare di incrementare l'utilizzo di attrezzature artigianali molto semplici come quelle mostrate in Figura 38 che vengono già usate da alcuni agricoltori licatesi.





**Figura 38** Raccolta delle acque piovane dai tetti delle serre

Attualmente, sul mercato esistono dei materiali di buona qualità e di costo contenuto da poter utilizzare per un sistema moderno di raccolta di acqua piovana, quali ad esempio:

- grondaie, converse pluviali, caditoie, pozzetti di drenaggio e tubazioni di raccordo che servono a convogliare l'acqua raccolta verso un serbatoio di accumulo;
- filtri che rappresentano il cuore dell'impianto di raccolta con la funzione di trattenere o separare dall'acqua tutto il materiale (fogliame, detriti, ecc.) che, andando a depositarsi nel serbatoio di accumulo, determinerebbe un deterioramento della qualità dell'acqua ed un eventuale intasamento delle condotte o del sistema di pompaggio;
- serbatoi di accumulo, cioè cisterne prefabbricate o costruite in loco, di capacità appropriata, con un accesso sicuro e dotate di dispositivi di "troppopieno" che permetterebbero il convogliamento dell'acqua accumulata in eccesso verso il terreno (sistema di infiltrazione, pozzo perdente) oppure verso un sistema di smaltimento naturale (fitodepurazione o subirrigazione);
- stazioni di pompaggio dell'acqua raccolta verso l'impianto di utilizzo.

Relativamente all'accumulo dell'acqua raccolta dai tetti delle serre, nella zona sono abitualmente utilizzati laghetti aziendali con pareti impermeabilizzate con plastica nera, che possono essere utilizzati, tra l'altro, anche per raccogliere direttamente le acque piovane (Figura 39).



**Figura 39** Laghetti aziendali

Tuttavia, considerando che, come già detto, all'interno dell'area di studio la presenza di fabbricati rurali è limitata, la raccolta delle acque piovane dai tetti delle serre diventa la misura principale da proporre non solo per aumentare le disponibilità idriche aziendali, ma anche per poter disporre di acqua di buona qualità. Infatti, l'utilizzazione dell'acqua piovana, raccolta dai tetti delle serre, per uso irriguo può essere considerata una tecnica per incrementare e migliorare la

produzione di alcune colture ortive anche se tale tecnica é dipendente dalle condizioni climatiche della zona ed in particolare dalla pluviometria dell'annata.

Le attrezzature artigianali utilizzate allo stato attuale dagli agricoltori per la raccolta dell'acqua piovana potrebbero essere migliorate utilizzando delle grondaie e tubazioni in PVC o Polietilene che aumentano l'efficienza di raccolta (Figura 40). Inoltre, l'invaso in terra potrebbe essere impermeabilizzato con un telo di maggior spessore ed una durata almeno decennale anziché essere sostituito annualmente come avviene attualmente. Il costo medio per la realizzazione di tale sistema più moderno è di circa 12.000-15.000 €/ha incluso un vaso con una capacità di circa 5.000 m<sup>3</sup>. Per il finanziamento di tali opere, l'agricoltore potrebbe ricorrere alle misure previste dal Programma Operativo Regionale FESR 2007-2013. Il contributo in conto capitale previsto per ogni progetto sarà pari al 40% dell'intero investimento, 60% nel caso di giovani agricoltori.



**Figura 40** Raccolta di acque piovane dai tetti delle serre con grondaie e tubazioni in PVC

### **5.2.3 Possibilità di impiego di risorse non convenzionali (acque reflue e dissalate)**

Per far fronte alla limitata disponibilità di risorse idriche, sarebbe auspicabile che nei prossimi anni in agricoltura si facesse ricorso all'impiego di risorse idriche non convenzionali, non appetibili per altri usi. In tal senso, da un canto si potrebbe prevedere la riutilizzazione per irrigazione delle acque reflue urbane depurate e dall'altro si potrebbe ricorrere alla dissalazione delle acque del mare o di acque salmastre del fiume Salso o di pozzi.

Per ciò che concerne l'uso irriguo di acque reflue depurate, esso permetterebbe di conseguire due diversi obiettivi: da un lato, l'aumento delle risorse idriche disponibili, dall'altro, il vantaggio ambientale di evitare lo scarico degli effluenti degli impianti di depurazione in corpi idrici. Attualmente, infatti, l'impianto a fanghi attivi di Licata sversa in mare un volume di circa 1000 m<sup>3</sup>/g di acque biologicamente depurate. Con il completamento dell'allacciamento in fogna del settore occidentale della città, si dovrebbero rendere disponibili altri 1000 m<sup>3</sup>/g, portando quindi la produzione complessiva intorno ai 2000 m<sup>3</sup>/g. Queste acque hanno una composizione chimica piuttosto compatibile per un uso agricolo (COD=120 ppm), con tracce di metalli pesanti, ma con un contenuto elevato di cloruri ed una presenza di flora batterica. Pertanto, l'impiego di queste acque in agricoltura richiederebbe un trattamento depurativo ad hoc.

Per quanto riguarda la dissalazione delle acque, sebbene i costi di produzione siano notevolmente più elevati di quelli relativi all'uso di risorse convenzionali, il ricorso ad acque dissalate potrebbe rappresentare una buona fonte di integrazione dell'approvvigionamento idropotabile e non solo, soprattutto in particolari periodi di emergenza idrica. In tal senso, si potrebbe pensare di integrare l'acqua proveniente dal dissalatore di Gela con quella proveniente da un piccolo dissalatore da costruire nell'area di Licata. Infatti, sebbene siano stati attivati il V



modulo ed il V modulo bis dell'impianto gelese, l'acqua dissalata fornita per uso civile a Licata e ad altri Comuni limitrofi (Gela, Niscemi, Palma di Montechiaro, Canicattì, Campobello di Licata, Ravanusa e Agrigento) è del tutto insufficiente per via di una serie di fattori che riducono fortemente la disponibilità idrica: furti sulle condutture ad opera degli agricoltori, perdite di acqua nella rete e sospensioni nell'erogazione per le conseguenti riparazioni. Fra le proposte elaborate nel corso della precedentemente citata inchiesta coordinata dall'ENEA la realizzazione di un piccolo dissalatore per usi civili ed irrigui appare come una delle possibilità più valide per combattere i problemi di carenza idrica dell'area.

Secondo le conclusioni raggiunte nel corso di tale studio, tale impianto di dissalazione, del tipo ad osmosi inversa, dovrebbe essere realizzato in prossimità del mare, verosimilmente nella zona orientale dell'insediamento urbano di Licata, e dovrebbe essere dimensionato per produrre 10.500 m<sup>3</sup>/g di acqua potabile. La quantità di acqua ottenuta quotidianamente dalla dissalazione dell'acqua di mare potrebbe soddisfare le esigenze civili, con un esubero di circa 2.500 m<sup>3</sup>/g da destinare ai fabbisogni agricoli.

Sebbene, come già anticipato, i costi di produzione dell'acqua dissalata risultano particolarmente elevati, si potrebbe pensare di compensarli sia garantendo un funzionamento dell'impianto con l'integrazione di energie rinnovabili (energia solare, eolica), sia aumentando la tariffa dell'acqua. Ad esempio, nel caso degli agricoltori, l'aumento del costo dell'acqua potrebbe essere compensato da una maggiore e migliore produzione agricola ottenuta con l'utilizzo di acqua di migliore qualità. In tal senso, potrebbe risultare opportuno valutare, attraverso appositi sondaggi o interviste presso la popolazione, quanto i singoli cittadini sarebbero disposti a pagare per avere a disposizione acqua di buona qualità.

Ma al di là dell'auspicata realizzazione di un dissalatore nel territorio di Licata, vale la pena di ricordare che esistono due minidissalatori acquistati dal Comune che, per motivi di varia natura, non sempre funzionano e che alcune aziende dispongono di impianti di desalinizzazione ad osmosi inversa allo scopo di migliorare e rendere idonee all'irrigazione le acque altrimenti salmastre dei pozzi aziendali o del Salso. Nonostante tale sistema sia praticato da pochi operatori agricoli per via dell'elevato costo di produzione, sarebbe opportuno incrementare l'adozione di tali impianti, almeno in quelle aziende in cui quantità e qualità della produzione agricola consentono investimenti in tale direzione.

Il possibile uso di risorse non convenzionali, quali le acque provenienti da processi di depurazione dei reflui o di dissalazione, può rappresentare una valida fonte di integrazione dell'approvvigionamento idrico, soprattutto per scopi irrigui, ma in tal senso occorre innanzitutto diffondere una cultura che ne incoraggi l'utilizzo e quindi individuare soluzioni concrete e realistiche per incentivare l'impiego di tali utili risorse, soprattutto in condizioni di emergenza.

### **5.3 Tecniche di utilizzo di acque salmastre per fini irrigui**

L'utilizzo in agricoltura di acque di buona qualità, in termini di basso contenuto di sali, rappresenta la soluzione migliore sia per combattere gli impatti negativi causati dall'uso delle acque salmastre (sulle colture e sul suolo) sia per restaurare la fertilità dei suoli salini. Tuttavia, in attesa che gli agricoltori della zona di studio possano disporre di acque adatte all'uso irriguo, sarebbe opportuno tener conto di alcune tecniche di utilizzazione di acque salmastre, sperimentate a livello internazionale, che possono mitigare gli impatti negativi provocati dall'uso di tali acque.

Infatti, dalla letteratura relativa a tale problematica, si rileva che acque non convenzionali, in passato ritenute inutilizzabili per fini irrigui, spesso possono essere usate con successo, senza conseguenze negative a lungo termine e senza rischi per le colture e per i suoli, attraverso l'adozione di adeguate tecniche di gestione dell'irrigazione. Recenti ricerche su sviluppo e selezione di nuove varietà, gestione dei rapporti suolo, acqua e pianta, tecnologia dell'irrigazione e del drenaggio hanno incrementato e facilitato l'uso dell'acqua salmastra per l'irrigazione con minimi impatti sulla produttività del suolo e sull'ambiente. In particolare, nell'area del

Mediterraneo e del Medio Oriente, oltre che in altre parti del mondo, acque convenzionalmente classificate come acque con moderate e severe restrizioni per uso irriguo sono state utilizzate con successo.

A tal proposito si possono richiamare alcune esperienze recenti riportate in letteratura. Presso l'Istituto Agronomico di Bari sono state condotte esperienze pluriennali con uso di acque salmastre con salinità superiore a 6 dS/m per l'irrigazione di cereali e di colture ortive (Hamdy, 1989).

Prove sperimentali sul pomodoro (varietà Marmande Raf) sono state effettuate anche in Sicilia, nella zona di Pachino, al fine di analizzare l'influenza del regime irriguo e della salinità dell'acqua sulla produzione e qualità dei frutti (Restuccia, et al., 2003). I risultati ottenuti mostrano una produzione totale più elevata nelle parcelle irrigate con acqua avente una EC pari a 1,6 dS/m rispetto a quelle con EC di 6,0 dS/m. Tuttavia, la produzione non ha avuto apprezzabili variazioni quando è stato utilizzato un volume di adacquamento più elevato (100%ETM+LR) contenente cioè la frazione per la lisciviazione dei sali. Inoltre, la qualità dei frutti (contenuto di sostanza secca, concentrazione degli zuccheri, ecc.) è migliorata con la maggiore salinità dell'acqua. Un fenomeno simile è stato osservato in altri prodotti come melone e mais dolce. Il gusto di tali colture è migliorato quando sono state irrigate con acque salmastre piuttosto che con acque normali. Tali risultati suggeriscono che l'utilizzo di un regime irriguo che prevede la lisciviazione dei sali consente di ridurre gli effetti negativi della salinità dell'acqua sulla produzione pur mantenendo i benefici effetti sulla qualità dei frutti. Risultati analoghi sono stati ottenuti anche nella piana di Licata (Raimondi et al., 2004b), con un ecotipo locale di pomodorino "Buttiglieddu" evidenziando un contenuto in zuccheri crescente all'aumentare della salinità del suolo.

In seno ad una migliore praticabilità dell'uso di acque saline per fini irrigui, si vuole suggerire l'adozione di nuove varietà e/o di strategie di gestione.

In primo luogo, la scelta del metodo di irrigazione è di basilare importanza per l'uso delle acque salmastre. Tra i vari metodi, la microirrigazione a goccia fornisce le migliori condizioni per una costante e bassa concentrazione dei sali nella zona radicale, in quanto permette l'uso di acque con una EC di 7 dS/m con risultati simili a quelli ottenuti irrigando con acque normali. L'unico problema di tale metodo è la necessità di rimuovere i sali accumulati alla periferia del fronte umido del bulbo umettato e per far ciò si può ricorrere ad un processo di lisciviazione del suolo. La lisciviazione, infatti, rappresenta il metodo più efficace per riportare un suolo salino in condizioni normali e per mantenere sotto controllo la salinità del suolo. L'efficienza di tale processo dipende da diversi fattori: la qualità e quantità dell'acqua usata per la lisciviazione, la tolleranza della coltura, la facilità di percolazione dell'acqua nel suolo e la rimozione dei sali nel collettore di drenaggio o il loro accumulo al di fuori della zona radicale. Naturalmente, l'uso di acque di qualità più scarsa implica l'applicazione di volumi di lisciviazione più elevati. Se il drenaggio è adeguato e se viene applicata una lisciviazione dei sali entro i limiti di tolleranza della coltura, il controllo della salinità diviene una semplice e buona pratica di gestione per soddisfare adeguatamente i fabbisogni idrici della coltura durante la stagione irrigua.

Il fabbisogno di lisciviazione, leaching requirement (LR), (definito come la frazione minima del volume di adacquamento che deve attraversare la zona radicale in modo da mantenere la salinità media del suolo al di sotto della soglia di salinità a rischio) non è molto significativo in relazione alla microirrigazione a goccia. Infatti, poiché quest'ultima viene effettuata frequentemente, il suolo adiacente al gocciolatore, dove si concentra la maggior parte delle radici, è frequentemente lisciviato, mentre i sali vengono accumulati alla periferia del fronte umido. In tali condizioni la massa radicale ha la salinità più bassa possibile e la lisciviazione non è quindi necessaria, se non alla fine della coltura, dopo la raccolta e prima della semina della coltura successiva. Nel caso di un terreno non salino non ha senso programmare uno schema di lisciviazione in anticipo, cioè prima dell'effettivo accumulo dei sali nel suolo. Infatti, il grado di salinizzazione del terreno dipende dalla quantità di acqua salmastra distribuita all'inizio della stagione e questa deve essere mantenuta al minimo. Solo quando l'accumulo dei sali raggiunge livelli di rischio deve essere effettuata la lisciviazione (Shalhevet and Yaron, 1973). Tale procedura darà luogo ad una migliore rimozione

dei sali (Meiri et al., 1984), pertanto, la lisciviazione periodica é da preferirsi a quella effettuata con ogni intervento irriguo (Bernstein e Francois, 1973).

La gestione del terreno in irriguo con acque saline rappresenta senza dubbio un rischio per il suolo e, proprio per questo, può essere giustificata soltanto in aree che, come quella di Licata, sono povere di risorse ed in cui l'attività agricola consente possibilità occupazionali e rappresenta una fonte di reddito. Tuttavia, anche sulla base delle indicazioni fornite, un utilizzo delle acque salmastre per fini irrigui è possibile, purché la gestione di tale pratica sia effettuata in modo attento ed oculato, al fine di evitare un'alterazione eccessiva della fertilità del suolo, pur permettendo buone produzioni agricole.

Sempre in merito all'utilizzo agricolo di acque salmastre, un'ulteriore misura che consentirebbe di aumentare le disponibilità idriche delle aziende agricole licatesi è rappresentata dalla diffusione della pratica di invasare le acque del Salso in quei periodi dell'anno in cui il loro contenuto salino le rendesse più adatte all'irrigazione. Secondo alcune informazioni raccolte sul campo (Bellini, 2004), infatti, le acque di tale corso d'acqua sono migliorate da quando è stata chiusa la miniera di sali potassici di Pasquasia che si trova a monte del territorio in esame e ciò sembra confermato anche dalla ricomparsa dei pesci e della vegetazione (cannuccia, tamerice ed altro) nel fiume. A tal proposito, sembra utile richiamare alcuni risultati ottenuti nell'ambito del Progetto MOSASI che ha realizzato uno studio sulla salinizzazione e che ha preso in considerazione anche la piana di Licata tra le aree di studio. Fra le conclusioni raggiunte dallo studio, molto interessante risulta la nuova classificazione della salinità delle acque (Raimondi e Pollina, 2006), proposta in alternativa alla classificazione elaborata negli USA presso il Dipartimento di Agricoltura ad opera di diversi ricercatori (Richards, 1954, Richards et al., 1956, Wilcox, 1958), considerata fino ad oggi come la più autorevole in materia. La ricerca di una nuova classificazione delle acque usate per fini irrigui nasce dall'esigenza, sentita da più parti in seno alla comunità scientifica, di rivedere la classificazione americana proposta in merito che si rivela particolarmente adatta per il territorio in cui è stata messa a punto attraverso osservazioni di campo e dati di laboratorio, ma che può non essere del tutto appropriata per l'applicazione ad ambienti differenti da quelli in cui è stata concepita. Utilizzando dati di campo e di laboratorio sulla salinità delle acque irrigue, la nuova classificazione proposta è valida per gli ambienti caldo-aridi dell'Italia meridionale e consentirebbe l'utilizzo per l'irrigazione, almeno in determinati periodi dell'anno (quando la salinità presenta valori più bassi), di acque considerate inutilizzabili in passato secondo il parere espresso dai ricercatori dell'U.S. Salinity Laboratory Berkeley. Infatti, secondo la classificazione americana (Richards, 1954, Richards. et al., 1956, Wilcox, 1958) il rischio legato alla salinità dell'acqua può essere suddiviso in quattro classi in base al valore di conducibilità elettrica (EC in dS/m):

- $EC < 0,25$  dS/m (rischio basso),
- $0,25 < EC < 0,75$  dS/m (rischio medio),
- $0,75 < EC < 2,25$  dS/m (rischio elevato),
- $2,25 < EC < 5$  dS/m (rischio elevatissimo).

Anche Giardini (2002) utilizza quattro classi, ma con valori della conducibilità elettrica più elevati:

- classe I:  $EC < 0,75$  dS/m,
- classe II:  $0,75 < EC < 2,50$  dS/m,
- classe III:  $2,50 < EC < 4,0$  dS/m,
- classe IV:  $EC > 4,0$  dS/m.

Raimondi e Pollina (2006), nella recente ricerca precedentemente citata, propongono una nuova classificazione i cui valori di conducibilità elettrica sono mostrati in Tabella VIII e sono legati ad eventuali limitazioni nell'uso dell'acqua salmastra, con riferimento anche alla possibilità di impiego o meno di tecniche di controllo della salinità.

**Tabella VIII** Classificazione delle acque per utilizzi irrigui (da Raimondi e Pollina, 2006)

Tecniche di controllo della salinità	Limitazioni d'uso dell'acqua (EC dS/m)		
	nessuna	lieve-	severa

		<b>moderata</b>	
Assenti	< 2,00	2,0-5,0	> 5,0
Applicate	< 4,00	4,0-8,0	> 8,0

Alla luce di questi nuovi risultati, certamente più appropriati per l'area oggetto di studio, l'invaso delle acque dell'Imera meridionale allorché la salinità presenti valori compatibili con l'uso irriguo potrebbe rappresentare una pratica diffusa per aumentare le disponibilità idriche delle aziende agricole. A tal fine, occorrerebbe legittimare tale pratica, oggi effettuata abusivamente dagli agricoltori mediante gruppi di pompaggio mobili, prevedendo la realizzazione di opportune opere di presa pubblica e l'utilizzo di strumenti per effettuare misure di salinità. Per ciò che concerne l'accumulo dell'acqua raccolta, invece, le aziende licatesi dovrebbero provvedere alla costruzione di invasi opportuni. Ad esempio, potrebbero andar bene i vasconi scavati nel terreno ed impermeabilizzati con plastica nera (Figura 41) di cui si è già parlato precedentemente e che si trovano già presenti in alcune aziende agricole del luogo.



**Figura 41** Esempio di vasca di raccolta delle acque (Bellini, 2004)

## 5.4 Miglioramento e diffusione delle misure di mitigazione già utilizzate in loco

Gli agricoltori del posto, abituati a convivere con un territorio difficile come quello di Licata, hanno imparato, da soli e/o con l'assistenza tecnica della SOAT locale, a difendersi dagli impatti della siccità e dal rischio di desertificazione incombente sull'area. A tal uopo, già da tempo vengono adottate in loco delle misure di lotta e mitigazione soprattutto nel settore delle colture protette. Nella consapevolezza della possibilità di imparare dalle esperienze degli abitanti del luogo che conoscono il proprio territorio e che si confrontano con esso quotidianamente, nel corso del presente studio è stato effettuato un lavoro di indagine ed analisi degli interventi di mitigazione messi in pratica dagli agricoltori, allo scopo di valorizzare pratiche agronomiche tradizionali e metodi di gestione agricola artigianali e di incrementarne la diffusione sul territorio licatese.

In primo luogo, la scelta di investire i suoli a serra o a tunnel non viene effettuata casualmente, ma in maniera oculata, sulla base delle caratteristiche del terreno. In particolare, le serre vengono realizzate laddove i terreni sono di migliore qualità (sabbiosi e di medio impasto) o vengono utilizzati terreni di riporto e l'acqua ha una minore salinità. I tunnels sono maggiormente utilizzati nel resto dell'area e, per evitare un eccessivo accumulo di sali nel terreno, vengono spostati ogni anno, ma talvolta anche ogni due anni, per consentire alle piogge invernali una lisciviazione del suolo. Tali tunnels entrano a far parte di un vero e proprio avvicendamento colturale: al tunnel viene fatta seguire la coltivazione di ortaggi da pieno campo quali Carciofo, Finocchio, Cavolfiore, Fava e Cereali (Frumento). L'esposizione dei terreni alle piogge invernali, come precedentemente accennato, consente infatti un abbassamento del tenore salino ed una

bonifica del suolo che ritorna ad avere caratteristiche più compatibili con la coltivazione degli ortaggi.

Oltre alle tecniche di utilizzo di acque salmastre per fini irrigui che sono state proposte precedentemente, si possono richiamare anche i sistemi utilizzati da alcuni agricoltori per effettuare il drenaggio delle acque saline di percolazione al fine di consentire una lisciviazione del terreno. Accanto ai sistemi tradizionali, quali ad esempio i muotti (ottimi dreni di antica fattura), si ritrovano anche degli apparati più moderni realizzati con tubazioni perforate. Molte aziende, infatti, dispongono di una buona rete di drenaggio che allontana e convoglia le acque saline di percolazione all'esterno dell'azienda o in vasche per il loro riutilizzo dopo opportuni trattamenti.

Per ciò che concerne l'irrigazione, molto utile appare l'adozione di impianti a risparmio energetico all'interno di serre e tunnels attraverso l'utilizzo di impianti di microirrigazione a goccia, manichette perforate, ali in polietilene con gocciolatori incorporati (drip-lines, Figura 42), talvolta anche interrati (subirrigazione). Tali sistemi, infatti, non solo permettono di ottenere un notevole risparmio nel volume di adacquamento ed un drastico abbassamento delle perdite, ma, come evidenziato precedentemente, consentono anche una buona lisciviazione della rizosfera.



**Figura 42** Impianto di microirrigazione con drip-lines

Fra le pratiche tradizionali che andrebbero valorizzate, sembra utile richiamare la pacciamatura che consiste nella copertura del terreno al fine di ripararlo da eventuali gelate, di innalzarne la temperatura e limitarne l'evaporazione in modo da accelerare la crescita della vegetazione. In genere, essa viene praticata con fogli di polietilene, rigorosamente di colore nero per evitare il passaggio della luce che consentirebbe la crescita di erbe infestanti.

Per reintegrare la sostanza organica del terreno e per migliorarne la tessitura è possibile fare ricorso alla tradizionale tecnica di praticare letamazioni arricchite con gesso sulla superficie del suolo. Per ovviare alla scarsa diffusione di questa pratica, dovuta essenzialmente alla mancanza di letame, si potrebbero realizzare speciali accordi fra agricoltori ed allevatori di bestiame, al fine di garantire l'economicità di questa tecnica.

Oltre alle misure di mitigazione del rischio di desertificazione utilizzate in loco, appare utile richiamare alcuni principi agronomici da applicare alla tecnica colturale al fine di utilizzare acque salmastre per fini irrigui. Tali principi consentono da un lato di allontanare i sali solubili e dall'altro di evitare l'accumulo del sodio sul complesso di scambio del terreno. Con riferimento ad alcuni studi e indagini effettuati nell'area in esame (Raimondi et al., 2002), si suggeriscono nel seguito alcuni interventi che potrebbero essere adottati dagli agricoltori, in genere, senza un elevato dispendio economico. Tali interventi dovrebbero prevedere:

- lo scasso senza il rivoltamento della fetta, mediante ripper e ripuntatori, cercando di evitare la formazione della suola di lavorazione;
- arature colmanti al centro dell'appezzamento per innalzare il piano di campagna e favorire il deflusso dell'acqua verso le scoline laterali;

- il livellamento del terreno al fine di evitare ristagni d'acqua in superficie;
- la creazione di una rete drenante aziendale efficiente (drenaggio tubolare, vespaie, drenaggi verticali, ecc.);
- la realizzazione di una rete di drenaggio collettiva per l'allontanamento dei sali dal suolo;
- l'apertura di canali in terra comprensoriali (senza pareti impermeabilizzate).

Fra le tecniche che possono essere adottate a livello privato e con bassi investimenti economici, si suggeriscono, infine, alcune strategie di miscelazione di acque di buona qualità e acque salmastre. Nel caso in cui un'azienda disponga di acque di buona qualità, ma in quantità limitata, infatti, si può fare ricorso a tre diversi metodi di utilizzo combinato di acqua buona ed acqua salmastra: strategia di duplice rotazione, strategia della miscelazione e strategia ciclica. Nel primo caso, le colture sensibili alla salinità vengono irrigate con le acque di buona qualità, mentre le colture più tolleranti alla salinità sono irrigate con l'acqua salmastra. I due tipi di acqua disponibili vanno mantenuti separati e ciò richiede anche una doppia rete irrigua. Nella strategia della miscelazione vengono miscelati i due tipi di acqua prima o durante la stagione irrigua ed essa si applica con maggiore facilità nelle grandi aziende. Inoltre, la miscelazione è più pratica ed appropriata se la salinità della miscela non risulta troppo salina per la coltura da irrigare. Nella strategia ciclica, le due acque vengono mantenute separate e sono utilizzate senza miscelazione. L'acqua di buona qualità viene usata dopo uno o più interventi irrigui con acqua salmastra e, in relazione alla coltura da irrigare ed ai sali accumulati, può essere usata per alleviare lo stress causato alle piante dall'acqua salmastra. Comunque, in qualsiasi caso, si raccomanda di utilizzare acqua di buona qualità durante la fase della germinazione.

Gli interventi di mitigazione utilizzati in loco rivelano una forte capacità di adattamento da parte degli agricoltori licatesi. Essi costituiscono un bagaglio di conoscenze che va innanzitutto valorizzato e migliorato e, quindi, trasmesso alle nuove generazioni. Allo scopo di diffondere i metodi già in uso, nonché le tecniche agronomiche e le strategie di miscelazione suggerite in questa sede per mitigare la salinizzazione del suolo, sarebbe utile realizzare un'efficace attività di formazione rivolta agli operatori del settore agricolo, attraverso corsi specifici organizzati, ad esempio, con la collaborazione dei tecnici della SOAT locale.

## **5.5 Coinvolgimento di enti e stakeholders per l'attuazione delle misure di mitigazione**

L'importanza di un'ampia partecipazione di persone e gruppi d'interesse in merito al tema della desertificazione è stata messa in evidenza nel corso di un "Laboratorio europeo di partecipazione" che si è svolto a Licata il 9 Marzo 2002, secondo quanto già anticipato al § 4.2. Tale Laboratorio si è basato sulla metodologia European Awareness Scenario Workshop (EASW) che consente, attraverso la simulazione di scenari, di promuovere il dibattito e la partecipazione pubblica, affrontando tematiche locali per giungere ad una strategia condivisa.

Così come già fatto nel corso del Laboratorio, appare necessario individuare gli enti da coinvolgere per l'implementazione del Piano di Azione Locale. In particolare, i principali enti pubblici con cui concertare l'attuazione degli interventi proposti in seno alla presente ricerca sono rappresentati dalla Regione, dalla Provincia, dal Comune, dal Corpo Forestale dello Stato, dall'Agenzia Regionale per i Rifiuti e le Acque, mentre fra gli altri enti andrebbero considerati il Consorzio di Bonifica di Gela, la SOAT di Licata e le Associazioni di produttori locali.

Scendendo nel dettaglio delle misure proposte, in linea di massima si potrebbe pensare di coinvolgere:

- la Regione, la Provincia, il Comune, il Consorzio di Bonifica, l'Agenzia Regionale per i Rifiuti e le Acque ed il Corpo Forestale dello Stato per consentire un'utilizzazione efficace delle risorse idriche superficiali dell'Imera meridionale;



- la Regione, il Comune, la SOAT e le Associazioni di produttori locali per incrementare le tecniche di raccolta di acqua piovana;
- la Regione, la Provincia, il Comune, il Consorzio di Bonifica e l'Agenzia Regionale per i Rifiuti e le Acque per impiegare risorse non convenzionali, quali acque reflue e dissalate;
- la SOAT e le Associazioni di produttori locali per diffondere conoscenze sulle tecniche di utilizzo di acque salmastre per fini irrigui, nonché per migliorare e diffondere le misure di mitigazione già utilizzate in loco.

Come già anticipato, oltre agli enti ed alle istituzioni necessari all'implementazione delle misure proposte, è bene coinvolgere nella lotta alla desertificazione anche i portatori d'interesse dell'area ed in tal senso può risultare di notevole importanza prevedere opportune campagne di educazione, sensibilizzazione e formazione dirette alla popolazione locale. Pertanto, occorrerebbe investire risorse finanziarie sia per far sviluppare o accrescere la coscienza ambientale nei cittadini, che per trasferire agli operatori agricoli locali conoscenze legate ai temi della salvaguardia dei suoli e delle risorse idriche. A tal fine, andrebbero sviluppati o potenziati specifici percorsi formativi ed educativi a livello scolastico e professionale, ma anche apposite iniziative di divulgazione e trasferimento delle conoscenze.

## 5.6 Individuazione delle fonti di finanziamento disponibili

Ai fini dell'attuazione delle misure di mitigazione del rischio di desertificazione proposte in seno alla presente ricerca, le principali fonti di finanziamento attualmente disponibili possono essere individuate all'interno del Programma Operativo Regionale (POR) FESR 2007-2013, adottato con Decisione della Commissione Europea C(2007)4249 nel settembre 2007.

Nello specifico, la valorizzazione delle risorse naturali rientra fra le priorità specifiche dell'Unione Europea per lo sviluppo del Mezzogiorno d'Italia, anche in termini di incremento della sua attrazione turistica. Infatti, una quota consistente dei finanziamenti previsti dall'UE per la Sicilia è destinata ad iniziative in grado di promuovere un uso sostenibile ed efficiente delle risorse ambientali e fra i progetti che si prevede di realizzare nell'isola nel periodo di programmazione 2007-2013 rientra anche l'istituzione di adeguati Osservatori regionali per la tutela e la conservazione delle risorse naturali.

Fra le priorità di intervento previste dal POR 2007-2013, ai fini del presente studio appare particolarmente interessante l'Asse 2, relativo ad un "*Uso efficiente delle risorse naturali*", in cui vengono trattati, tra l'altro, i temi delle risorse idriche e della prevenzione del rischio. In particolare, fra i diversi obiettivi specifici riconducibili a tale Asse, il 2.2 ed il 2.3 rappresentano quelli in cui potrebbero inserirsi le misure di mitigazione individuate per l'area oggetto di studio.

Per ciò che riguarda l'obiettivo specifico 2.2, dal titolo "*Completare gli investimenti infrastrutturali già previsti dalla programmazione vigente e attuare la pianificazione settoriale e territoriale specie per conformarsi alla normativa ambientale nel settore idrico ed in particolare per favorire il raggiungimento della Direttiva CE 2000/60*", esso intende attuare una riforma del Servizio Idrico Integrato come priorità, tenendo conto dei requisiti e degli obiettivi della Direttiva Quadro 2000/60, nonché delle indicazioni della Comunicazione della Commissione del 18 luglio 2007 (Com(2007)414). In particolare, il raggiungimento di tale obiettivo specifico viene perseguito attraverso due differenti obiettivi operativi:

1. Obiettivo operativo 2.2.1 "*Realizzare interventi infrastrutturali prioritari lungo le fasi del ciclo delle acque e realizzare le infrastrutture previste nella pianificazione regionale vigente, da associare al risparmio idrico, alla riduzione delle perdite e all'uso di fonti idriche alternative e implementare gli strumenti di pianificazione settoriale*" con cui si intende agire sull'inadeguatezza dei livelli di servizio lungo l'intero ciclo delle acque per il superamento del gap regionale rispetto agli standard normativi.
2. Obiettivo Operativo 2.2.2 "*Realizzare infrastrutture finalizzate ad ottimizzare la funzionalità degli impianti di accumulo e distribuzione primaria per garantire una*

*disponibilità adeguata in termini quantitativi e qualitativi della risorsa idrica per uso misto a livello sovrazionale*” che intende affrontare con maggiore efficacia rispetto al precedente ciclo di programmazione il tema relativo ad una migliore utilizzazione delle risorse idriche in termini di disponibilità, di distribuzione nel tempo e nello spazio e di tutela della qualità anche al fine di incrementare l’efficienza nell’uso delle risorse irrigue e nel risparmio idrico.

Con riferimento alle linee di intervento previste per il raggiungimento di ciascuno dei suddetti obiettivi operativi, ai fini del presente studio vale la pena ricordare l’adozione di iniziative infrastrutturali per un migliore utilizzo della risorsa idrica e di azioni di sostegno per il risparmio idrico per l’obiettivo 2.2.1 e gli interventi per il ripristino di funzionalità delle dighe per l’obiettivo 2.2.2.

Per quanto concerne l’obiettivo specifico 2.3, dal titolo *“Attuare la pianificazione nel settore del rischio idrogeologico, sismico, vulcanico, industriale e ambientale e attuare i piani di prevenzione del rischio sia antropogenico che naturale”*, esso mira ad intervenire sulla situazione di marcato rischio idrogeologico nella quale versano alcune aree del territorio regionale, attraverso il sostegno alla realizzazione di infrastrutture per il miglioramento dell’assetto idrogeologico. Favorendo azioni di prevenzione dei rischi naturali e antropogenici, tale obiettivo specifico si articola in un unico obiettivo operativo, il 2.3.1 dal titolo *“Realizzare interventi infrastrutturali prioritari previsti nel PAI (Piano per l’Assetto Idrogeologico) approvati, nella pianificazione di protezione civile e per la prevenzione e mitigazione dei rischi, anche ad integrazione di specifiche azioni del PRSR (Piano Regionale di Sviluppo Rurale) Sicilia”* che mira, tra l’altro, alla prevenzione del fenomeno della desertificazione in alcune aree individuate dal PAI attraverso l’attuazione di interventi specifici.

Ulteriori fonti di finanziamento per l’attuazione degli interventi di mitigazione del rischio di desertificazione proposti per l’area licatese si possono individuare anche all’interno del Programma Regionale di Sviluppo Rurale 2007-2013 della Sicilia approvato dalla Commissione Europea con Decisione Com (2008)735 del 18 febbraio 2008. Fra le diverse priorità strategiche regionali individuate dal Programma, vi sono, infatti, due Assi all’interno dei quali sono previste misure di sviluppo attinenti a quelle presentate nella ricerca.

In particolare, per quanto riguarda l’Asse 1, *“Miglioramento della competitività del settore agricolo e forestale”*, fra le *“Misure intese a promuovere la conoscenza e sviluppare il potenziale umano”*, sono previste, tra l’altro, due misure atte a diffondere informazioni e conoscenze per il miglioramento delle capacità imprenditoriali e professionali nel settore:

1. Misura 111 *“Interventi di formazione professionale e azioni di informazione”* con cui si intende sensibilizzare imprenditori e addetti del settore agricolo sulle tematiche di tutela dell’ambiente e degli spazi naturali (es. con la gestione sostenibile delle risorse), consentire l’adeguamento delle aziende agricole alle regole in materia di ambiente e promuovere un’agricoltura a basso impatto ambientale.
2. Misura 114 *“Utilizzo dei servizi di consulenza in agricoltura e silvicoltura”* con cui, tra l’altro, si vuole contribuire, attraverso il ricorso ai servizi di consulenza e assistenza, sia alla diffusione delle conoscenze sulle norme obbligatorie in materia di ambiente, di buone condizioni agronomiche ed ambientali e di sicurezza sul lavoro, che all’accrescimento delle competenze strategiche, organizzative e gestionali degli imprenditori agricoli.

Sempre con riferimento all’Asse 1, vale la pena di ricordare la Misura 121 *“Ammodernamento delle aziende agricole”* e la Misura 123 *“Accrescimento del valore aggiunto dei prodotti agricoli e forestali”* (ricadenti fra le *“Misure intese a ristrutturare e sviluppare il capitale fisico e a promuovere l’innovazione”*) in cui si prevede, tra l’altro, la realizzazione di investimenti volti alla prevenzione degli impatti negativi delle attività agricole sulle risorse naturali con particolare riguardo al risparmio idrico ed energetico ed alla sostenibilità ambientale, nonché al rispetto dei requisiti comunitari di nuova introduzione.

All'interno dell'Asse 2, *“Miglioramento dell'ambiente e dello spazio rurale”*, che affronta, tra l'altro, le priorità relative alla tutela e gestione sostenibile del territorio, nonché alla tutela della risorsa suolo e delle risorse idriche, molto interessanti appaiono le *“Misure finalizzate a promuovere l'utilizzo sostenibile dei terreni agricoli”* che prevedono sia l'erogazione di indennità che di pagamenti (o premi). In particolare, il primo tipo di erogazione è prevista per compensare un disagio dovuto a pratiche agricole particolarmente rispettose dell'ambiente o allo svolgimento dell'attività agricola in aree svantaggiate o soggette a particolari limitazioni, al fine di mantenere l'attività agricola in zone svantaggiate che per la loro marginalità sono spesso abbandonate, con conseguenze negative di natura ambientale (fra cui l'accentuazione dei fenomeni di degrado del suolo). L'erogazione di pagamenti, invece, intende rafforzare il ruolo del settore agricolo sia per contenere i fattori di pressione ambientale dovuti a forme di agricoltura intensiva, che per incoraggiare la diffusione di forme sostenibili di agricoltura.

## 6. CONCLUSIONI

Nel corso del presente lavoro sono state effettuate analisi ed indagini sul bacino dell'Imera meridionale, con particolare dettaglio sul territorio del Comune di Licata (Ag), al fine di individuare e proporre misure di lotta alla siccità e alla desertificazione ritenute più idonee all'area di studio.

Tale area si configura come un sito climatico e socio-economico in cui la grave carenza idrica e la responsabilità dell'uomo che utilizza acque salmastre per l'irrigazione in modo indiscriminato, anche se per necessità, sono la causa principale del rischio di desertificazione.

Poiché l'agricoltura è e resterà il perno dell'economia del territorio, la disponibilità della risorsa idrica risulta un elemento particolarmente strategico in questo settore. Pertanto, in attesa che nella zona si renda disponibile acqua di buona qualità, appare necessario adottare tutte quelle tecniche di controllo e di gestione del suolo che mantengano la salinità e la sodicizzazione del complesso di scambio ad un livello agronomicamente accettabile. La ricerca di nuove fonti di approvvigionamento idrico qualitativamente migliori rispetto a quelle esistenti diventa, quindi, prioritaria. Inoltre, sono auspicabili sviluppi verso forme di agricoltura eco compatibili e sostenibili, quali l'agricoltura biologica, e si dovranno compiere degli sforzi per rinforzare le capacità dei tecnici e degli agricoltori locali per indurli al passaggio dall'individualismo all'associazionismo.

## BIBLIOGRAFIA

- Aquater SpA (1982) “*Studio sull'utilizzazione delle acque dei fiumi Platani, Imera Meridionale e loro affluenti*” – Studio conclusivo.
- Ballatore, G. P., Barcellona C., Cappadona C. e Fierotti G. (1960) “Studio pedo-agronomico della Vallata del Salso Inferiore (Piana di Licata)”. In *Studi sui terreni siciliani*. Palermo. Industria Grafica Nazionale.
- Ballatore, G. P., Fierotti G., Lombardo V. e Sarno R. (1968) “Esperienze di irrigazione di suoli argillosi con acque salmastre”. In *L'impiego di acque salmastre in agricoltura*. Quaderno di Agronomia n. 5.
- Bellini, G. (2004) “Il rischio di desertificazione nei terreni agricoli di una parte del bacino dell'Imera meridionale. – Territorio del comune di Licata. Possibili interventi”. In *Progetto RIADE*.
- Bernstein, L. e Francois, L.E. (1973). “Leaching requirement studies: sensitivity of alfalfa to salinity of irrigation and drainage waters”. *Soil Sci. Soc. Am. Proc.* n. 37.
- Borrelli, G., Ferrara V., Giordano L., Iannetta M. e Sciortino M. (2004a) “Criticità ambientali: la desertificazione”. In *Rapporto Italia 2004 dell'Eurispes*.
- Borrelli, G., Giordano L., Iannetta M. e Sciortino M. (2004b) “Report from Italy. The identification of sensitive areas in Italy”. In *MEDRAP Report*, Ghazi, A. e Enne G. (eds). Sassari
- Capoececera, P. e Colonna N. (2005) “La salinizzazione”. In *Progetto RIADE* dal sito [www.riade.net](http://www.riade.net) a cura del Gruppo Lotta alla Desertificazione, Unità Biotecnologie, Protezione della Salute e degli Ecosistemi, ENEA CRCasaccia.
- Chhabra, R. (1996) “*Soil salinity and water quality*”. A. A. Balkema, Rotterdam.
- Colonna, N., Iannetta M. e Palucci A. (2006) “Salinizzazione e qualità delle acque: impatti e ipotesi di mitigazione”. Monografia del *Progetto RIADE-ENEA*.
- Coltro, R. e Ferrara V. (1979) “*Contributo alla conoscenza della dissestabilità del bacino del fiume Salso o Imera meridionale*” Quaderno n. 53. Cassa per il Mezzogiorno – Ripartizione attività per le Regioni.
- DSTN - Dipartimento per i Servizi Tecnici Nazionali (1999), “*Carta delle aree sensibili alla desertificazione*”. SIMN - Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale (a cura). Roma.
- FAO (1991) *Water harvesting*.
- Fierotti, G., Dazzi C. e Raimondi S. (1988) “*Carta dei suoli della Sicilia*”. Regione Siciliana, Assessorato Territorio e Ambiente, Palermo.
- Fierotti, G., Dazzi C., Lombardo V., Oliveri G. e Raimondi S. (1989) “*Studio pedo-agronomico dei suoli potenzialmente irrigabili con le acque del Gibbesi*”. Consorzio di bonifica del Salso Inferiore 1939-1989. Edizioni Ape, Palermo.
- Flagella, Z., Cantore V., Boari F., Volpe D. e De Caro A. (1999) “Tolleranza allo stress salino delle specie coltivate in relazione agli aspetti fisiologici, produttivi e qualitativi”. «*Convegno: Le acque salmastre come risorsa idrica: limiti e prospettive*», Foggia.
- Giardini, L. (2002) “*Agronomia Generale*”. Patron Editore, Bologna.
- Hamdy, A. (1989) “Research work at the Bari Institute on the reuse of low quality water and its impact on soils and plants”. In *Reuse of low quality water for irrigation*, R. Bouchet (ed.). Bari, CIHEAM-IAMB,

- Meiri, A. (1984) "Plant response to salinity: Experimental methodology and application to the field". In: *Soil Salinity Under Irrigation: Processes and Management*. Ecological Studies, I. Shainberg and J. Shalhevet (eds), Springer-Verlag, Berlin.
- Raimondi, S., Indorante A., Lo Papa G., Paladino V. e Tusa D. (2002) "Effetti dell'irrigazione con acque salmastre su suoli antropici e "naturali" nella Piana di Licata (AG)". «*Convegno: Ottimizzazione dell'uso delle risorse idriche, convenzionali e non, in sistemi colturali sostenibili*» – Progetto POM-OTRIS», Bari.
- Raimondi, S., Indorante A. e Marcellino A. (2004a) "Valutazione della sostenibilità dell'irrigazione con acqua salmastra nella Piana di Licata (AG) tramite la metodologia d'impatto ambientale". *Tecnica agricola* n. 3-4.
- Raimondi, S., Indorante A., Palazzolo E., Panno M., Manno C. e Marcellino A. (2004b) "Risposta produttiva del pomodoro in coltura protetta, irrigazione con acque saline e impatto ambientale nella piana di Licata (AG)". «*Convegno annuale della SISS: Qualità del suolo, impatto antropico e qualità dei prodotti agricoli. L'agricoltura che produce paesaggio*», Siena.
- Raimondi, S. e Pollina N. (2006) "Una nuova classazione per valutare la salinità dell'acqua nei comprensori irrigui caldo-aridi dell'Italia meridionale". «*IV Convegno AISSA: Qualità e sostenibilità delle produzioni agrarie, alimentari e forestali*», Mosciano Sant'Angelo (TE).
- Restuccia, G., Marchese M., Mauromicale G., Battaglia M. e Reastuccia A. (2003) "Yield and fruit quality of tomato grown in greenhouse with saline irrigation water". «6th IS on protected cultures», Ragusa. Eds: G. La Malfa et al. *Acta Horticulturae*, N. 614, Sept. 2003
- Richards, L.A., (1954) "Diagnosis and improvement of saline and alkali soils". *Agr. Handbook* n. 60, United States Salinity Laboratory Staff.
- Richards, L.A., Bower C.A. e Fireman M. (1956) "Tests for salinity and sodium status of soil and of irrigation water". U.S. Dept. Agr. Bull. n. 982.
- Roda, C. "Origine della salinità delle acque del F. Salso o Imera meridionale". *Boll. Acc. Gioenia Sc. Nat.* n. 10-1971.
- Salvati, L., Ceccarelli T. e Brunetti A. (2005) "Geo-database sul rischio di desertificazione in Italia – Agricoltura e degrado del territorio nello scenario del clima che cambia", CRA-Ufficio Centrale di Ecologia Agraria, Roma.
- Sanesi, G. (2000) "Elementi di pedologia-I suoli, loro proprietà, gestione e relazioni con l'ambiente". Calderoni-Edagricole.
- Shalhevet, J. e Yaron B. (1973). "Effect of soil and water salinity on tomato growth". *Plant Soil* n. 39.
- SIAS - Servizio Informativo Agrometeorologico Siciliano (2003) "Carta regionale della vulnerabilità alla desertificazione". Palermo.
- SOAT 86 Licata (2002) "Carta dell'uso del suolo del territorio del Comune di Licata - Note illustrative". Licata.
- Vaccaro, C. e Rapti Caputo D. (2005) "Studio dei processi di desertificazione, analisi della gestione delle georisorse (acqua e suolo) nei territori del bacino del Fiume Salso, del bacino del Comunelli e della piana alluvionale di Licata". In: *Progetto RIADE*.
- Wilcox, L.V. (1958) "Determining the quality of irrigation water". *U.S. Dept. Agr. Int. Bull.* n. 197.

## ELENCO FIGURE

<b>Figura 1</b> Carta delle aree sensibili alla desertificazione (DSTN, 1999) .....	6
<b>Figura 2</b> Carta delle aree sensibili alla desertificazione ottenuta con il.....	8
<b>Figura 3</b> Carta dell'indice ESA ottenuta con il modello ESA .....	8
<b>Figura 4</b> Carta dell'indice ESA per la Sicilia ottenuta con il modello.....	9
<b>Figura 5</b> Carta dell'indice ESA per la Sicilia ottenuta con il modello.....	9
<b>Figura 6</b> Carta dell'indice di sensibilità alla desertificazione ottenuto con la .....	10
<b>Figura 7</b> Carta dell'indice di sensibilità alla desertificazione in Sicilia ottenuto con la.....	10
<b>Figura 8</b> Carta dell'indice di sensibilità alla desertificazione in Sicilia ottenuto con la.....	11
<b>Figura 9</b> Carta regionale della vulnerabilità alla desertificazione (SIAS, 2003) .....	12
<b>Figura 10</b> Qualità del clima in Sicilia (Borrelli et al., 2004) .....	12
<b>Figura 11</b> Esempio di mappe delle isolinee dell'indice di Palmer calcolato a gennaio 2002 (a) e gennaio 2005 (b) .....	13
<b>Figura 12</b> Aree di studio individuate dal progetto RIADE (www.riade.net).....	13
<b>Figura 13</b> Aree della Sicilia per cui sono noti problemi di salinizzazione (Capoecera e Colonna, 2005) .....	14
<b>Figura 14</b> Altimetria del bacino del fiume Imera meridionale .....	15
<b>Figura 15</b> Reticolo idrografico del fiume Imera meridionale .....	16
<b>Figura 16</b> Bacino del fiume Imera meridionale con alcuni sottobacini principali (Colonna et al., 2006) .....	17
<b>Figura 17</b> Carta pedologica del bacino del fiume Imera meridionale.....	18
<b>Figura 18</b> Carta litologica del bacino del fiume Imera meridionale i diversi complessi litologici..	19
<b>Figura 19</b> Carta di permeabilità del fiume Imera meridionale (Coltro e Ferrara, 1979) .....	20
<b>Figura 20</b> Carta dell'uso del suolo del bacino del fiume Imera meridionale.....	22
<b>Figura 21</b> Precipitazione media annua (1926-2000) e stazioni pluviometriche nel bacino dell'Imera meridionale.....	24
<b>Figura 22</b> Schema del sistema di approvvigionamento idrico del fiume Imera meridionale .....	27
<b>Figura 23</b> Panorama del territorio di Licata.....	29
<b>Figura 24</b> Andamento nell'anno dei valori medi mensili delle precipitazioni e delle temperature.	30
<b>Figura 25</b> Distribuzione e frequenza dell'Indice di Desertificazione (DI) secondo .....	30
<b>Figura 26</b> Fiume Salso in prossimità di Licata .....	31
<b>Figura 27</b> Pozzo a bocca larga .....	31
<b>Figura 28</b> Laghetti collinari .....	33
<b>Figura 29</b> Serre nel territorio di Licata .....	34
<b>Figura 30</b> Terreno preparato per colture da pieno campo.....	34
<b>Figura 31</b> Vigneti nel territorio di Licata.....	35
<b>Figura 32</b> Olivi nel territorio di Licata.....	35
<b>Figura 33</b> Andamento demografico della città di Licata dal 1861 al 2005 (fonte ISTAT) .....	36
<b>Figura 34</b> Panorama della piana di Licata.....	37
<b>Figura 35</b> Calanchi nella zona collinare di Licata .....	38
<b>Figura 36</b> Raccolta di acque piovane da un tetto con relativo serbatoio munito di indicatore di livello (Pakistan, 2003) .....	43
<b>Figura 37</b> Raccolta di acque piovane da una struttura costruita ad hoc (Etiopia, 2004).....	44
<b>Figura 38</b> Raccolta delle acque piovane dai tetti delle serre.....	46
<b>Figura 39</b> Laghetti aziendali .....	46
<b>Figura 40</b> Raccolta di acque piovane dai tetti delle serre con grondaie e tubazioni in PVC .....	47
<b>Figura 41</b> Esempio di vasca di raccolta delle acque (Bellini, 2004).....	51
<b>Figura 42</b> Impianto di microirrigazione con drip-lines.....	52



## ELENCO TABELLE

<b>Tabella I</b> Comuni della Sicilia vulnerabili alla desertificazione (DSTN, 1999).....	6
<b>Tabella II</b> Formazioni affioranti nel bacino del fiume Salso con estensione e percentuale relative	18
<b>Tabella III</b> Classi di permeabilità delle formazioni affioranti nel .....	19
<b>Tabella IV</b> Classi di acclività dei versanti del bacino del fiume Salso con estensione e percentuale relative.....	20
<b>Tabella V</b> Parametri statistici della precipitazione annua registrata nel bacino dell’Imera meridionale (1926-2000).....	23
<b>Tabella VI</b> Analisi SWOT per l’area di Licata .....	39
<b>Tabella VII</b> Analisi di frequenza della precipitazione annua a Licata dal 1921 al 2003.....	44