

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PALERMO

Facoltà di Scienze MM.FF.NN.
Corso di Laurea in Scienze Biologiche

TESI SPERIMENTALE DI LAUREA

STUDIO GEOMORFOLOGICO DEL TRATTO DI
COSTA TRA L'ABITATO DI GELA ED IL
TORRENTE DIRILLO.
VALUTAZIONE DELL'INTERRIMENTO DEL
LAGO BIVIERE.

Tesi di

Giuseppe Collura

Relatore

Chiar.mo Prof. Giuseppe Pipitone

Anno accademico 1995/1996

TESINE:

***Carta geologica della zona di Manfreda
(Manfreda F 272 III N.E.)***

Relatore

Chia.mo Prof. Pietro Renda

Geomorfologia delle isole minori della Sicilia

Relatore

Chia.mo Prof. Valerio Agnesi

Aspetti idrogeologici dell'isola di Favignana

Chiar.mo Prof. Salvatore Monteleone

- ***Indice***

<i>Premessa</i>	<i>pag. 2</i>
<i>1. Inquadramento geografico</i>	<i>pag. 5</i>
<i>2. Studi precedenti</i>	<i>pag. 7</i>
<i>3. Litologia</i>	<i>pag. 25</i>
<i>4. Tettonica</i>	<i>pag. 43</i>
<i>5. Il Lago Biviere di Gela</i>	<i>pag. 46</i>
<i>6. Condizioni climatiche</i>	<i>pag. 54</i>
<i>7. Analisi geomorfica- quantitativa</i>	<i>pag. 63</i>
<i>8. Determinazione del trasporto torbido</i>	<i>pag. 77</i>
<i>9. Previsione di interrimento</i>	<i>pag. 82</i>
<i>10. Sistemazione idraulico- forestale</i>	<i>pag. 85</i>
<i>11. Ipotesi di sistemazione del tratto di costa antistante la Lago Biviere</i>	<i>pag. 92</i>
<i>Conclusioni</i>	<i>pag. 105</i>

Allegati:

- 1. Carta geolitologica*
- 2. Carta della gerarchizzazione*

3. *Carta dei gradienti di pendio*
4. *Carta della densità di drenaggio*
5. *Carta dell'indice di erosione*
6. *Carta della sistemazione idraulico- forestale*
7. *Carta dell'evoluzione della costa di Gela*
8. *Carta geomorfologia del tratto tra l'abitato di Gela ed il torrente Dirillo*

PREMESSA

L'area costiera ad Est della Città di Gela è caratterizzata dalla presenza del "Lago Biviere"; una zona umida di grande interesse naturalistico per la rarità di specie floristiche e faunistiche, ma che è sottoposta ad elevate pressioni ambientali.

Lo scopo del presente studio è quello di analizzare attentamente i fattori di instabilità e conseguentemente ipotizzare una serie di interventi mirati alla salvaguardia di questo delicato ambiente.

Gli aspetti approfonditi nel seguente studio sono rappresentati con una serie di elaborati grafici e possono essere così sintetizzati:

1. Studio geologico dell'area. E' stata redatta la carta geolitologica sulla base degli studi precedenti, eseguiti da diversi autori, e dal rilievo diretto in campagna, accompagnato da una attenta campionatura delle litologie affioranti.
2. Analisi geomorfica quantitativa secondo il metodo proposto dai geomorfologi americani (Horton & Strahler, 1957), modificato ed ampliato da alcuni autori italiani (Avena, Giuliano & Lupia Palmieri, 1967) applicato al torrente Valle torta Monacella, immissario del lago Biviere; calcolo del trasporto torbido unitario e valutazione dell'interrimento.

Conseguentemente a questa analisi vengono ipotizzati una serie di interventi di sistemazione idraulico- forestale, sul bacino e sul torrente atti a ridurre la quantità di sedimenti che dal bacino si scaricano nel lago.

3. Analisi delle cause che hanno portato all'attuale arretramento del tratto di costa antistante il Lago Biviere e relativa ipotesi di intervento per la sua salvaguardia.
4. Studio geomorfologico di dettaglio (tendenza evolutiva, antropizzazione, sfruttamento delle risorse naturali) dell'area circostante il Lago Biviere.

1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area studiata si trova nella parte centrale della costa meridionale della Sicilia e ricade nei territori dei Comuni di Gela e Niscemi, interamente entro i limiti territoriali della Provincia di Caltanissetta.

Essa è compresa nelle seguenti tavolette IGM

-F. 272 II S.O. GELA

-F. 272 II S.E. PONTE DIRILLO.

-F. 272 II N.E. NISCEMI.

L'area del Biviere è delimitata a nord della ferrovia Caltanissetta- Siracusa; ad est dal confine provinciale Caltanissetta- Ragusa coincidente con il torrente Dirillo; a sud dal canale di Sicilia; ad ovest con l'area industriale. Il Lago è alimentato dalle acque del torrente Valle Torta-Monacella che nasce a nord- est dell'abitato di Niscemi e raccoglie le acque di 67,5 Km di bacino. L'accesso all'area è facilitato dalla presenza di numerose strade statali, provinciali e interpoderali, che collegano il territorio di Gela con quello di Vittoria e Niscemi.

2 STUDI RECENTI

Sotto il profilo geologico, l'area del seguente studio, si colloca nella parte sudorientale di un ampio bacino, noto nella letteratura geologica sotto il nome di "Bacino di Caltanissetta". La successione sedimentaria racchiude termini di età compresa tra l'Oligocene Sup. ed il Pleistocene. Alla base si individua il Flysch Numidico, tuttora oggetto di numerosi studi, (Ogniben, 1960; Abate et al., 1981); appartenente ai domini paleogeografici Panormide e/o Imerese risultando quindi in questa area in posizione alloctona. Al tetto del Flysch Numidico e intercalate nelle sovrastanti formazioni si ritrovano delle serie argillose spesso non attribuibili a periodi ben precisi, poiché inglobano dei termini di età diverse. Ogniben (1953) suddivide questi

affioramenti in due termini distinti: le Argille Scagliose, (“A.S.” secondo Beneo 1949) sempre sovrapposte e in contatto tettonico al flysch; e le Argille Brecciate, (a struttura non tettonica ma sedimentaria) che si ritrovano intercalate in vari livelli della serie stratigrafica. Rigo de Righi (1956), indica col termine “Olistostroma” grandi frane sottomarine; secondo l’autore le “Argille Scagliose” di Ogniben e le successive “Argille Brecciate” non sarebbero altro che olistostromi. Sempre Ogniben, (1960) interpreta le “A.S.” come sedimenti preorogeni di geosinclinale successivamente scollati e scivolati da nord verso sud “Falda Sicilide”. Mezzadri /1962/63), distingue 5 di livelli di A. B.: due appartenenti al Miocene sup. , 3 al Pliocene inf. E medio. Romeo (1970), attraverso lo studio della sezione stratigrafica di Monte Giammonia (presso Gela), stabilisce che la base del complesso postorogeno coincide con la parte basale della zona A a Globorotalia menardi di Cati et Al. (1968), riferibile ai livelli più bassi del Tortoniano. La Formazione Terravecchia, studiata da Rigo de Righi (1956), Marchetti (1956), Flores (1959), Chevalier (1961), Schmitz di Friedberg (1962,1967), (Ruggeri e Torre, 1984); attribuita al Tortoniano, inizia con un conglomerato trasgressivo sul substrato, ed è caratterizzata dalla presenza di rocce cristalline passanti gradualmente verso l’alto a sabbie giallastre minacee, con frequenti intercalazioni di argille sabbiose grigio bluastre ben stratificate a volte sostituite da argille, spesso salate, che superiormente diventano nuovamente sabbiose. Catalano (1979), attribuisce in parte al Tortoniano, ed in parte al Messiniano i frammenti di scogliere coralline, già studiate da Chevallier (1961), intercalate nelle argille della Formazione Terravecchia.

Ruggeri e Torre (1984), determinando la stratigrafia dei terreni sovrastanti i termini oliocenici e “Olistostromici”, e in accordo con Ricci Lucchi et. Al (1982), aggiungono il piano, Saheliano, corrispondente alla parte terminale del Tortoniano, ed alla zona a Globorotalia suturale, il Saheliano farebbe parte di un ciclo sedimentario distinto del Miocene sup.

I sedimenti che si sono depositati nel Miocene sup. (Messiniano) sono controllati dalla serie Gessoso- Solfifira. Tale formazione è compresa tra le argille marmose della Tortonianiano sup. e i “Trubi” del pliocene info. Ruggieri (1960).

Di notevole riguardo sono le “Osservazioni sulle evaporiti messiniane della Sicilia centro-meridionale” di Decima e Wezel (1971).

Gli autori mettono in evidenza l’esistenza di una fase tettonica inframessiniana, che permette di dividere la successione evaporitica in un complesso inferiore ed uno superiore;

Nel complesso evaporitico inferiore si distinguono due zone paleogeografiche:

1. ZONA MARGINALE, caratterizzata da facies stagnanti e carbonatiche.
2. ZONA DI BACINO o di CATTOLICA ERACLEA, caratterizzata dalla presenza di una coeva e potente sequenza di sedimenti euxsinici di acque profonde.
3. Nel complesso evaporitico superiore gli autori distinguono:
4. ZONA CENTRALE, con facies gessoso-marnose.
5. ZONA MARGINALE MERIDIONALE, con complesso superiore generalmente poco sviluppato.
6. ZONA MARGINALE SETTENTRIONALE, con facies molassiche e conglomeratiche.

I due complessi sono separati da una discordanza in corrispondenza delle quale si sviluppano un livello di gessareniti e calcareniti.

Il complesso di depositi superiori (Gessi di Pasquasia) è invece ritenuto deposto in acque poco profonde (ambiente di laguna sabka) di origine continentale arricchite in solfato di calcio per il dilavamento dei Gessi del complesso inferiore.

Le differenze fra i due complessi sono particolarmente evidenti nella prima fase evaporitica, (complesso inferiore); mentre nel complesso superiore sono meno marcate.

Associato alle evaporiti in tutta la Sicilia al di sopra dei gessi del secondo ciclo, vi è un deposito clastico a composizione arcocica i qualche metro di spessore “l’ Arenazzolo “ considerato come l’elemento basale della trasgressione pliocenica.

Alla fine del Miocene sup. si ristabiliscono condizioni normali di mare aperto; inizia così, nel Pliocene basale, un ciclo sedimentario caratterizzato, alla base, da una tipica “trasgressione a mantello”. (Ruggieri e Sprovieri, 1974,1976 a,b).

I sedimenti Pliocenici iniziano con i cosiddetti “Trubi”, marne bianche a Globigerine (Globigerine ooze), fittamente stratificate depositati a profondità comprese tra i 200 m e i 500 m (Decima e Wezel 1971).

Gli studi riguardanti le formazioni Plio-Pleistoceniche sovrastanti la serie solfifera sono numerosi e hanno dato origine e dibattiti e controversie tra i vari studiosi; in particolare la scuola di Palermo ha prodotto negli ultimi anni un ricca bibliografia in merito alla conoscenza del Pleistocene.

Trevisan (1943) attribuisce al Calabriano le Sabbie gialle costituenti la parte superiore del pianoro tra Caltagirone e Vittoria dal ritrovamento di una fauna ad “Artica islandica” nei pressi di Santo Pietro; mentre non fa alcun riferimento alle sottostanti Argille azzurre di Caltagirone.

De Stefani (1948) indica superiormente ai Trubi, nei dintorni di Piazza Armerina, delle Argille azzurre scarsamente sabbiose, ricche di fossili che passano superiormente ad Argille sabbiose giallo- grigie ed ancora a Sabbie gialle, più o meno sciolte con straterelli cementati ad “Oatrea lamellosa”.

Sempre De Stefani (1953- 54) conferma l’età Pleistocenica delle Sabbie tra Gela, Niscemi e Caltagirone attribuendola al Calabriano e non al Siciliano per motivi stratigrafici (ciclo sedimentario completo) e faunistici (presenza di ospiti nordici).

Tongiorgi e Trevisan (1953) ritengono che le argille di Caltagirone iniziano un ciclo sedimentario chiuso alla sommità di una superficie di regressione.

Ogniben (1954), e studiando la studia di Valguarnera, descrive sopra i Trubi una potente “Formazione siltoso- marmosa”, con intercalazioni quarzarenitiche del Pliocene medio e superiore in discordanza sui terreni sottostanti.

Malatesta (1954) esclude la possibilità di correlare le Sabbie di Caltagirone a quelle di monte della Ganzaria, perché le serie delle due regioni sarebbero separate da una linea tettonica a direzione N.E.-S.W., per cui attribuisce al Pliocene le formazioni sabbioso-arenitiche di monte della Ganzaria mentre riferisce ad un post-Calabriano le Sabbie di Caltagirone.

Successivamente, Malatesta (1955), in seguito a quanto sostenuto da Francaviglia e Iacobacci (1953), conclude che le Sabbie gialle appartengono ancora al ciclo sedimentario pliocenico con una “precoce introduzione degli ospiti nordici”.

Trevisan (1955) in una nota sull’evoluzione del bacino di Caltanissetta durante il Pliocene ed il Pleistocene, fa notare:

1. la totale sommersione di tale area durante il pliocene inferiore;
2. la possibile emersione di “piccole cordigliere” con assi all’ incirca est- ovest nel Pliocene medio superiore;
3. l’elevata complicazione tettonica dei livelli infrapliocenici e la probabile attenuazione dei movimenti tettonici stessi nel tempo.
4. Ogniben (1960), parlando delle fasi tettoniche postorogene, ed in particolare di quella avvenuta tra il deposito dei terreni calabriani e dei terreni immediatamente successivi, sostiene che una delle sue conseguenze sia la formazione di una fossa impostata su un sistema di faglie a Nord-Ovest dell’ altipiano ibleo, approssimativamente lungo la fascia Ramacca, Caltagirone, Niscemi, Gela e lo scivolamento gravitativo entro questa fossa di una considerevole massa di terreni Miocenici, Pliocenici, Calabriani.

5. Questa massa è resa visibile in superficie da una zona di frantumazione dei terreni messiniani in lembi molto piccoli e disordinati, ed è stata ritrovata nel sottosuolo di Gela dalle perforazioni dell'AGIP mineraria, come segnato da Beneo (1958) e da Rocco (1959).
6. In base alle dimensioni e alle caratteristiche di tettonizzazione, questa massa può essere considerata una vera e propria falda di trasporto orogenico gravitativo Ogniben (1960).
7. Wezel (1964 a, 1964 b, 1965, 1966) nella sezione da lui studiata nei pressi di Mirabella Imbaccari ritiene che i sedimenti soprastanti i Trubi, sostituiscono due cicli sedimentari sovrapposti rispettivamente di età Pliocene sup- Pleistocene e Siciliana.
8. I depositi del ciclo sedimentario inferiore costituiscono la "Formazione Marnosa" comprendente per la massima parte i sedimenti della fase regressiva.
9. Segue in trasgressione il ciclo sedimentario superiore di età Siciliana, costituito in prevalenza da Sabbie quarzose gialle, con frequenti intercalazioni quarzarenitiche ben cementate. L'autore ha messo in evidenza la costante inclinazione verso la costa meridionale della Sicilia dei potenti accumuli sabbiosi.
10. Successive analisi micropaleontologiche e sedimentologiche hanno permesso a Wezel di interpretare questi depositi come probabili letti frontali di una grande paleodelta Plio-Pleistocenico.
11. Roda (1967a) individua nella Sicilia centro- meridionale tre aree a diversa evoluzione durante il Pliocene e il Pleistocene:
 12. Zona di Gela, Niscemi e Caltagirone;
 13. Zona di San Michele de Ganzaria, Butera, Piazza Armerina;
 14. Zona di Lannari- Capodarso.
15. Di Geronimo (1969) in uno studio micropaleontologico di una sezione stratigrafica del versante Nord di Monte Navone giunge a delle considerazioni paleo ambientali, oltre che stratigrafiche.

16. L'autore individua al di sopra dei Trubi una formazione di Marne argillose e Argille marnose azzurre contenente qualche livello leggermente sabbioso; le Marne argillose sono state suddivise in Marne argillose inferiori e Marne argillose superiori, in base al contenuto faunistico.
17. Le Marne argillose inferiori vengono datate come parte alta del Pliocene medio, mettendo in evidenza una lacuna di sedimentazione. Le sovrastanti Marne argillose superiori e le Argille Marnose azzurre sono di età medio-suprapliocenica.
18. Le Argille passano gradualmente verso l'alto a Marne argilloso siltoso ed a Sabbie quarzose gialle poi ad un complesso di sabbie gialle con intercalazioni quarzarenitiche a cemento calcareo, ed intercalazioni di Sabbie argillose ed Argille sabbiose- siltose grigio-azzurre, che indicherebbero un ambiente di deposizione deltizio e rappresenterebbero il risultato di una regressione marina.
19. Tale fase regressiva, viene considerata Pleistocenica per motivi di ordine faunistico, la presenza di "ospiti nordici", quali *Arctica islandica*, *Venerupis rhomboides* e per motivi di tipo paleoambientale e paleoclimatici, quali l'associazione di foraminiferi bentonici di habitat profondo e di habitat litorale. Per la scarsità degli "ospiti nordici", l'assenza di *Hyalinea balthica* e la continuità stratigrafica sulle Argille marnose del Pliocene superiore, il complesso sabbioso viene attribuito al Calabriano inferiore ed è correlabile con la "sottozona C" ad *Arctica islandica* e *Hyalinea balthica* di Ruggeri (1961). Roda (1965/1971) nello studio della sezione stratigrafica di Niscemi e in una successiva nota sulla geologia della tavoletta Monte Gibliscemi individua, alla base della successione, lembi di tripoli e della serie solfifera. Superiormente affiorano Marne Argillose grigio azzurre contenenti microfaune caratteristiche del Pliocene medio-superiore a cui seguono in discordanza Argille marnose e siltose azzurre, contenenti una abbondante microfauna caratteristica del "Pleistocene freddo". Questa formazione è superiormente coperta da Sabbie gialle con intercalazione di banchi e lenti di

arenarie quarzose compatte. La successione termina con un banco di sabbie e conglomerati rossi, i quali secondo l'autore rappresentano probabilmente un deposito continentale. Le caratteristiche della sezione indicano un deposito regressivo fino, alla completa emersione. Ruggieri (1961) propone la suddivisione, dal punto di vista biostratigrafico, del pleistocene inferiore resta diviso nei seguenti tre piani: Santerniano, Emiliano, Siciliano, raggruppabili in un unico superpiano il Selinuntiano (Ruggieri e Sprovieri, 1977).

Questo superpiano è giustificabile, secondo gli autori, dalle seguenti ragioni:

- I) Durata relativamente breve dei singoli piani.
- II) Probabile impossibilità di individuare i tre piani al di fuori del bacino mediterraneo.

RUGGIERI (1974), nello studio del giacimento fossilifero di Casa Schifo, giunge alla seguente "ipotesi di lavoro":

Facies litologica e fauna concordano nell'attribuire alle sabbie fossilifere una profondità di sedimentazione molto modesta, poco al di sotto del limite inferiore di marea, comunque non superiore ai 40 mt. L'autore giustifica l'assenza degli ospiti nordici, tra la malacofauna, ipotizzando un intervallo di tempo, corrispondente alla deposizione delle Sabbie, in cui le condizioni climatiche erano localmente sfavorevoli alla loro vita; Altri A.A. attribuivano questa assenza alla bassissima batimetria .

In conclusione considerando la composizione delle faune e la posizione stratigrafica del livello fossilifero, l'autore attribuisce queste sabbie fossilifere ad un tardo Calabriano con situazione non più favorevole agli ospiti nordici.

Molti autori sono concordi nell'attribuire tale formazione al Calabriano (Pleistocene inferiore). Secondo Ruggieri et Al. (1979 a / 1979 b) la successione Plio-Pleistocenica, nelle aree periferiche della Sicilia sarebbe troncata da una trasgressione che ricopre termini di varie età, dal Mesozoico allo stesso Pliocene; tale trasgressione avrebbe inizio con una breve sedimentazione conglomeratico-calcarenitica, passante ad una argilloso-marnosa. Per la presenza di

Globotruncana truncatulinoidea excelsa questi sedimenti vengono attribuiti alla parte alta dell'Emiliano e al Siciliano.

L'inizio del ciclo sedimentario viene fatto risalire a circa 1,2 M.A. ; non è possibile individuarne la chiusura a causa dei diversi cicli trasgressivo dell'alto Pleistocene da cui risulta costantemente troncato.

3 LITOLOGIA

La successione stratigrafica riconosciuta nell'area di studio, sulla base degli studi precedenti dei diversi autori e delle osservazioni dirette effettuate nel corso del rilevamento geologico eseguito alla scala 1:25000, risulta costituita da una sequenza di termini Plio-Pleistocenici a composizione prevalentemente sabbiosa ed in parte marnoso-argillosa. Procedendo dai termini più antichi a quelli più recenti vengono distinte le seguenti unità litostratigrafiche:

Argille Marnose Azzurre	Pliocene sup.
	Pleistocene inf.
Argille Siltose-Sabbiose	Pleistocene inf.
Sabbie Gialle con	Pleistocene inf.
intercalazioni arenacee	Pleistocene medio
Sabbie Rosse	Pleistocene medio
Terrazzi Marini	Pleistocene medio
Alluvioni terrazzate ed attuali	Olocene
Depositi lacustri e palustri	Olocene
Dune antiche	Olocene
Dune attuali e Spiagge	Attuale

ARGILLE MARNOSE AZZURRE

Affiorano in una ristretta fascia centrale del bacino del torrente Valle Torta-Monacella, portate in affioramento dall'azione erosiva del corso d'acqua che ha asportato i sedimenti soprastanti.

In affioramento questo litotipo non presenta una netta stratificazione ed in superficie è caratterizzato da un tipico colore grigio azzurrognolo o bruno grigiastro se ossidato, mentre al taglio fresco mostra un classico colore grigio azzurro.

In superficie ed in particolare lungo le scarpate, si osserva la presenza di fratture poliedriche "Mud Cracks" tipiche di queste litologie, si osserva inoltre molto spesso l'assenza di vegetazione e la presenza di strutture (solchi di erosione) attribuibili all'azione delle acque meteoriche.

Secondo alcuni autori le Argille Marnose Azzurre poggiano generalmente sui Trubi, ma talvolta anche su terreni più antichi, con una leggera discordanza angolare.

Nella zona rilevata, data l'esiguità dell'affioramento non è visibile il contatto stratigrafico con i terreni sottostanti.

L'età della formazione viene attribuita al Pliocene superiore e probabilmente ad una zona di transizione con il Calabriano. (Ruggieri 1961; Wezel, 1965; Cati et Al., 1968).

ARGILLE SILTOSE SABBIOSE AZZURRE

Superiormente alle Argille Marnose Azzurre vengono poste in successione continua le Argille Siltose Sabbiose azzurre tutto ciò per un arricchimento della frazione siltosa e successivamente sabbiosa che essendo in questa area particolarmente marcato e spazialmente continuo, permette di distinguere questa litologia.

Il passaggio ai termini sottostanti e soprastanti non è netto ma graduale, per cui molto spesso risulta poco visibile.

Le Argille Siltose Sabbiose Azzurre in affioramento presentano una colorazione che tende al giallognolo mentre in corrispondenza dei tagli freschi la colorazione è decisamente sul grigio – azzurro; al tatto il materiale che li costituisce è alquanto tenero e friabile.

La stratificazione, almeno nella parte basale dell'affioramento, è incerta e difficilmente visibile, mentre nella parte alta, anche se appena accennata, è più facilmente riconoscibile.

Si nota, anche se non in tutti gli affioramenti, la presenza di fossili quali Ostrea, Cardium, e di noduletti calcarei di diametro sempre intorno ad 1 cm; che diverrà decisamente copiscua nelle sabbie gialle soprastanti.

La frazione argillosa è più abbondante negli strati basali, mentre verso l'alto la formazione si arricchisce progressivamente della frazione sabbiosa passando gradualmente alle soprastanti Sabbie gialle.

Le Argille Sabbiose Siltose Azzurre sono datate al Pleistocene inferiore. Di Geronimo, (1969); Roda, (1965/1971).

SABBIE GIALLE CON INTERCALAZIONI ARENACEE

E' la formazione più estesamente rappresentata nell'area studiata; Si tratta di sabbie quarzose fini di colore prevalentemente giallo ma tendenti al rossastro, per ossidazione, con frequenti intercalazioni arenacee ben cementate, generalmente composte da granuli di quarzo, cementati da calcite che morfologicamente danno origine a cornici o ciglioni messi in evidenza dall'erosione selettiva.

I banconi arenacei frequentemente mostrano una microstratificazione parallela più raramente incrociata; Probabilmente la stratificazione parallela è dovuta a variazioni di competenza delle correnti che trasportavano il materiale o al successivo rimaneggiamento del sedimento da parte delle onde.

Su questi banconi arenacei, in alcuni punti, è stato possibile misurare la giacitura, (D.I.P.), della litologia; Questa misure hanno messo in evidenza una disposizione sub- parallela dei banconi e quindi delle sabbie che li contengono, con una leggera immersione verso la costa con pendenze comprese tra i 5° e i 15°.

Le Sabbie mostrano rapporti di continuità sulle Argille Siltose Sabbiose sottostanti in tutti i punti osservati il passaggio dai termini sottostanti non è netto ma graduale per aumento progressivo della frazione sabbiosa.

Localmente all'interno delle sabbie sciolte si osservano noduletti calcarei distribuiti in modo irregolare e di forma varia, in genere ovoidale.

Si tratta di concrezioni epigenetiche senza una particolare struttura interna, derivate dalla cementazione di piccole masse di sabbie quarzose per precipitazione del carbonato di calcio, ad opera delle acque circolanti entro il sedimento.

In tutto l'affioramento si rinvengono frammenti di conchiglie di molluschi e gusci integri di esemplari di Pecten, Dentalium, Venus ecc., non viene confermata la presenza di Arctica islandica già denunciata da diversi A.A. tra cui Di Geronimo (1969).

Dal punto di vista paleontologico questo affioramento è stato ampiamente studiato, nelle immediate vicinanze dell'area in esame, da Ruggieri, (1974) con il giacimento fossilifero di "Casa Schifo".

Le Sabbie Gialle vengono concordemente riferite da molti autori tra cui Ruggieri, (1974), al Calabriano (Pleistocene inferiore).

SABBIE ROSSE

Superiormente alle Sabbie Gialle affiora estesamente in tutta l'area del bacino rilevato un deposito, sterile dal punto di vista faunistico, di spessore molto limitato che non supera mai 1,5 m chiamato da Roda, (1965) Sabbie Rosse.

Questa formazione è separata dalle sottostanti Sabbie Gialle da un limite di formazione netto e facilmente individuabile data l'accesa colorazione del litotipo.

Viene descritto dall'Autore come un deposito costituito da sabbia sciolta grossolana mal classata, formata da frammenti di quarzarenite giallastra e di calcare.

Tutti i frammenti sono coperti da una patina rossa e sono impastati in una matrice terrosa rossa.

Le Sabbie Rosse affiorano sulle spianate sub-orizzontali che costituiscono il limite superiore della successione sedimentaria sia ad Est che ad Ovest del Torrente Valle Torta- Monacella per poi costituire la litologia predominante nella parte alta del bacino, a Nord- Est di Niscemi.

Le Sabbie Rosse vengono datate tra la parte alta del Pleistocene inferiore e il Pleistocene Medio.

TERRAZZI MARINI

La successione Pleistocenica viene troncata alla sommità da una serie di terrazzi marini (depositi conglomeratici a matrice sabbiosa).

Sono stati cartografati all'interno del bacino studiato tre ordini di terrazzi posti a quote differenti e allineati rispettivamente lungo la direttrice W- E

In affioramento si presentano come spianate sub-orizzontali lievemente inclinate verso la costa e risultano composti di ciottoli appiattiti di diametro massimo compreso tra i 5-10 cm., a prevalente composizione quarzarenitica e più raramente calcarenitica la cui origine è dovuta probabilmente, allo smantellamento delle calcareniti e quarzareniti immerse nelle sabbie gialle.

Tali ciottoli molto spesso risultano concentrati in letti di qualche decimetro di spessore.

Il deposito ha uno spessore valutabile intorno al metro, ed è caratterizzato da una colorazione tendente al rossastro.

Nei punti in cui affiora è stato intensamente cavato per essere usato nella costruzione di piccole strade interpoderali nelle immediate vicinanze degli affioramento.

L'età di questo deposito viene riferita al Pleistocene medio.

ALLUVIONI TERRAZZATE ED ATTUALI

I bordi del Torrente Valle Torta sono caratterizzati dalla presenza di alluvioni generalmente composte da sabbie, limi e localmente da ghiaie rispecchiando la litologia del bacino di provenienza.

Le alluvioni terrazzate sono poste a quote più elevate rispetto all'attuale quota del torrente, testimoniando i vari stadi di ringiovanimento del profilo di equilibrio del corso d'acqua.

La estensione di questi depositi è molto limitata tale da non poter essere cartografati nella parte alta del bacino, mentre nella parte a valle; dal ponte Cubaitano fino alla foce del torrente è possibile osservare una ampia fascia di alluvioni depositati dal Valle Torta che esondava per una vasta area, poiché fino al 1940, anteriormente alla costruzione degli argini artificiali, non era provvisto di un alveo capace di contenere le piene.

In alcuni casi è stato possibile osservare una composizione a livelli, ghiaia, sabbia, limo dovuta probabilmente alla variazione stagionale delle portate, alternando periodi di magra a periodi di piena.

Le alluvioni terrazzate sono datate all'Olocene mentre quelle a valle vengono considerate attuali.

DUNE ANTICHE

Tutta la costa e particolarmente l'area studiata è caratterizzata dalla presenza di una serie di cordoni dunali che costituiscono distese uniformi e fortemente ondulate comprese fra le dune recenti, verso il mare e le altre formazioni più antiche verso l'interno.

Questi cordoni dunali sono disposti pressoché parallelamente alla linea di riva, la loro quota massima tocca in molti punti i 40 m.

In questi depositi si può osservare, lungo i tagli delle numerose cave, un chiarissimo e bellissimo esempio di "stratificazione incrociata", spesso a "lisca di pesce", risaltata dal differente grado di cementazione, dei sottili livelli che compongono il deposito.

Le dune antiche vengono datate all'Olocene.

DUNE ATTUALI SPIAGGE

I termini più recenti della successione presenti nell'area sono costituiti da Dune e Spiagge che caratterizzano i litorali di questa area della Sicilia centro meridionale.

Le dune attuali, così come le spiagge, costituite da Sabbie quarzose fini e ben selezionate, danno origine ad un paesaggio dolcemente ondulato costituito da una serie di dossi a cui si alternano altrettanti avvallamenti.

Schematicamente possono essere classificate come "Dune Longitudinali" disposte parallelamente alla riva in relazione con la direzione del vento che è l'agente principale di trasporto delle sabbie da cui sono costituite.

Le spiagge costituiscono un pendio debolmente inclinato verso il mare su cui si smorza l'energia dei flutti.

Viene constatato, in questa area, un forte arretramento della costa testimoniato dalla presenza di strutture un tempo costruite sulla terra ferma, pozzi e fabbricati, che attualmente risultano completamente aggirati dal mare; stando alle testimonianze dei contadini del posto la linea di costa si è arretrata di quasi 100 m. nell'arco di circa 20 anni.

Queste Dune e le Spiagge vengono considerate attuali.

4. TETTONICA

Per quando riguarda la tettonica, l'area in esame rientra nel contesto dell'evoluzione della Sicilia centro- meridionale.

I terreni più antichi sono costituiti da un "complesso plastico" tettonizzato e caotico conseguenza di una fase orogenica verificatasi nel Miocene.

Le formazioni Plio-Pleistoceniche, non sembrano essere state interessate da una tettonica particolarmente intensa, mentre i terreni sottostanti rappresentati dalla “Serie Gessoso-Soffifera”, appaiono caratterizzati da pieghe e faglie testimoniando una fase tettonica di tipo compressivo.

Secondo Roda (1971) questa fase tettonica ha prodotta la maggior parte delle pieghe visibili negli strati evaporitici e nei sovrastanti Trubi. La fase tettonica a cui fa riferimento l'autore si è sviluppata dopo il deposito dei Trubi, quindi non prima del Pliocene inferiore. Successivamente una seconda fase tettonica di età suprapliocenica- infrapleistocenica, coincidente con la messa in posto della “falda di Gela”, determina blandi piegamenti a sinclinale delle Sabbie gialle e delle sottostanti Argille marnose, e una accentuazione delle pieghe già esistenti.

Di Geronimo, Ghisetti Lentini e Vezzani (1978) nello studio sui “lineamenti neotettonici della Sicilia Orientale”, in riguardo all'evoluzione tettonica- sedimentaria, mettono in evidenza quattro fase tettoniche di deformazione durante il Plio-Pleistocene:

I) Fase compressiva posteriore alla deposizione dei Trubi,

II) Fase traslativa al limite tra il Pliocene superiore e il Calabriano che ha dato origine alla falda di Gela;

III) Fase infrapleistocenica di sollevamento, visibile su entrambi i lati della fossa Catania-Gela;

IV) Fase di sollevamento finale con tassi differenziali tra la catena dei monti Peloritani e Nebrodi, Bacino di Caltanissetta, Fossa Catania Gela e Margine Ebleo.

Durante tutto il Pleistocene quest'area è caratterizzata da un generale sollevamento fino all'emersione, testimoniato sia dalle caratteristiche sedimentarie della successione che dalla presenza di terrazzi fluviali e marini posti a quote diverse rispetto ai livelli attuali del Torrente del Mare.

Nell'area studiata non è stata rilevata nessuna struttura tettonica ciò in relazione al fatto che i sedimenti affioranti sono nella quasi totalità di tipo plastico e sabbioso.

5. IL LAGO BIVIERE DI GELA

Il Lago Biviere è situato tra la città di Gela, da cui dista circa 8 km, e la foce del torrente Dirillo.

Notizie storiche sulla sua esistenza si possono trovare negli scritti di molti storici tra cui Plinio il Vecchio, Caius Iulius Solino (metà III sec. d.c) e tanti altri.

Dal punto di vista geologico la sua origine può essere riferita alla più recenti vicende geologiche e tettoniche che hanno interessato quest'area in particolare al generale sollevamento dell'area, fino all'emersione, verificatosi nel Pleistocene cui ad un certo punto il Torrente Valle Torta- Monacella non è stato più in grado di costatare la formazione di cordoni dunali, da parte del mare e del vento, e quindi di conquistarsi lo sbocco in mare.

Data la sua origine probabile che, nelle prime fasi della sua formazione, il Lago abbia avuto un rapporto di scambio con il mare tipico di ambienti lagunali. Questa relazione è andata via via scomparendo con il procedere dell'evoluzione dell'area fino al raggiungimento dell'attuale equilibrio tra il lago, la falda idrica sottostante ed il mare. Attualmente il lago dista dal mare circa 1,3 km ed è separato da esso da un ampio sistema di dune, i Macconi; di cui oggi resta poco, la sua estensione attuale, riferita allo specchio d'acqua, è di 0,76 km² , contro una superficie originaria di 0,84 km²; ha uno sviluppo longitudinale nella direzione ovest- est, con una lunghezza massima di circa 2,5 km ed una larghezza media di 0,6 km ed il suo perimetro abbastanza sinuoso è caratterizzato da numerose anse. Originariamente si immettevano nel lago le acque provenienti dal Torrente Valle Torta-Monacella ed in piccolissima parte dal Torrente Terrana-Ficuzza, affluente del T. Dirillo, tramite una rudimentale derivazione sul torrente stesso ed un canale adduttore sotterraneo in muratura dalla sezione di 1 m x 1,5 m fatto costruire dal Duca Giovanni D'Aragona. (Salvatore Alma, 1885).

Il lago non era provvisto di uno scarico naturale e le sue acque provenienti dai bacini suddetti nei periodi di massima piovosità esondavano invadendo le circostanti zone depresse e precisamente:

- nella parte a monte fino ad invadere la sede della strada di accesso (attuale strada provinciale) e della strada ferrata Gela – Dirillo – Vittoria, ubicate nei siti attuali ma allo stesso livello del piano di campagna; oggi sia la strada che la ferrovia sono impostate a quote molto più elevate.
- Nella parte a valle esondava sommergendo le zone depresse tra il lago ed il mare.

A partire dalla fine degli anni '50 il lago ha subito una serie di interventi finalizzati all'aumento della capacità d'invaso ai fini di un maggiore utilizzo per scopi irrigui consistenti in :

- Costruzione dell'argine meridionale al fine di evitare esondazioni a valle.
- Costruzione dell'argine settentrionale per impedire la refluenza delle acque dal lago al torrente.
- Costruzione di un canale tra il lago ed il Torrente Dirillo; questo canale è impostato sul tracciato dell'antica galleria, sopra menzionata, ed ha una doppia funzione, infatti, tramite una serie di paratie mobili può catturare le acque del torrente Dirillo immettendole nel lago e viceversa funzionare da canale di scarico in caso di eccedenza di acqua invasata.
- Dragaggio del fondo del lago fino a quota – 5 m. per aumentare la capacità di invaso.
- Colmata dell'ansa occidentale per lo smaltimento dei fanghi di dragaggio.
- Costruzione dell'opera di presa.

Gli studi preliminari relativi alla realizzazione delle opere sopra descritte hanno messo in luce lo stretto rapporto esistente tra il lago e la falda sottostante; il lago infatti viene descritto come la “manifestazione superficiale della falda idrica” , cioè è dovuto all'intersezione della falda con la superficie topografica.

Questa relazione è confermata da alcuni esperimenti relativi all'innalzamento della quota di invaso con adduzione di acque provenienti dal Torrente Dirillo.

Si è potuto notare come ad ogni prolungato sovrizzo della quota di invaso oltre i 5 m la zona a valle veniva puntualmente allagata per affioramento della falda sottostante.

L'attuale volume di invaso del lago oscilla tra un minimo di circa 2.500.000 mc. ed un massimo di circa 5.000.000 mc. Questa oscillazione è giustificata dal regime climatico, piogge concentrate nel periodo annuale ed elevata evaporazione; e dal prelievo di acqua per l'irrigazione sia dal lago che dai numerosissimi pozzi nelle aree circostanti.

La posizione geografica, le condizioni climatiche, l'eccezionale varietà e ricchezza di specie viventi, fanno del lago Biviere una delle più importanti zone di migrazione e di sosta di numerose specie di uccelli acquatici, della Sicilia meridionale. L'interesse naturalistico fu evidenziato già all'inizio del secolo da Giuseppe Lopriore (studi comparativi sulla flora lacustre della Sicilia; Catania 1900) e quindi da una serie di studi susseguiti fino ad oggi.

Il particolare interesse pubblico dell'area del Biviere, ai sensi della legge 1470/39 fu riconosciuto con verbale n° 2 del 26 febbraio 1985 della Commissione Provinciale per la tutela delle bellezze naturali e Panoramiche di Caltanissetta, in seguito alla quale fu pubblicato il Decreto assessoriale 18 aprile 1986. (Gazz. Uff. della Regione Siciliana n°32 del 14/06/86 p.985 e seg.).

Con Decreto n° 300 del 16/06/87 del Ministero dell'Ambiente del 16/06/1987 fu dichiarata l'importanza internazionale della zona umida "il Biviere di Gela" ai sensi della "dichiarazione di Ramsar" del 2 febbraio 1971 (Gazz. Uff. n°170 del 23/07/87 p.10 e seg.).

Nel 1988, in esecuzione della l. r. n°98 del 1981, il Consiglio Regionale per la protezione del Patrimonio Naturale, ha proposto l'istituzione della R.N.O. "Biviere di Gela", al pari di altre più note aree umide quali la foce del Fiume Simeto, gli stagni di Vendicari, il Lago Pergusa etc. attualmente il Lago Biviere è sottoposto ad elevate pressioni ambientali che ne minano il delicato equilibrio:

- l'eccessivo interrimento;

- il dissennato sfruttamento della falda idrica;
- l'erosione della spiaggia e l'arretramento della linea di costa;
- l'antropizzazione di tutta l'area che ha portato alla quasi totale scomparsa del sistema di dune tra il lago ed il mare ed allo stravolgimento del paesaggio.

Il problema della salvaguardia del Biviere si pone con urgenza se consideriamo che il Lago si trova in un comprensorio in cui i problemi di tutela e di gestione del territorio sono trascurati e vicino ad una città come Gela che più di ogni altra avrebbe bisogno di aree a verde pubblico e parchi naturali a compensarla dall'inquinamento a cui è soggetta per i grossi insediamenti industriali esistenti.

6 CONDIZIONI CLIMATICHE

Per determinare le caratteristiche climatiche del bacino del Torrente Valla Torta- Monacella sono stati presi in considerazione i due elementi del clima più significativi cioè la temperatura e le precipitazioni.

L'esame delle temperature è stato eseguito utilizzando i dati della stazione di misura di Gela (45 mslm). Essa non è situata all'interno del bacino ma si trova in una zona limitrofa, distante circa 6 km, con una situazione geografica simile pertanto può essere presa in considerazione per la definizione dell'andamento termometrico dell'area esaminata.

Sulla base dei dati disponibili al momento, sono state calcolate le medie mensili, stagionali ed annue delle temperature massime, minime e medie e delle escursioni termiche giornaliere; i relativi valori sono riportati nelle tabelle Tab. n°1 e Tab. n°2 mentre i loro andamenti più significativi sono illustrati nei grafici 1 e 2 qui di seguito riportati.

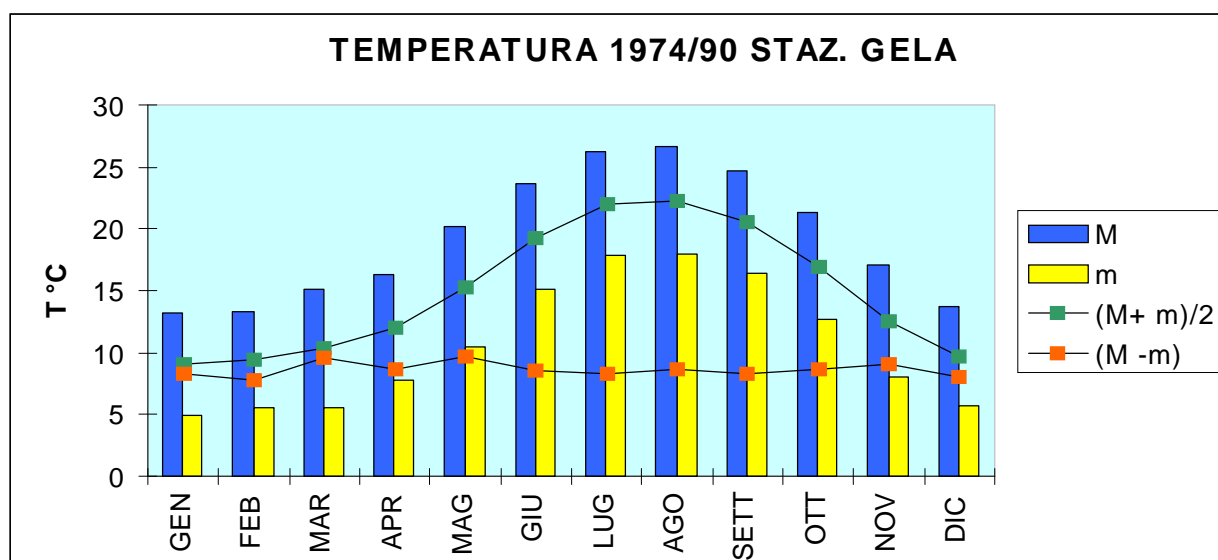
Tab. n° 1

MESE	M	M	$(M + m)/2$	$(M - m)$
------	---	---	-------------	-----------

GENNAIO	13,2	4,9	9	8,3
FEBBRAIO	13,3	5,5	9,4	7,8
MARZO	15,1	5,5	10,3	9,6
APRILE	16,3	7,7	12	8,6
MAGGIO	20,2	10,5	15,3	9,7
GIUGNO	23,6	15,1	19,3	8,5
LUGLIO	26,2	17,9	22	8,3
AGOSTO	26,6	18	22,3	8,6
SETTEMBRE	24,7	16,4	20,5	8,3
OTTOBRE	21,4	12,7	17	8,7
NOVENBRE	17,1	8	12,5	9,1
DICEMBRE	13,7	5,7	9,7	8

Valori medi mensili delle temperature massime (M), minime (m), medie ($M + m / 2$) e delle escursioni termiche ($M - m$) in °C
 Periodo di osservazione 1974 –1990 staz. di Gela

Grafico 1



La temperatura media mensile presenta i valori più bassi in Gennaio mantenendosi sui 9 °C, mentre i valori medi mensili più alti si registrano nel mese di Agosto con 22,3 °C .

La temperatura media annua del periodo di osservazione considerato presenta un valore medio di 15 °C. osservando il termogramma di fig. n°1 è possibile notare che le temperature medie dei mesi compresi tra Novembre e Aprile sono inferiori alla temperatura media annua; i mesi più freddi sono quelli di Dicembre, Gennaio e Febbraio.

Le escursioni termiche sono molto contenute e relativamente modeste nell'arco dell'intero anno e oscillano tra un valore minimo di 7,8 °C in Febbraio ed un massimo di 9,7 °C in Maggio.

L'andamento stagionale delle temperature viene rappresentato nei seguenti grafici.

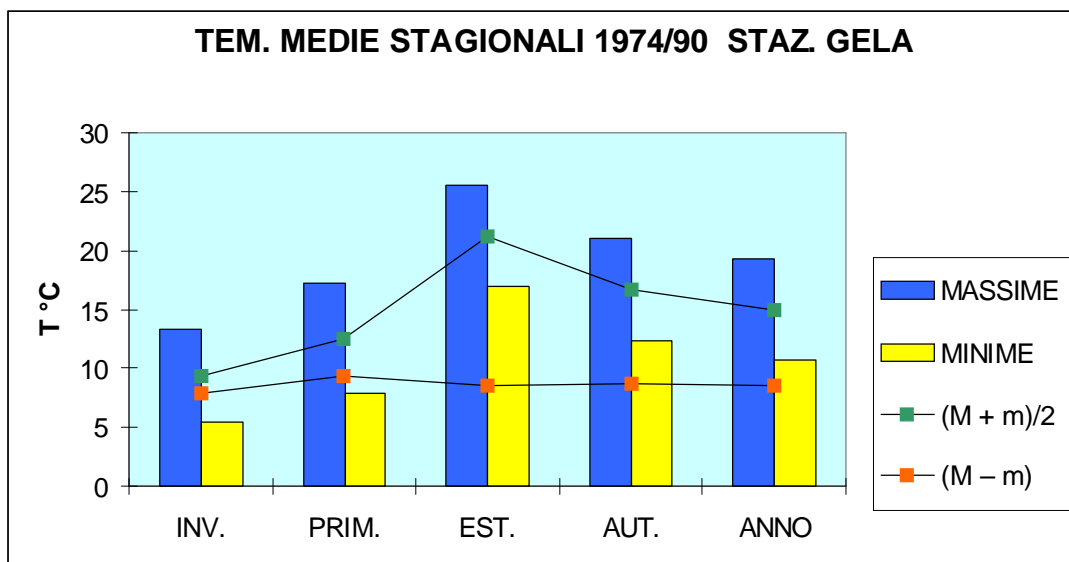
Tab. n° 2

STAGIONE	MASSIME	MINIME	(M + m)/2	(M – m)
INVERNO	13,3	5,4	9,3	7,9
PRIMAVERA	17,2	7,9	12,5	9,3
ESTATE	25,5	17	21,2	8,5
AUTUNNO	21,1	12,4	16,7	8,7
ANNO	19,3	10,7	15	8,6

Valori medi stagionali delle temperature massime (M), minime (m), medie (M+ m / 2) e delle escursioni termiche (M – m) in °C

Periodo di osservazione 1974 –1990 staz.. di Gela

Grafico 2



L'insieme dei dati elaborati consente di desumere che dal punto di vista climatico la zona in esame rientra nel dominio del clima temperato caldo con estate prolungata ed inverno mite, varietà di collina (Eredia, 1942).

Per eseguire lo studio delle precipitazioni sono stati presi in considerazione i dati della stazione pluviometrica di Niscemi (332 mslm) situata all'interno del bacino idrografico, i cui dati si riferiscono al periodo d'osservazione che va dal 1974 al 1990.

I valori medi delle precipitazioni mensili, stagionale ed annue, dei giorni piovosi (g.p.) e delle densità di precipitazioni (mm/g.p.), ricavati da questi dati per l'intero bacino, sono riportati nelle Tab. n°3 e Tab. n°4 ed illustrati nei grafici 3 e 4.

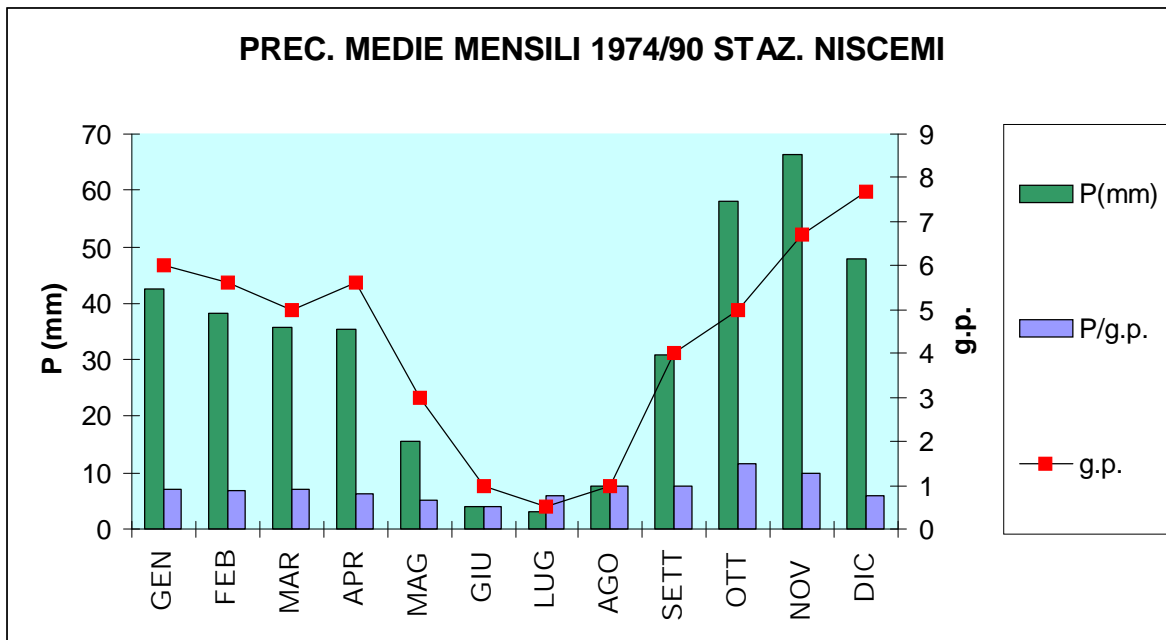
Tab. n°3

MESE	P(mm)	g.p.	P/g.p.
GENNAIO	42,4	6	7
FEBBRAIO	38,4	5,6	6,8
MARZO	35,6	5	7
APRILE	35,4	5,6	6,3
MAGGIO	15,7	3	5,2
GIUGNO	4	1	4

LUGLIO	3	0,5	6
AGOSTO	7,6	1	7,6
SETTEMBRE	31	4	7,7
OTTOBRE	58	5	11,6
NOVEMBRE	66,3	6,7	10
DICEMBRE	48	7,7	6

Valori medi mensili delle precipitazioni (mm), del numero dei giorni piovosi (g.p.) e della densità di precipitazione (mm/g.p.)
 Periodo di osservazione 1974 –1990 staz.. di Niscemi

Grafico 3



Le precipitazioni medie mensili del torrente Valle Torta Monacella indicano che il mese più piovoso è Novembre con 66,3 mm di pioggia mentre il meno piovoso è Luglio con 3 mm.

La densità media delle piogge nel bacino presenta valori discretamente variabili nel corso dell'anno; il massimo si ha in Ottobre con 11,6 mm/g.p.

L'altezza media annua delle precipitazioni sul bacino è di 382,6 mm, distribuiti in 49 g.p. è risulta inferiore a quella generale dell'intero territorio Italiano che è di circa 970 mm (Tonini, 1959). Dalle tabelle e dai grafici che mostrano la distribuzione delle piogge nel corso dell'anno, si evince che l'area in esame è caratterizzata dalla concentrazione delle precipitazioni nel

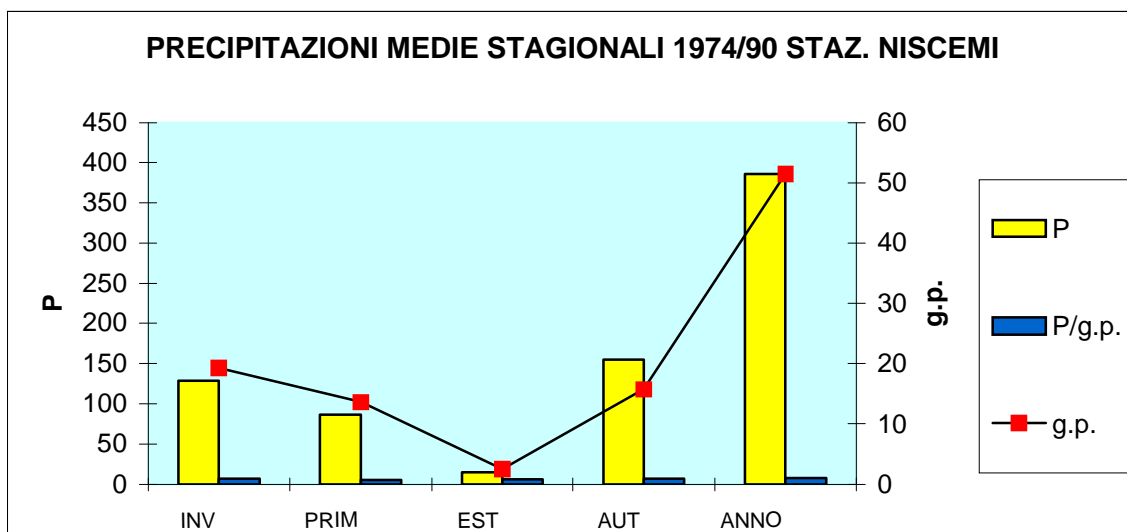
semestre autunno - inverno ed in minor misura nel trimestre primaverile, mentre piuttosto scarso risulta il valore nei mesi estivi.

Tab. n°4

STAGIONE	P(mm)	g.p.	P/g.p.
INVERNO	128,8	19,3	6,7
PRIMAVERA	86,7	13,6	5,4
ESTATE	14,6	2,5	5,8
AUTUNNO	155,3	15,7	6,3
ANNO	385,4	51,4	7,5

Valori medi stagionali e annuali delle precipitazioni (mm), del numero di giorni piovosi (g.p.) e della densità di precipitazione (mm/g.p.). Periodo di osservazione 1974/90, stazione di Niscemi.

Grafico n°4



Sulla base di queste informazioni, il regime pluviometrico del bacino del Torrente Valle Torta – Monacella, può essere definito, nel complesso, di tipo sublitoraneo- appenninico (Bandini, 1931; Tonini, 1959, Mennella, 1969, 1972, 1975).

Per avere degli indici climatici confrontabili con i dati relativi al trasporto torbido del bacino sono stati calcolati anche i parametri p^2/P (Fournier, 1960) dove p rappresenta le precipitazioni del mese piovoso e P le precipitazioni totali annue (in mm) ; questo parametro esprime il regime delle precipitazioni e viene perciò considerato come il più adatto a giustificare le variazioni del

trasporto torbido in relazione alle condizioni pluviometriche e $P \times \bullet$ (Ciccacci., Fredi & Lupia Palmieri, 1977); che fornisce utili indicazioni sulle variazioni di intensità del trasporto torbido per bacini privi di stazioni torbiometriche; i loro valori sono riportati in tabelle n°5. Va sottolineato che i suddetti indici sono stati ottenuti dai dati degli afflussi meteorici attribuiti dal Servizio Idrografico del Ministero Lavori Pubblici.

Tab. n°5

ANNO	p	P	p^2 / P	•	$P \times \bullet$
1974	69	349	13,6	23,1	8062
1975	63,2	361	11	24	8664
1976	188	721	49	55,2	39799,2
1977	39	179,2	8,5	13,4	2401,3
1978	109,4	466,2	25,7	39,4	18368,3
1979	142,8	444,2	46	28,5	12659,7
1980	68	324,6	14,2	23	7465,8
1981	41,8	188	9,3	16	3008
1982	112	536	23,4	34,4	18438,4
1983	141,6	411,4	48,7	43	17690,2
1984	142	382,4	61,4	37	14148,8
1985	156,4	474	51,6	43	20382
1986	—	—	—	—	—
1987	43,6	216,4	8,8	12	2596,8
1988	89	379	21	28,6	10839,4
1989	106,8	290	39,3	30,9	11397
1990	100,2	401	25	29,8	11949,8
1974/90	100,8	382,6	26,5	30	11508,6

Valori delle precipitazioni (in mm) del mese più piovoso (p), delle precipitazioni totali annue (P) e dei parametri p^2 / P , • e $P \times \bullet$ nel bacino del Torrente Valle Torta- Monacella, per gli anni

1974/90. Sono indicate anche le medie per l'intero periodo di osservazione, desunte per ciascun parametro dai rispettivi valori annui.

7 ANALISI GEOMORFICA – QUANTITATIVA

Sotto l'aspetto qualitativo e quantitativo le condizioni geomorfologiche del bacino in esame, rivestono un ruolo di primaria importanza nel quadro della conservazione del suolo, e più in particolare nell'equilibrio del Lago Biviere di cui il Torrente Valle Torta – Monacella è naturale immissario, si è proceduto, all'analisi geomorfica quantitativa secondo il metodo proposto dai geomorfologi americani (Horton & Strahler, 1957), modificato ed ampliato dagli autori italiani (Ciccacci S. et alii 1980), ed applicato ad alcuni bacini italiani.

E' stata curata in modo particolare la valutazione di quegli indici, (densità di drenaggio e gradiente medio di pendio dei segmenti fluviali, indice e densità di anomalie gerarchiche), ai quali appaiono maggiormente legati i fenomeni erosivi, non trascurando però altri indici utili ai fini di una più completa ed oggettiva caratterizzazione del bacino considerato e del suo reticolo idrografico.

Per analizzare più dettagliatamente la variazione dei diversi parametri morfometrici, ed il diverso contributo delle singole aree nell'ambito dei processi di degradazione, sono stati considerati alcuni bacini parziali all'interno del bacino principale. L'analisi geomorfica quantitativa è stata seguita dopo avere identificato e cartografato, sulle tavolette topografiche dell'I.G.M. alla scala 1:25.000, opportunamente integrate da controlli diretti di campagna, le linee di drenaggio superficiale. (All. n°2).

Sono stati presi in esame alcuni parametri espressivi della gerarchizzazione del reticolo idrografico (rapporti ed indici di biforcazione, numero ed indice di anomalia gerarchica). Tali parametri, calcolati sia per l'intera area che per i bacini parziali sono riassunti nella Tab. n°6 per l'intero bacino, nella Tab. n°7 per il bacino parziale "A", nella Tab. n° 8 per il bacino parziale

“1”, nella Tab. n° 9 per il bacino parziale “2”, nella Tab. n° 10 per il bacino parziale “3”, nella Tab. n° 11 per il bacino parziale “C”.

Tab. n° 6

BACINO DEL TORRENTE VALLE TORTA – MONACELLA

ORDINE <i>u</i>	FREQUENZA <i>N</i>	RAPPORTO DI BIFORCAZIONE <i>Rb</i>	FREQUENZA DIRETTA <i>Nd</i>	RAPPORTO DI BIFORCAZIONE DIRETTA <i>Rbd</i>	INDICE DI BIFORCAZIONE <i>R</i>
I	202	3.3	168	2.75	0.55
II	61	4.06	41	2.73	1.33
III	15	5	9	3	2
IV	3	3	3	3	0
V	1	—	—	—	—

Rapporti e indice di biforcazione relativi al bacino del Torrente Valle Torta Monacella.

u = ordine dei segmenti fluviali; *N* = frequenza; *Rb* = rapporto di biforcazione; *Rbd* = rapporto di biforcazione diretto; *R* = indice di biforcazione.

Tab. n° 7

BACINO PARZIALE “A”

ORDINE <i>u</i>	FREQUENZA <i>N</i>	RAPPORTO DI BIFORCAZIONE <i>Rb</i>	FREQUENZA DIRETTA <i>Nd</i>	RAPPORTO DI BIFORCAZIONE DIRETTA <i>Rbd</i>	INDICE DI BIFORCAZIONE <i>R</i>
I	134	4.3	107	3.4	0.9
II	31	3.4	23	2.5	0.9
III	9	4.2	7	3.5	0.7
IV	2	2	2	2	0
V	1	—	—	—	—

Rapporti e indice di biforcazione relativi al bacino parziale “A” .

u = ordine dei segmenti fluviali; *N* = frequenza; *Rb* = rapporto di biforcazione; *Rbd* = rapporto di biforcazione diretto; *R* = indice di biforcazione.

Tab. n° 8

BACINO PARZIALE “1”

ORDINE <i>u</i>	FREQUENZA <i>N</i>	RAPPORTO DI BIFORCAZIONE <i>Rb</i>	FREQUENZA DIRETTA <i>Nd</i>	RAPPORTO DI BIFORCAZIONE DIRETTA <i>Rbd</i>	INDICE DI BIFORCAZIONE <i>R</i>
I	8	4	7	3.5	0.5
II	2	2	2	2	0
III	1	—	—	—	—

Rapporti e indice di biforcazione relativi al bacino parziale “1” .

u = ordine dei segmenti fluviali; *N* = frequenza; *Rb* = rapporto di biforcazione; *Rbd* = rapporto di biforcazione diretto; *R* = indice di biforcazione.

Tab. n° 9

BACINO PARZIALE “2”

ORDINE <i>u</i>	FREQUENZA <i>N</i>	RAPPORTO DI BIFORCAZIONE <i>Rb</i>	FREQUENZA DIRETTA <i>Nd</i>	RAPPORTO DI BIFORCAZIONE DIRETTA <i>Rbd</i>	INDICE DI BIFORCAZIONE <i>R</i>
I	6	3	6	3	—
II	2	2	2	2	—
III	1	—	—	—	—

Rapporti e indice di biforcazione relativi al bacino parziale “2” .

u = ordine dei segmenti fluviali; *N* = frequenza; *Rb* = rapporto di biforcazione; *Rbd* = rapporto di biforcazione diretto; *R* = indice di biforcazione.

Tab. n° 10

BACINO PARZIALE “3”

ORDINE <i>u</i>	FREQUENZA <i>N</i>	RAPPORTO DI BIFORCAZIONE <i>Rb</i>	FREQUENZA DIRETTA <i>Nd</i>	RAPPORTO DI BIFORCAZIONE DIRETTA <i>Rbd</i>	INDICE DI BIFORCAZIONE <i>R</i>
I	9	2.25	9	2.25	—
II	4	4	4	4	—
III	1	—	—	—	—

Rapporti e indice di biforcazione relativi al bacino parziale “3” .

u = ordine dei segmenti fluviali; *N* = frequenza; *Rb* = rapporto di biforcazione; *Rbd* = rapporto di biforcazione diretto; *R* = indice di biforcazione.

Tab. n° 11

BACINO PARZIALE “C”

ORDINE <i>u</i>	FREQUENZA <i>N</i>	RAPPORTO DI BIFORCAZIONE <i>Rb</i>	FREQUENZA DIRETTA <i>Nd</i>	RAPPORTO DI BIFORCAZIONE DIRETTA <i>Rbd</i>	INDICE DI BIFORCAZIONE <i>R</i>
I	13	2.6	12	2.4	0.2
II	5	2.25	4	2	0.5
III	2	2	2	2	0
IV	1	—	—	—	—

Rapporti e indice di biforcazione relativi al bacino parziale “C” .

u = ordine dei segmenti fluviali; *N* = frequenza; *Rb* = rapporto di biforcazione; *Rbd* = rapporto di biforcazione diretto; *R* = indice di biforcazione.

Per quanto riguarda il primo di questi parametri (rapporto di biforcazione *Rb*) si è ricavato un valore medio per l'intero bacino pari a 3,8 che indica una modesta organizzazione gerarchica del reticolo idrografico nel suo complesso.

I singoli bacini parziali hanno mostrato valori compresi tra il minimo di 2,4 indicativo di un elevato grado di gerarchizzazione; esso si riferisce comunque ad un bacino con un estensione areale molto modesta 1,19 km² e massimo di 3,5 indicativo di un reticolo relativamente disordinato.

Per il rapporto di biforcazione diretto “*Rbd*” sono stati trovati valori concordanti con quelli precedentemente citati in particolare i valori sono compresi tra un minimo di 2,1 e un massimo di 3,1; si può osservare che i limiti estremi di questo parametri sono più contenuti rispetto al precedente ciò deriva dal fatto che nel computo “*Rbd*” vengono considerate le effettive relazioni esistenti tra i segmenti fluviali dei diversi ordini.

L'indice di biforcazione “*R*” ha ulteriormente confermato il medio grado di gerarchizzazioni raggiunto nell'insieme dal reticolo idrografico, mettendo in risalto l'incidenza delle influenze anomale, indicative di una certa tendenza evolutiva e pertanto una predisposizione ai fenomeni di

erosione e di dissesto. Il valore medio dell'indice ricavato per l'intero bacino, pari a 0,97 esprime una situazione gerarchica anomala e va confrontato con il valore medio di questo parametro riscontrato nei bacini parziali. Per ottenere informazioni più sicure, è stato calcolato il numero di anomalie gerarchica (Ga) per ogni bacino parziale e per l'intero reticolo considerato; quindi sono stati ricavati anche l'indice di anomalia gerarchica ($\Delta a = Ga/N1$) e la densità di anomalia gerarchica ($ga = Ga/A$).

I valori di questi parametri per i singoli bacini parziali e per l'intera area in esame sono riportati nelle seguenti tabelle.

BACINO TORRENTE VALLE TORTA – MONACELLA.

ORDINE DEI SEGMENTI RECIPIENTI	FREQUENZA DELLE INFLUENZE ANOMALE				FATTORI DI MULTIPLICAZIONE				PRODOTTI PARZIALI				NUMERI DI ANOMALIA GERARCHICA	Ga	Ga	Δa
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
3	17	-	-	-	1	-	-	-	17	-	-	-	17	240	1,19	3,55
4	6	4	-	-	3	2	-	-	6	4	-	-	24			
5	13	14	6	-	7	6	4	-	13	14	6	-	199			

Numero (Ga), Densità (ga), Indice (Δa) di anomalia gerarchica, relativi al bacino del torrente Valle Torta – Monacella.

BACINO PARZIALE “A”

ORDINE DEI SEGMENTI RECIPIENTI	FREQUENZA DELLE INFLUENZE ANOMALE				FATTORI DI MULTIPLICAZIONE				PRODOTTI PARZIALI				NUMERI DI ANOMALIA GERARCHICA	Ga	Ga	Δa
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
3	15	-	-	-	1	-	-	-	15	-	-	-	15	151	1,13	2,86
4	4	6	-	-	3	2	-	-	12	12	-	-	112			

5	8	8	2	-	7	6	4	-	56	48	8	-				
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	---	---	--	--	--	--

Numero (Ga), Densità (ga), Indice (Δa) di anomalia gerarchica, relativi al bacino parziale "A"

BACINO PARZIALE "1"

ORDINE DEI SEGMENTI RECIPIENTI	FREQUENZA DELLE INFLUENZE ANOMALE				FATTORI DI MOLTIPLICAZIONE				PRODOTTI PARZIALI				NUMERI DI ANOMALIA GERARCHICA	Ga	Ga	Δa
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
3	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	1	0,13	0,65

Numero (Ga), Densità (ga), Indice (Δa) di anomalia gerarchica, relativi al bacino parziale "1"

BACINO PARZIALE "2"

ORDINE DEI SEGMENTI RECIPIENTI	FREQUENZA DELLE INFLUENZE ANOMALE				FATTORI DI MOLTIPLICAZIONE				PRODOTTI PARZIALI				NUMERI DI ANOMALIA GERARCHICA	Ga	Ga	Δa
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
3	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	0	0	0	0

Numero (Ga), Densità (ga), Indice (Δa) di anomalia gerarchica, relativi al bacino parziale "2"

BACINO PARZIALE "3"

ORDINE DEI SEGMENTI RECIPIENTI	FREQUENZA DELLE INFLUENZE ANOMALE				FATTORI DI MOLTIPLICAZIONE				PRODOTTI PARZIALI				NUMERI DI ANOMALIA GERARCHICA	Ga	Ga	Δa
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
3	0	-	-	-	0	-	-	-	0	-	-	-	---	---	---	---

Numero (Ga), Densità (ga), Indice (Δa) di anomalia gerarchica, relativi al bacino parziale "3"

BACINO PARZIALE “C”

ORDINE DEI SEGMENTI RECIPIENTI	FREQUENZA DELLE INFLUENZE ANOMALE				FATTORI DI MOLTIPLICAZIONE				PRODOTTI PARZIALI				NUMERI DI ANOMALIA GERARCHICA	Ga	Ga	Δa
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
3	0	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	3	0,23	0,97
4	0	1	-	-	3	2	-	-	0	2	-	-	2			

Numero (Ga), Densità (ga), Indice (Δa) di anomalia gerarchica, relativi al bacino parziale “C”

Il valore minimo sia dell'indice che della densità di anomalia gerarchica è 0 e si riscontra nei bacini parziale “2”, e “3”; i valori massimi di Δa 3,55 e ga 6,7 si riscontrano nel bacino totale.

I valori medi di questi due parametri sono ulteriormente indicativi di una discreta presenza di linee di drenaggio gerarchicamente “anomale”, cioè che non confluiscono in segmenti fluviali di ordine immediatamente superiore (Avena, Giuliano e Lupia Palmieri, 1967).

In generale si può notare come tra le suddette influenze anomale siano nettamente dominanti quelle relative agli ordini più bassi, che giocano un ruolo principale nella disorganizzazione del reticolo. Considerando, infine, che in tutta l'area esaminata esistono in media 3,5 influenze anomale per ogni segmento fluviale del 1° ordine ($\Delta a = 3,55$) e circa 1,2 per ogni Km² ($ga = 1,19$), si può concludere che il reticolo idrografico del bacino di alimentazione del Torrente Valle Torta – Monacella è nel complesso mediamente gerarchizzato.

Lo sviluppo del reticolo di drenaggio, direttamente influenzato dalle litologie affioranti nell'area del bacino in esame nonché dal grado di evoluzione morfologica raggiunto, è stato valutato quantitativamente attraverso il calcolo della densità di drenaggio (D) (Horton, 1945) e il gradiente

medio di pendio dei segmenti fluviali (\bullet) che assumono rispettivamente valori medi pari a 2,32 (D) e 1,85% \bullet .

Per meglio analizzare le variazioni di questi due parametri nelle diverse parti dell'area in esame, il suddetto bacino è stato suddiviso in quadrati di 1 Km di lato, per ciascuno dei quali sono stati calcolati entrambi i valori; quindi, utilizzando i dati ottenuti, sono state compilate due carte in ognuna delle quali figurano congiuntamente due sistemi di rappresentazione : quello "a isolinee" e quello del "cartogramma a mosaico".

La costruzione della carta a isolinee si basa sull'attribuzione dei valori di "D" e di " \bullet " misurati per quadrati interi, di area unitaria, ai soli punti centrali di tali quadrati; quindi, le curve di uguale valore vengono tracciate supponendo che la variazione dei parametri tra punti centrali di quadrati contigui avvenga in maniera costante. La rappresentazione tramite cartogramma a mosaico risulta più corretta dal punto di vista concettuale in quanto supera l'astrazione di attribuire ad un punto il valore numerico che invece viene calcolato per un'area.

Per sviluppare il cartogramma a mosaico (All. n° 4) che raffigura lo sviluppo del reticolo idrografico del bacino, i valori della densità di drenaggio sono stati ripartiti in 5 classi, definite dopo un approfondito esame della variabilità del suddetto parametro dell'intera area considerata; tale esame ha permesso di identificare significativi valori limite fra le varie classi, tenendo conto anche delle necessità cartografiche di chiarezza e di sintesi.

Con i medesimi criteri, per la rappresentazione a isolinee è stata stabilita una "equidistanza" corrispondente ad un valore della densità di drenaggio di 0,25 (Km/Km²). Dall'osservazione della carta si può notare innanzitutto come nella parte centrale ed in quella alta le curve di isodensità del drenaggio si presentino molto rade evidenziando così una scarsa variazione areale nello sviluppo del reticolo, i cui valori di densità rientrano nella prima classe ($0 < D < 1$), nella seconda classe ($1 < D < 2$) e nella terza ($2 < D < 3$) della rappresentazione a mosaico. Verso la parte

medio alta ed in prossimità del Lago Biviere le isolinee si infittiscono, mettendo in risalto una variazione della densità di drenaggio, che raggiunge bruscamente i valori più elevati dell'intero bacino; questi appartengono quasi esclusivamente alle ultime classi del cartogramma a mosaico (con un massimo di 4,95).

I criteri seguiti nella compilazione della carta dei gradienti di pendio dei segmenti fluviali (All. n° 3) sono analoghi a quelli adottati per la carta delle densità di drenaggio. Tenendo conto della variabilità del parametro considerato e delle condizioni fisiografiche del bacino Torrente Valle Torta – Monacella per la rappresentazione a mosaico si è ritenuto opportuno suddividere i valori della pendenza media delle aste fluviali (calcolate per ciascuna area di 1 Km²) in 5 classi; la rappresentazione a isolinee è stata eseguita, invece, scegliendo una “equidistanza” tra le isolinee corrispondente alla pendenza media dell'1%.

Il confronto della carta così ottenuta con lo schema geolitologico allegato (All. n° 1) mostra chiaramente come i valori più bassi (1° e 2° classe) e le variazioni più contenute (entro il 3%) di questo parametro appaiono diffuse nella parte centrale, in corrispondenza del corso d'acqua principale, e nella parte alta; mentre nella parte bassa in prossimità del Lago ed in quella medio alta del bacino si registrano i valori sensibilmente più elevati.

8 DETERMINAZIONE DEL TRASPORTO TORBIDO

A completamento dell'analisi quantitativa, si è ritenuto necessario stimare l'entità del trasporto torbido unitario medio annuo (Tu tonn/ Km² /anno), indicativo del grado di denudazione in atto nel bacino del Torrente Valle Torta – Monacella.

Il bacino idrografico si imposta esclusivamente su rocce terrigene, ciò fa supporre che la maggior parte del materiale eroso venga trasportato dalle acque incanalate soprattutto in sospensione. I parametri che più significativamente influenzano la variazione della quantità di materiale portato in sospensione dal corso d'acqua sono: densità di drenaggio (D) ed alcuni parametri relativi alla

gerarchizzazione del reticolo idrografico (Δa e g_a); considerate le relazioni tra i suddetti parametri ed i valori del deflusso torbido unitario medio annuo (T_u), si sono messe in evidenza le variazioni del trasporto torbido fluviale, e quindi approssimativamente dell'erosione, nelle diverse parti del bacino, con una più accurata attenzione agli effetti che tale parametro, (T_u), può avere sull'equilibrio del Lago Biviere. Per sottolineare le variazioni areali dell'entità dell'erosione nell'ambito del bacino esaminato, è stato calcolato il (T_u) per i bacini parziali (A 1,2,3 e C).

Utilizzando la formula:

$$[2] \text{Log } T_u = 0,35312 D + 1,43225 \text{ (Ciccacci S. et alii, 1980).}$$

Questa relazione presenta delle limitazioni di applicabilità, infatti si dimostra valida nel caso di bacini con valori di "D" non troppo alti, come sono quelli rilevati in questa indagine (bacino parziale A, 1, 2, 3 e C).

BACINO	AREA Km ²	DENSITA' DI DRENAGGIO	G _a	G _a	Da	Tu [2] tonn/ Km ² /anno
TOTALE	67,5	2,32	240	1,19	3,55	
PARZIALE "A"	52,86	2,05	151	1,13	2,86	143,85
PARZIALE "1"	1,53	3	1	0,13	2,86	310,2
PARZIALE "2"	1,19	3,27	---	---	---	386,3
PARZIALE "3"	1,98	3,51	---	---	---	469,6
PARZIALE "C"	3,08	2,56	3	0,23	0,97	216,8

La scelta di questa relazione è strettamente dipendente al fatto che questa presenta, tra le varie formule, lo scarto minore(1,43%) tra il T_u misurato.

Allo scopo di avere un quadro di informazioni completo è stata calcolata la quantità di materiale che annualmente si riversa nel Lago Biviere.

A tal fine si sono sommati i valori di Tu di tutti i bacini parziali (A,1,2 e3) che affluiscono direttamente nel corso d'acqua principale(All.n°5).

BACINO	Tu [2] tonn/ Km²/anno	INCIDENZA %
PARZIALE "A"	143,85	10,99 %
PARZIALE "1"	310,2	23,68 %
PARZIALE "2"	386,3	29,48 %
PARZIALE "3"	469,6	35,85 %
TOTALE	1310	100 %

Il bacino parziale C non confluisce nel torrente principale ma si immette direttamente nel lago.

Il contributo di detto bacino non viene considerato nel calcolo del Tu relativo al torrente ma verrà considerato successivamente nell'ambito della previsione di interrimento del Lago.

Così facendo si è stimata la quantità di interrimento annuo (1310 tonn/ Km²/anno), equivalente ad una degradazione specifica di circa 0,72 mm/anno.

Considerando un intervallo di tempo di 20 anni, dalla fine dei lavori di dragaggio all'attuale, ed un peso di volume medio del materiale ($\chi=1,8$ tonn/mc), il Tu relativo al torrente è equivalente a 837817,7 mc.

Confrontando questo valore con quello fornito dal Consorzio di Bonifica della Piana di Gela (850.000 mc di materiale dragato), nell'ambito dei lavori di sistemazione idraulica del Lago Biviere nei primi anni '70, si è potuto notare che la differenza tra i due valori è minima, (12182,3 mc) con uno scarto tra i due valori pari all' 1,43%.

9 PREVISIONE DI INTERRIMENTO

L'esistenza del lago è in stretta relazione con la quantità di sedimenti che si scaricano in esso.

Per la previsione di interrimento oltre alla somma dei valori di Tu di tutti i bacini parziali (A, 1, 2 e 3) che affluiscono direttamente nel corso d'acqua principale viene considerato anche il tu relativo al bacino "C" che immette direttamente in una ansa nella parte est del lago (All.n°5).

BACINO	AREA Km²	Tu [2] tonn/ Km²/anno	INCIDENZA %
PARZIALE "A"	52,86	143,85	9,4 %
PARZIALE "1"	1,53	310,2	20,3 %
PARZIALE "2"	1,19	386,3	25,3 %
PARZIALE "3"	1,98	469,6	30,7 %
PARZIALE "C"	3,08	216,8	14,2 %
TOTALE	60,64	1526,7	100 %

Il trasporto torbido totale che ogni anno si immette nel lago è risultato pari a 1526,7 tonn/Km²/anno.

Considerando un peso di volume medio del materiale ($\chi = 1,8$ tonn/mc) l'interrimento è pari a 51434,5 mc/anno.

Moltiplicando questo valore per 20 anni, tempo trascorso dalla esecuzione dei lavori di dragaggio del fondo del lago ad oggi, possiamo valutare l'interrimento totale del lago in 1.028.656 mc.; anche in questo caso lo scarto con iol dato fornito dal Consorzio di Bonifica (850.000 mc) è di 178.656 mc., pari al 17,3%. Dal confronto di questi dati si deduce che nell'arco di 20 anni, dall'esecuzione dei lavori commissionati dal Consorzio di Bonifica, si sono ripristinate le condizioni iniziali con un incremento significativo del trasporto torbido e quindi dell'erosione. Il volume d'invaso del Lago Biviere oscilla tra un minimo di circa 2.500.0000 mc ed un massimo di 5.000.000 mc d'acqua.

Riferendoci alla condizione di massimo invaso l'interrimento che è stato calcolato, (51433 mc/anno), determina una perdita di capacità del Lago pari all'1.03 %/anno.

Se le attuali condizioni del bacino persisteranno immutate, senza subire modifiche quali interventi atti a limitare l'erosione o azioni che accelerano ed innescano ulteriori processi di dissesto il lago Biviere cesserà di esistere tra circa 100 anni; cioè l'attuale specchio d'acqua sarà completamente interrato.

Se si tiene conto che il lago non è un'opera umana ma che ha una storia evolutiva che inizia nel Pleistocene (più di 1.000.000 di anni fa) si capisce benissimo come l'eventuale scomparsa del lago è legata esclusivamente alle vicende umane dell'ultimo secolo.

10 IPOTESI DI SISTEMAZIONE IDRAULICO – FORESTALE DEL BACINO DEL TORRENTE VALLE TORTA – MONACELLA

Dalla previsione di interrimento, si evince che il lago Biviere è soggetto ad un alto apporto detritico che comporta una continua diminuzione del volume d'invaso pari al 1,03 % / anno e si prevede che tra circa 100 anni l'invaso cesserà di esistere.

Nell'ottica della salvaguardia di questo particolare ambiente naturale è necessario un tempestivo intervento di sistemazione del bacino che tenga conto dei seguenti obiettivi:

- 1) diminuzione del trasporto torbido.
- 2) Salvaguardia e rivalutazione dell'ambiente.
- 3) Contenimento dei costi di realizzazione.
- 4) Valorizzazione e miglior utilizzo delle opere esistenti.

Tra gli anni '50/ '60 nell'ambito dei lavori di sistemazione del lago Biviere per un migliore utilizzo a fini irrigui delle sue acque, è stata effettuata la sistemazione dell'asta principale del Torrente Valle Torta – Monacella consistente nella costruzione dell'alveo e degli argini in cemento, secondo sezioni diversamente dimensionate nei vari tratti, (vedi All. n° 5) per una lunghezza di 11,55 Km di alveo contro 20,3 Km di lunghezza totale.

Lo scopo di questo intervento era quello di impedire le esondazioni del torrente che si verificavano in occasione delle piene, poiché il torrente, fino al 1940 circa, non era provvisto di un vero e proprio alveo capace di contenere le massime portate.

Nella sistemazione esistente non sono previste strutture capaci di contenere o limitare il trasporto di sedimenti verso il lago.

La pendenza dell'attuale profilo del corso d'acqua è interrotta da salti, posizionati con regolarità lungo il torrente, per ridurre la velocità dell'acqua.

Bisogna ricordare che con questo tipo di sistemazione anche la più piccola portata è in grado di trasportare sedimenti poiché l'energia dell'acqua non viene consumata negli attriti con il fondo e con le sponde dell'alveo.(Hjulstrom F.1935).

Dallo studio del trasporto torbido con l'aiuto della carta dell'indice di erosione si sono localizzate le aree che maggiormente contribuiscono all'interrimento del lago.

Tabella n° 12

BACINO	AREA Km²	Tu [2] Tonn/km²/anno	INCIDENZA %
PARZIALE "A"	52,86	143,85	9,4%
PARZIALE "1"	1,53	310,2	20,3%
PARZIALE "2"	1,19	386,3	25,3%
PARZIALE "3"	1,98	469,6	30,7%
PARZIALE "C"	3,08	216,8	14,2%
TOTALE	60,64	1526,7	100%

Dalla tabella n° 12, che riassume il diverso apporto detritico delle singole aree del bacino si nota l'area relativa al "bacino parziale A", pur rappresentando l'81,5 % dell'area totale, contribuisce con il 9,6 % del trasporto torbido totale, risultando quindi la più stabile.

La stabilità di questa area è dovuta:

- alla presenza di boschi (la Sughereta di Niscemi), coincidenti nella carta dei gradienti di pendio (All. n° 3) con le aree al più alto gradiente $\theta > 12 \%$ che svolgono un'azione conservativa efficace nei confronti dell'erosione
- gradienti di pendio che non superano la seconda classe ($3 \% < \theta < 6 \%$) che caratterizzano la restante area del “bacino parziale A”. per questa area non si ipotizzano interventi particolari se non la conservazione e la difesa dei boschi esistenti, dagli incendi, dal pascolo e dalle attività umane, attraverso il potenziamento degli organismi preposti alla tutela.

Le aree relative ai bacini parziali (1, 2, 3 e C), pur rappresentando superfici di estensione limite con la parte più bassa del bacino in prossimità del lago, contribuiscono con il 90,6 % del trasporto torbido totale.

Risulta essere questa la zona più instabile, soggetta ad una elevata erosione, che necessita interventi mirati alla conservazione del suolo e quindi ad una riduzione dell'apporto detritico nel torrente.

La causa di questa instabilità è da ricercare principalmente nella scomparsa totale della “Macchia Mediterranea” tipica di questi luoghi e nella trasformazione dell'agricoltura fin dall'immediato dopoguerra; la vite e le colture intensive hanno preso il posto del Sughereto, ormai scomparso, dell'ulivo e del carrubo.

La metodologia di intervento ipotizzata per questa zona punta il più possibile alla creazione di aree verdi, si è ipotizzato l'impianto di alberi, (incentivando possibilmente il ripristino delle colture endemiche tra cui la quercia da sughero, l'ulivo, il carrubo e più in generale la “macchia mediterranea”) proceduto da interventi consistenti nella messa in posto di strutture temporanee quali le fascinate, le graticciate o viminate vive e morte, (All. n°6) che servono il tempo necessario affinché il bosco possa attecchire; tali opere sono importanti perché regolano e dirigono convenientemente l'acqua, interrompono la continuità delle pendici per moderarne la velocità di scorrimento superficiale, diminuiscono la capacità erosiva e servono anche a creare,

con dei piccoli ripiani in cui si conserva il terreno, l'ambiente favorevole all'insediamento e al successivo sviluppo della vegetazione, al fine di proteggere il suolo dall'azione delle acque di ruscellamento. Questo tipo di intervento assieme alla messa in posto di "piote erbose" e di "cespugliamenti" oltre a bonificare il versante tramite gli apparati radicali comporta un miglioramento paesaggistico con la creazione di nuovi boschi a costi contenuti. Data l'imponenza delle opere attualmente esistenti sul torrente Valle Torta- Monacella sarebbe oltremodo dispendioso intervenire con opere aggiuntive a carico dello stesso torrente; è necessario comunque pensare al migliore utilizzo dell'esistente per assicurare una maggiore efficacia nella riduzione del trasporto torbido. È necessario, quando urgente, provvedere alla pulitura del torrente poiché in alcuni punti, ed estesamente sul tratto che va dal Ponte Cubaitano fino alla foce, la sezione dell'alveo è quasi completamente interrata; per mantenere il torrente nelle migliori condizioni sarebbe necessario ripetere questa operazione periodicamente. Data la vicinanza col mare potrebbe risultare alquanto conveniente utilizzare questi sedimenti per il ripascimento artificiale della costa antistante il Lago Biviere contribuendo così alla formazione di nuova spiaggia con sedimenti dello stesso tipo di quelli provenienti dai bacini limitrofi.

11 IPOTESI DI SALVAGUARDIA DEL TRATTO DI COSTA ANTISTANTE IL "LAGO BIVIERE"

La costa meridionale della Sicilia, in particolare il golfo di Gela, è caratterizzata da un litorale sabbioso; i sedimenti di questo litorale provengono quasi esclusivamente dall'apporto dei fiumi e dal trasporto in sospensione delle correnti litoranee; è trascurabile infatti il materiale fornito delle coste alte, poiché queste rappresentano lembi molto piccoli del litorale.

I maggiori corsi d'acqua che sfociano in questo tratto di costa NW verso SE, sono: il torrente Comunelli, il torrente Roccazzelle, il torrente Gattano, il fiume Gela, il torrente Valle Priolo, il torrente Valle Torta – Monacella ed il Torrente Dirillo.

Il Torrente Valle Torta – Monacella non arriva al mare, ma si immette nel lago Biviere che dalla costa dista 1,3 km.

Le recenti e le attuali vicende umane che hanno interessato il territorio in esame, hanno influito notevolmente su quelle geologiche e geomorfologiche.

Tra gli interventi e le varie opere che sono state compiute in questa area dobbiamo ricordare gli sbarramenti per la costruzione di dighe, per uso irriguo sui maggiori corsi d'acqua.

La diga Comunelli costruita sull'omonimo torrente sbarra il corso d'acqua a circa 6,5 km dalla foce.

Il fiume Gela è stato sbarrato in due punti: a valle con la diga Dissuerei a circa 14,5 km dalla foce, a monte sull'affluente con la diga Rendo a 19 km dalla costa.

Anche il torrente Dirillo è stato sbarrato, alimenta infatti la diga Ragoletto.

I restanti corsi d'acqua, anche se non interessati da opere di sbarramento, insistono su bacini molto piccoli sono quindi caratterizzate da modestissime portate.

Si può facilmente intuire come la quantità di sedimenti portati a mare per il naturale ripascimento, sia quasi irrilevante nel bilancio litoraneo.

Tra le opere che hanno turbato l'equilibrio di questo tratto di costa bisogna ricordare la costruzione del "Porto Rifugio" ad ovest della città di Gela che ha innescato un processo di forte erosione immediatamente ad est sul tratto di litorale prospiciente il centro abitato; questa fase erosiva ha causato l'assottigliamento della spiaggia che in alcuni tratti il mare lambiva la strada litoranea. Per arrestare l'erosione e favorire la costruzione di nuova spiaggia, negli anni 70', sono stati messi in posto una serie di barriere frangiflutti foranei in scogliera di pietrame costituiti da elementi disposti parallelamente alla riva. Il risultato di questo intervento è quello di avere restituito la spiaggia nel tratto di litorale antistante la città e probabilmente di avere spostato il problema più ad est oltre lo stabilimento industriale cioè nella zona oggetto di questo studio.

Anche la costa prospiciente il lago Biviere, negli ultimi anni, ha subito un forte rimaneggiamento da parte dell'uomo; infatti sono stati quasi completamente distrutti i cordoni di dune caratterizzanti questa area sia per fare posto alle colture in serra sia per l'intensa attività estrattiva di sabbia per fare fronte alla incessante richiesta di inerti legata al boom edilizio degli ultimi anni.

11.1 MORFOLOGIA DELLA SPIAGGIA

Il tratto di costa interessato dal seguente studio è quello che va dal torrente Valle Torta Priolo, fino al torrente Dirillo.

Per meglio descrivere questa area, dal punto di vista morfologico, vengono distinte, dal mare verso l'entroterra, tre unità fisiografiche:

- 1) Spiaggia in s.s. (zona soggetta all'azione dei marosi).
 - 2) Cordoni dunali mobili, (zona soggetta all'azione del vento).
 - 3) Cordoni dunali fissi, (zona caratterizzata da vegetazione permanente).
- La spiaggia in s.s. è rettilinea e quasi esclusivamente sabbiosa, debolmente inclinata verso il mare ed ha una larghezza media di circa 20 m il passaggio con l'unità successiva è segnato da una piccola scarpata nell'ordine del metro.

Nella parte di litorale che va dal torrente Valle Priolo fino al vivaio della guardia forestale, questa unità non si distingue; la battigia è costituita da una piccola scarpata sabbiosa di 2-3 m. dove le onde si infrangono che costituisce la parte terminale della seconda unità.

- Cordoni dunali mobili: in passato questa unità doveva caratterizzare questa area. Oggi lo sfruttamento agricolo si è spinto fino a pochi passi dal mare cancellando quasi completamente queste strutture eoliche. I pochi lembi rimasti costituiscono un paesaggio fortemente ondulato in continuo movimento, sotto l'azione del vento, con creste e avvallamenti che si susseguono ripetutamente. Le creste raggiungono mediamente quota 5 m ed in alcuni punti anche i 10 m.

- Cordoni dunali fissi: costituiscono l'ultima unità fisiografica della costa prima di un marcato cambiamento morfologico del territorio verso l'interno. Sono costituiti da livelli di sabbia, a vario grado di cementazione, stratificata secondo angoli diversi, "stratificazione incrociata". Questi cordoni dunali hanno andamento sub- parallelo alla linea di costa e la loro quota massima tocca i 40 m. Purtroppo anche di questa unità rimangono pochi lembi a causa dell'intensa attività estrattiva.

11.2 REGIME EROSIVO LUNGO IL LITORALE.

La spiaggia oggetto di studio attualmente è in fase di erosione attiva; il fenomeno si è accentuato negli ultimi 25-30 anni causando notevoli arretramenti della linea di riva. È stato valutato un arretramento medio pari a circa 3 m /anno. In particolare la forte erosione è messa in evidenza dall'intersezione della linea di riva con i cordoni dunali e con tutta una serie di opere umane, serre, pozzi, fabbricati. Ad ulteriore conferma il fabbricato adibito a caserma della guardia di finanza che attualmente è lambito dalle onde, 30 anni fa distava circa 100 m dalla linea di battigia ed era separato dalla stessa da una fitta serie di dune. Prescindendo dall'eustatismo e da fenomeni di carattere regionale, le cause concorrenti alla erosione di questa area, possono riassumersi come segue:

- 1) Mancanza quasi totale di nuovi apporti di sedimenti dovuti alla cattura delle acque lungo gli alvei dei fiumi, con un bilancio negativo tra materiale asportato e apportato nella zona litorale.
- 2) Interventi umani effettuati lungo i litorali (opere marittime trasversali).

Da una parte cioè i fiumi non portano più al mare sufficienti quantità di sedimenti per il ripascimento delle spiagge; dall'altra le opere di difesa trasversali (barriere frangiflutti, moli, etc...) impediscono la libera circolazione delle sabbie lungo il litorale.

11.3 PROPOSTA DI INTERVENTO

Dall'analisi dei fenomeni erosivi in atto e data la gravità di questi è auspicabile un pronto intervento sul litorale che abbia una duplice finalità:

- 1) Proteggere il litorale in s.s dall'erosione per garantirne la conservazione.
- 2) Salvaguardare il Lago Biviere poiché questo, in un contesto più generale, è parte integrante del paesaggio, della geologia e geomorfologia del tratto di costa in esame. Da studi precedenti Amore C., Di Geronimo S., Giuffrida E., Randazzo G., (1988) la direzione del trasporto solido litoraneo, viene assunta da Ovest verso Est parallelamente alla linea di costa. Le opere di difesa previste consistono in:
 - a) Barriere frangiflutti foranee,
 - b) Ripascimento artificiale della spiaggia.

Le prime sono strutture costruite ad una certa distanza dalla battigia atte a proteggere l'area costiera retrostante dall'azione diretta delle onde; realizzate generalmente in scogliera di pietrame, posizionati in forma di gruppo di elementi di lunghezza modesta, separati da varchi aventi lo scopo di consentire lo scambio delle acque e principalmente, nel nostro caso, l'ingresso dei sedimenti.

La loro azione si espletterebbe con la deposizione di sabbia in una zona a bassa energia tra essi e la battigia, formando dapprima un bassofondo, che poi evolve in una estroflessione della linea di riva fino a raggiungere eventualmente la stessa opera. Questo intervento, in definitiva impedirebbe una ulteriore erosione della costa e nello stesso tempo favorirebbe la creazione di nuova spiaggia. Ovviamente il ripascimento reale della spiaggia dipende dalla disponibilità di materiale che come abbiamo visto per il momento è molto scarso; la costruzione di questi manufatti più che realizzare un aumento in senso assoluto della superficie della spiaggia, ha la funzione di trattenere e stabilizzare i materiali che vengono trasportati parallelamente alla linea di riva. Per migliorare ulteriormente l'efficacia dei frangiflutti si potrebbe intervenire con il ripascimento artificiale della spiaggia consistente nell'alimentazione della stessa mediante idoneo

materiale di riporto proveniente dalla periodica pulitura dell'alveo del Torrente Valle Torta-Monacella.

Data la vicinanza tra la zona di provenienza dei sedimenti e la zona, individuata per il ripascimento, tale intervento risulterebbe anche vantaggioso dal punto di vista economico.

La funzione di questo tipo di intervento consentirebbe di agire sul bilancio litoraneo del tratto di costa antistante il lago, con "sedimenti autoctoni" rendendolo in un primo tempo positivo e successivamente nullo.

Data la gravità del fenomeno erosivo in atto gli interventi a salvaguardia qui descritti andrebbero effettuati in tempi molto brevi.

CONCLUSIONI

Dal presente studio emergono con chiarezza una serie di problematiche che gravano sul tratto di costa ad est della città di Gela e in particolare sul Lago Biviere. Esistono infatti:

- un serio pericolo di interrimento del lago, la quantità di sedimenti che dal bacino si scaricano in esso, cioè il trasporto torbido totale annuo (Tu), risulta pari a 1526,7 tonnellate/km²/anno (dato ricavato). Considerando un peso di volume medio del materiale ($\gamma = 1,8$ tonnellate/mc) l'interrimento è pari a 51434,5 mc/anno.

Moltiplicando questo valore per 20 anni, tempo trascorso dall'esecuzione dei lavori di dragaggio del fondo del lago ad oggi, possiamo valutare l'interrimento totale del lago in 1.028.656 mc; lo scarto con il dato fornito dal Consorzio di Bonifica (850.000mc) di sedimenti dragati è di 178.656 mc, pari al 17,3%, questo valore si traduce in una diminuzione dell'invaso pari a 51433 mc/anno e cioè in perdita di capacità pari all'1,03%. Secondo la previsione di interrimento, il Lago Biviere cesserà di esistere tra circa 100 anni se le attuali condizioni del bacino persisteranno immutate. Dalla carta dell'indice di erosione si evince che il bacino contribuisce in maniera differente al trasporto torbido, il bacino parziale "A" risulta più stabile, contribuendo con il 9,4% del (Tu), nonostante rappresenti l'81,5% dell'area totale, mentre i bacini parziali

(1,2,3 e C) contribuiscono con il 90,6% rappresentando il 18,5% dell'area totale, per questi bacini parziali sono state previste una serie di opere di sistemazione estensive per aumentarne la stabilità.

- Un forte arretramento del litorale di questo tratto di costa nell'arco di 25-30 anni la linea di riva si è arretrata di circa 100 m con un arretramento medio pari a circa 3 m/ anno a causa della costruzione di una serie di opere portuali e di sbarramenti sui corsi d'acqua che hanno reso deficitario il bilancio litoraneo. Anche in questo caso viene ipotizzato un possibile intervento a salvaguardia del litorale antistante il Lago.
- Un probabile inquinamento della cospicua falda costiera, per ingresso di acqua salata, a causa dell'intenso e dissennato emungimento di acqua a scopo irriguo dai numerosissimi pozzi ubicati in questa area.
- La quasi completa cancellazione degli aspetti salienti della geomorfologia e del paesaggio (dune e cordoni dunali) tipici di questo ambiente. In definitiva su questa area insistono una serie di interessi, spesso contrapposti e difficilmente conciliabili tra di loro, economico, paesaggistico, ambientale e idrogeologico etc...

Per ogni intervento proposto occorre tenere conto di questi aspetti al fine di pervenire ad una effettiva valorizzazione e salvaguardia dell'intera area.

BIBLIOGRAFIA

ABATE B., CATALANOR., D'ARGENIO B., DI STEFANO E., DI STEFANO P., LO CICERO C., RENDA P. (1981)

Stratigraphy and sedimentary facies of the surveyed region

In : Guide-book of the field trip in western Sicily. Penrose Conference on controls of carbonate platform evolution. Palermo

ASSOCIAZIONE NAZIONALE DELLE BONIFICHE (1967)

La protezione del suolo e la regolazione delle acque

Atti del XXIII Congresso nazionale delle bonifiche. Roma 20 maggio 1967. Il mulino, Bologna

AURELI A., MUSARRA F. (1969)

Influenza del fattore geologico, sistemazione ai fini multipli di un bacino idrografico nell'ambiente siciliano

Atti del seminario di studi della I sezione dell'Associazione Italiana di Ingegneria Agraria su "Sistemazione ai fini multipli di bacini idrografici", Catania

AURELI A. (1971)

Indagini morfologiche per la valutazione selettiva delle zone di massimo dissesto di un bacino di grandi dimensioni

Atti II Convegno nazionale Studi sui problemi della geologia applicata, Genova

AURELI A., MUSARRA F. (1971)

Rapporti tra alcune opere di sistemazione idraulica e l'ambiente geologico in cui vanno inserite

Atti Convegno nazionale sull'idrologia e la sistemazione di piccoli bacini, Roma

AVENA G. C., GIULIANO G., LUPIA PALMIERI E. (1967)

Sulla valutazione quantitativa della gerarchizzazione ed evoluzione dei reticoli fluviali

In "Boll. Soc. Geol. It.", 86 Roma

BAZZOFFIT P. (1984)

Erosione sui versanti e conseguente sedimentazione in piccoli serbatoi artificiali

In "Ann. Ist. Sperim. St. Dif. Suolo", 15, Firenze

BEHRMANN R. B. (1938)

Appunti sulla geologia della Sicilia centro- Meridionale

Roma 1938

BELLINI P. (1983)

Sistemazione di pianura. Sistemazione di collina

In "Enciclopedia agraria italiana", vol. XI, Ramo editoriale degli agricoltori, Roma

BENEDINI M., GISOTTI G. (1985)

Il dissesto idrogeologico

La Nuova Italia Scientifica, Roma

BENEOE. (1949 a)

Sul "Microdiapiro" di Leonforte e su di quelli a nord di Gela (Sicilia centrale e meridionale).
 "Rend. Acc. Licei" (Cl. Sc. Fis., Mat. e Nat.), Ser VIII, vol, Fasc. 1-4, 108-133
 BENEIO E. (1951)

Sull'olistroma quaternario di Gela (Sicilia meridionale)
 Boll. Serv. Geol: D'Ital., 79, n°1-2, 5-15.
 BENEIO E. (1961)

Carta geologica della Sicilia al 500.000
 In studi e indagini per le ricerche di idrocarburi
 Parte I a cura Ass. Ind. E Comm. Regione Sicilia, Palermo
 BENINI G. (1974)

Sistemazioni idraulico forestali
 Cooperativa libraria editrice degli studenti dell'Università di Padova, Padova
 CAFLISCH L. e SCHMIDT di FRIEDBERG P. (1967)

L'evoluzione paleogeografica della Sicilia e sue relazioni con la tettonica e la naftogenesi
 Men. Soc. Geol. It., 26,449-474
 CANUTI P., SGUAZZONI G., TACCONI P. (1975)

Studi di geomorfologia applicata. II) Misura della pendenza dei versanti mediante valutazione della densità delle isoipse
 Boll. Soc. Geol. It., vol. 94, fasc. 3, Roma
 CAPUTO C., GOVI M., MARAGA F., LUPA PALMERI E., PELLEGRINI G. B (1980)

I problemi della difesa del suolo. Studi sui versanti e lungo i corsi d'acqua
 In Atti Conv. " La Ricerca Geografica in Italia 196- 1980", Varese
 CARULLO A. (1964)

Rimboschimenti ed opere di sistemazione montana in Sicilia
 Tipografia Compositori, Bologna
 CASTIGLIONI G. B. (1979)

Geomorfologia
 UTET, Torino
 CASTIGLIONI G. B. (1982)

La cartografia geomorfologica tra ricerca di base e ricerca applicata
 In "Boll. Soc. Geogr. It.", 10-12
 CATALANO R. (1979)

Scogliere ed evaporiti Messiniane in Sicilia. Modelli genetici ed implicazioni strutturali.
 Lavori dell'istituto di Geologia dell'università di Palermo, n°18, 3-21
 CATALANO R. e DARGENIO (1982)

Guida alla geologia della Sicilia occidentale
 Soc. Geol. It., Palermo
 CATI et Al. (1968)

Biostratigrafia del Neogene mediterraneo basata sui foraminiferi planctonici
 Boll. Soc. Geogr. It., Vol. 87, 491-503, Roma.
 CATTUTO C. (1971)

Valutazione analitica quantitativa della gerarchizzazione e dello studio evolutivo di due bacini idrici campione
 In " Boll. Soc. Natur.", Napoli, 79
 CHEVALIERI I. P. (1961).

Recherches sur les madreporaires et les formations récifales du miocène de la Méditerranée occidentale.
 Mem. Soc. Géol. France, n.s. 11-562

CHISCI G., GIORDANO A., INDELICATO S., LI DESTRI NICOSIA O., SFALANGA M., TORRI D. (1982)
Acquisizioni per la previsione della erosione idrica sui versanti
 CNR, PF "Conservazione del suolo", in Atti Conv. Concl., Roma

CIABATTI M. (1977)
Elementi di Idrologia superficiale
 Coop. Libr. Univ., Bologna

CICCACCI S., FREDI P., LUPIA PALMERI E., PUGLIESI F. (1980)
Contributo dell'analisi geomorfica quantitativa alla valutazione dell'entità dell'erosione nei bacini fluviali
 Boll. Soc. Geol. It., 99, 455-516, 12 ff., 5 tt.

COLTRO R. (1969)
Le formazioni siciliane nel quadro della sistemazione idrogeologica
 Atti Conv. Naz. sull'idrologia e la sistemazione dei piccoli bacini, Roma

COLTRO R., FERRARA V., MUSARRA F. (1978)
Studi di conservazione del suolo in alcuni bacini siciliani
 Sviluppo agricolo, suppl. al n.1, 38 pp., 11 ff., 9 tav. f.t., Palermo

COMMISSIONE INTERMINISTERIALE PER LO STUDIO DELLA SISTEMAZIONE IDRAULICA E DELLA DIFESA DEL SUOLO (SECONDA SOTTOCOMMISSIONE) (PRES. PROF. ING. GIULIO SUPINO) (1970)
Sistemazione idraulica dei bacini idrografici
 Atti Comm., I, Relaz. Conclusiva, Roma

COMMISSIONE INTERMINISTERIALE PER LO STUDIO DELLA SISTEMAZIONE IDRAULICA E DELLA DIFESA DEL SUOLO (COMMISSIONE DE MARCHI), (1970 e 1974)
Atti della commissione
 Voll. I, II, III e IV, Roma

CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE (1952)
Convegno sulla difesa del suolo e le sistemazioni fluviali e montane
 2° Giornata della Scienza indetta dal CNR in occasione della 30° Fiera di Milano, 16-19 aprile 1952. Supplemento a "La Ricerca Scientifica". Anno 22° -N.4, Roma

CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE (1977)
Misura del trasporto solido al fondo dei corsi d'acqua: problemi per una modellistica matematica
 Progetto finalizzato Conversione del suolo, Atti del seminario, Firenze.

CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE (1978)
Convegno sull'Aggiornamento delle metodologie di raccolta ed elaborazione dati idrometeorologici
 Progetto finalizzato Conversione del suolo, Atti del seminario, Roma

CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE (1978)
Convegno su Estremi idrologici e modelli di previsione
 Progetto finalizzato Conversione del suolo, Perugia

CONSIGLIO NAZIONALE DELLE RICERCHE (1998)
Atlante delle spiagge Italiane Foglio 272 Gela

DECIMA A. (1965)
Confronto tra i bacini della Parateide e del Mediterraneo al limite Miocene Pliocene.
 Riv. Min.Sic; 15, (88-909, 227.

DECIMA A. e WEZEL F.C. (1971)
Osservazioni sulle evaporiti messiniane della Sicilia centro-meridionale
 Riv. Min Sic, 22, 172-187

- DESIO A.(1973)
Geologia Applicata all'Ingegneria
 Hoepli, Milano
- DE STEFANIT T. (1948)
Sui risultati di alcune escursioni geologiche da me eseguite in territorio di Piazza Armerina.(Prov.di Enna)
 "Plinia",vol. I nota IV,33-54
- DE STEFANIT T. (1953)
Osservazioni geologiche e paleontologiche sulla vasta plaga Calabriana che si estende tra Gela-Caltagirone- Vittoria (Sicilia) . Act. IV Congr.
 Int. Quat,vol. 1, 435-441 Roma-Pisa .
- DE STEFANI T. (1954)
Calabriano del territorio compreso tra Gela, Niscemi, Caltagirone, Vittoria.
 "Plinia " vol. 4, 15-16, Palermo
- DI GERONIMO I. (1969)
La sezione Plinio-Pleistocenica di M.te Navone (Piazza Armerina, Enna)
 Atti Acc.Gioenia Sc. Nat. Catania, s. 6, 20 suppl. Sc. Geol; 81-146
- DI GERONIMO I., GHISSETTI F., LENTINI F. e VEZZANI L. (1978)
Lineamenti neotettonici della Sicilia orientale
 Men. Soc. Geol. It., 19, 543-549
- EREDIA F. (1942)
Distribuzione della temperatura in Italia nel decennio 1926-1935
 Min. Lav. Pubbl. Serv. Idrog., Roma, Pubbl. 21, 128 pp.
- FAIRBRIDGE R.W. (1968)
The Encyclopedia of Geomorphology.
 Reinhold Book Corp., New York
- FLORES G.(1959)
Evidence of slump phenomens (Olistostromes) in areas of hydrocarbons explorations in Sicily.
 Proc.Fifth World Pettr. Congress New York.
- FRANCAVIGLIA A. e JACOBACCI A.(1953)
Appunti sul rilevamento geologico della zona sud-orientale del Foglio 268 della Carta D'Italia "Caltanissetta"
 Boll. Ser. Geol. D'It., vol. LXXIV fasc.2°, Roma
- FRANCESCHETTI B.(1978)
La cartografia tematica geologico-morfologica in relazione alla lettura delle caratteristiche fisiche del territorio
 In Atti Conv."Pianificazione territoriale e geologia", Torino, 1978,1 GHISSETTI F.e VEZZANI L.(1979 a)
- Quadro neotettonico preliminare della Sicilia orientale in:"Contributi preliminare alla realizzazione della carta neotettonica d'Italia"
 Pubbl.n°251 del P.F.Geodinamica,333-339
- GISOTTI G., CALABRI G.(1983)
Sistemazioni idraulico-forestali
 Enciclopedia agraria italiana, vol.XI, Ramo editoriale degli agricoltori, Roma
- GISOTTI G.(1983)
Geologia e Pedagogia nell'assetto del territorio
 Edagricole, Bologna
- GISOTTI G. (1986)
La valutazione dell'ambiente geologico negli studi d'impatto

In "Geol.Tecn.", 3 e 4,86
 GIUNTA G.(1985)
Problematiche ed ipotesi sul Bacino Numidico nelle Maghrebidi Siciliane
 Boll.Soc.Geol. It.,104, 239-256
 GRASSO M., LENTINBI F. & VEZZANI L.(1978)
Lineamenti stratigrafico-strutturali delle Madonie (Sicilia centro-settentrionale)
 Geol. Romana, 17, 45-69
 HAUSSMANN G. (1970)
La cotica erbosa fattore essenziale per la stabilità del terreno
 In Difesa e conservazione del suolo dalle erosioni idrogeologiche,
 Istituto di tecnica e propaganda agraria, Roma
 HJULSTROM F., (1935)
Studies of the morphological activity of rivers as illustrated by the River Fyris
 "Meddel Uppsala Geografiska Institution", A, 10, pp 221-528
 HORTON R.E.(1975)
Erosional development of streams and their drainage basins;
 hydrophysical approach to quantitative morphology
 Geol. Soc.Am.Bvull. 56, New York
 ISTITUTO DI IDRAULICA UNIVERSITA' DI PADOVA (1979)
Moderne vedute sulla meccanica dei fenomeni fluviali
 CNR (Progetto finalizzato Conservazione del Suolo), Bressanone
 LENTINI F. e VEZZANI L.(1978)
orientale Tentativo di elaborazione di uno schema strutturale della Sicilia
 Mem. Soc. Geol. It., 19, 495-500
 LENTINI F., GRASSO M. e CARBONE S. (1987)
Introduzione alla geologia della Sicilia e guida all'escursione
 Convegno della Soc. Geol. It. su: "Sistemi avanzaese lungo la catena Appenninico-Maghrebide,
 Catania
 LUPIA PALMERI E.(1983)
Il problema della valutazione dell'entità bacini fluviali dell'erosione nei bacini fluviali
 Atti 23 Congr.Geogr. It., 2(1), 143-176, 1f.,Catania
 MALATESTA A.(1955).
 Faune a Cyprina islandica L. tra Piazza Armerina e Mazzarino (Sicilia centro- meridionale)
 Boll. Ser.Geol.It., 77, Fasc. 4, 5,447-454 Roma.
 MALATESTA E TORRENTE (1954).
Pliocene e Pleistocene a Caltagirone (Sicilia)
Faune a Cyprina islandica L. tra Piazza Armerina e Mazzarino (Sicilia centro- meridionale).
 Boll. Ser. Geol. It., 77, Fasc. 4,5,447-454 Roma.
 MALATESTA E TORRENTE (1954)
Pliocene e Pleistocene a Caltagirone (Sicilia),
 Boll. Ser. Geol. It.,75,n° 2, 396-416, 2 tav., 2 fig. Roma,
 MARCHETTI M.P. (1956)
The occurrence of slides slides and flowage materials olistostomes in the tertiary series of Sicily.
 Intern. Geol. Congr. Mexico City Proc.
 MENNELLA C. (1975)
Il clima d'Italia
 Frat. Conte Ed. S.p.a., III, 832 pp., Napoli
 MEZZADRI P.(1961)
Osservazioni sul Pliocene in Sicilia

Riv. Min. Sic., n° 69, 103-114
 MEZZADRI P.(1962-63)
La serie gessoso solfiera della Sicilia
 Lo zolfo, n° 30-37
 MINISTERO LAVORI PUBBLICI (1921-1990)
Annali Idrologici, parte I e II
 Sez. Palermo
 NOE' L., ROSSI- DORIA M.(1979)
I problemi della difesa del suolo
 Franco Angeli, Milano
 OGNIBEN L. (1953)
 “Argille Scagliose” e “Argille Brecciate” in Sicilia
 Boll. Serv. Geol. D'Italia, vol.75, f 1, Roma
 OGNIBEN L. (1954)
Le “Argille Brecciate” siciliane- Con i rilievi di dettaglio di Grottacalda (Valguarnera- Enna),
 Passarello (Licata-Agrigento), Zubbi (S. Cataldo- Caltanissetta)
 Mem. Ist. Geol. Min. Univer. Padova, vol. 18, Padova
 OGNIBEN L. (1960)
Nota illustrativa dello schema geologico della Sicilia nord- orientale
 Riv. Min. Sic. 11 (64-65) 183-212 Palermo
 OGNIBEN L. (1963)
 Riv. Min.Sic. (64-65) 183-212 Palermo
 OGNIBEN L. (1963)
Il Flysch Numidico nel quadro della geologia della Sicilia
 Mem. Soc. Geol. Ital., vol., 4, fasc.2, Bologna
 ORDINE NAZIONALE GEOLOGI (1987)
Geologia e Pianificazione
 CCR Lombardia, Milano
 PANIZZA M. (1967)
Geomorfologia applicata alla difesa del suolo ed al controllo delle acque in “Riv. Agr. Prat. Prov.
 Modena”, a 1967, 2
 PANIZZA M. (1971)
Illustrazione di uno schema di legenda per carte geomorfologiche di dettaglio
 Atti XXI Congr. Geogr. It.
 PANIZZA M. (1972)
Schema di legenda per le carte geomorfologiche di dettaglio
 In “Boll. Soc. Geol. It.”,91
 PANIZZA M. (1973)
Elementi di Geomorfologia
 Nuova ediz. 1978, Pitagora Ed., Bologna
 PANIZZA M. (1975)
Ricerche di Geomorfologia applicata alla Pianificazione territoriale
 In “Mem. Soc. Geol. It.”, 14
 PANIZZA M.(1987)
Il ruolo della Geomorfologia sulla Valutazione d'Impatto Ambientale
 In Atti 6 Congr. Naz. Ord. Geol., Venezia Settembre 1987
 PANIZZA M. (1998)
La cartografia tematica delle Scienze della Terra nella Pianificazione Territoriale
 In “Soc. Geol. It.”, Atti Conv. “Le Sc.d. Terra n. Pianif. Terr.”., Chieti PAOLETTI A. (1981)

Misura del trasporto solido di fondo in funzione della velocità media e dello spessore dei sedimenti in movimento

In "Idrotecnica", n. 1

PELLEGRINI G.B., SECCO G.(1979)

Carte morfometriche a grande scala per l'analisi fisica del territorio: loro costruzione ed utilizzazione

In Atti "Cartografia tematica regionale", Catania

PUGLISI S.(1978)

Caratteri degli interventi di sistemazione idraulico-forestale

In La sistemazione del suolo nei territori montani, Edagricole, Bologna

RICCI LUCCHI F.CALALONGO M.L. et Al.i (1982)

Evoluzione sedimentaria e paleogeografica nel margine appenninico

In: CREMONINI G. e RICCI LUCCHI F., (FD), Guida alla geologia del margine appenninico-padano

RIGO DE RIGHI F. (1956)

Olistostromi neogenici in Sicilia.

Boll. Serv. Geol. d'Italia,65, 13-26

RIGO M. e BARBIERI F.(1959)

Stratigrafia pratica applicata alla Sicilia

Boll. Serv. Geol. d'Italia, 75, 185-215.

RODA C. (1966)

Nuove conoscenze sulla trasgressione medico-pliocenica

Boll. Acc. Gioenia Sc. Nat, sez. 4, 8 ,705-716, Catania

RODA C. (19679 a)

Le informazioni del Miocene sup. e Pliocene inf. E medio al M. Capodarso (Enna)

Con la stratigrafia del sondaggio "Trabonella n° 1"

Atti Acc. Gioenia Sc. Nat, sez. 6, 19, 1-56, 5 ff., 2 tabb., Catania

RODA C. (1967 b)

I sedimenti plio-pleistocenici della Sicilia centro-meridionale

Atti Acc. Gioenia Sc. Nat, sez. 6, 18 (Suppl. Sc. Geol.), 295-310, 1 f., 1 t., Catania

RODA C. (1968)

Geologia della tavoletta di Pietraperzia (Prov. di Caltanissetta ed Enna) F. 268, III NE

Atti Acc. Gioenia Sc. Nat, Ser. 6, 19, 145-254

RODA C. (1971)

Nota illustrative della carta geologica della tavoletta Monte Gibliscemi (Caltanissetta F., I S.W.)

Boll. Sed. Acc. Gioenia Sc., Ser.4, 10, 571-632

ROMEIO M. (1970)

Stratigrafia e microfaune del miocene di M. te Giammoia presso Gela (Caltanissetta)

Atti Acc. Gioenia Sc. Nat., Serie 7, 1, 339-245, 4 fig., 2 tab., 10 tav., Catania

ROMITI A., ROMITI G. (1957)

Sistemazione dei bacini mondani

UTET, TORINO

RUGGIERI G. (1960 a)

La genesi della formazione "Gessoso Solfifera"

Riv. Min. Sic. , Anno XI, n° 66, 2-4

RUGGIERI G. (1961)

Alcune zone bostratigrafiche del Pliocene e del Pleistocene italiano

Riv. It. Paleont. Strat., V. 67, n°4, 405-417 Milano

RUGGIERI G. e TORRE G.(1973)

- Geologia delle zone investite da terremoto del Belice. Tavoletta Gibellina
_Riv. Min. Sic. N° 139-141, 27-33
RUGGIERI G. e TORRE G. (1984)
- Il Miocene superiore di Cozo Terravecchia
Giorn. di Geol., Ser. 3, 46 (1)
RUGGIERI G. e SPROVIERI R. (1974)
- The lacustrine faunas in Sicily and the dessiccation theory of Messinian salinity crissis
Lavori dell'Istituto di Geologia di Palermo, 13,6 pp.
_RUGGIERI G. e SPROVIERI R. (1976 a)
Messinian salinity crissis and paleogeographical implications. paleocl. Paleoecol., 20, ½
_RUGGIERI G. e SPROVIERI R. (1976 b)
- Considerazioni paleogeografiche sul messiniano superiore
_Boll. Soc. Geol. It., 95, 1121, 1126
RUGGIERI G. e SPROVIERI R. (1977)
- A revision of italian Pleistocene stratigraphy
Geol. Romana, 16, 131-139, 3 fig., Roma
_RUGGIERI G. , SPROVIERI R. e UNTI M. (1979 b)
- Evidenze della trasgressione dell'Emiliano (Pleistocene inf.) nella Sicilia orientale.
Boll. Soc. Geol. It., 98, 469-473.
- SCHMIDT di FRIEDBERG P. (1967)
L'anticlinale di "Portella del vento" (Sicilia centrale)
Mem. Soc. Geol. It., 6, 439-447
- SCHMIDT di FRIEDBERG P. (1986)
Gli indicatori ambientali : valori, metri e strumenti nello studio d'impatto ambientale
Atti FAST – Site, maggio 1984, Milano, F. Angeli Milano
- SELLI R. (1960)
Il Messiniano Mayer – Eymar. Proposta di un neostrato tipo
Giorn. Geol., Ser.2°, V. 28, 1-33, Bologna
SPROVIERI R. (1975)
- Il limite Messiniano- Pliocene nella Sicilia centro-meridionale
Boll. Soc. Geol. It., 94, 51-91
SPROVIERI R. (1976)
- Caratteri sedimentologici e micropaleontologici al passaggio Messiniano-Pliocene in Sicilia
Boll. Soc. Geol. D'Italia, 95, 1115-1119
STOPPINI Z.,ROSSI R. (1977-1978)
- Indagine sperimentale sull'interrimento di alcuni laghetti collinari e sull'erosione dei versanti.
Nota I. Metodologia di rilievo della sedimentazione
In "Annali della facoltà di Agraria dell'Università di Perugia", vol. XXXII-XXXIII
SUSMEL L. (1968)
- Sull'attuazione regimante e antierosiva nella foresta
In atti "Le Scienze della natura di fronte agli aspetti idrogeologici", "Acc. Naz. Lincei",112
Roma
SUSMEL L. (1981)
- La difesa del suolo
In "Italia Nostra", n.10, Milano
TAZIOLI G. S. (1982)
- Trasporto solido e fenomeni erosivi
In Conv. PF "Conservazione del Suolo", CNR, giugno 1982, Roma

THIASSEN. A.H.(1911)

Precipitation averages for large areas

Month. Weat. Rev., 39, Washington, 1082 pp.

TONGIORGI E. & TREVISAN L. (1953)

Escursions AS (Sicile)

Livre guide. IV Congr. Int. Et. du Quat., INQUA, 1-36, 18 ff., Roma – Pisa

TONINI D. (1966)

Elementi di idrografia ed idrologia

Libr. Univ., Venezia, II, 606 pp.

TREVISAN L. (1943)

Problemi relativi all'epirogenesi e all'eustatismo nel Pliocene e Pleistocene della Sicilia

Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., Mem., 51, 11-33, 8 ff., Pisa

TREVISAN L. (1968)

I diversi tipi di alvei fluviali

In "Acc. Naz. Lincei", 112, Roma

ZAVATTI A. (1986)

Ambiente: Protezione e risanamento

Pitagora, Bologna.

Nome file: Tesi sperimentale GCollura
Directory: C:\Documents and Settings\All Users\Documenti\A Materiale per Piano
Gestione\tesi di laurea
Modello: C:\Documents and Settings\Lipu80\Dati applicazioni\Microsoft\Modelli\Normal.dot
Titolo:
Oggetto:
Autore: Riserva Naturale Orientata "Biviere di Gela"
Parole chiave:
Commenti:
Data creazione: 06/05/2004 14.59.00
Numero revisione: 811
Data ultimo salvataggio: 13/05/2004 16.38.00
Autore ultimo salvataggio: Riserva Naturale Orientata "Biviere di Gela"
Tempo totale modifica 1.797 minuti
Data ultima stampa: 07/05/2007 16.02.00
Come da ultima stampa completa
Numero pagine: 62
Numero parole: 15.437 (circa)
Numero caratteri: 87.991 (circa)