

ATTI  
DELLA  
SOCIETÀ DEI NATURALISTI  
E MATEMATICI DI MODENA

Vol. CVI  
(LIII della serie VI)



MODENA  
SOCIETÀ' TIPOGRAFICA EDITRICE MODENESE · MUCCHI  
1975



ATTI  
DELLA  
SOCIETÀ DEI NATURALISTI  
E MATEMATICI DI MODENA

Vol. CVI  
(LIII della serie VI)



M O D E N A  
SOCIETA' TIPOGRAFICA EDITRICE MODENESE - MUCCHI

1975



## CONSIGLIO DI PRESIDENZA

Dall'8 maggio 1974

*Presidente* Prof. Albano Albasini

*Consiglieri* {  
Dott. Luca Benedetti  
Prof. Paolo Fazzini  
Prof. Anna Pagliai Bonvicini  
Prof. Antonio Ragni  
Dott. Adriano Zavatti

*Revisori dei conti*

*Membri effettivi* {  
Prof. Andrea Alietti  
Prof. Gian Clemente Parea  
Prof. Maurizio Pellegrini

*Membro supplente* Prof. Michele Melegari



# ELENCO DEI SOCI

per l'anno 1975

- AGOSTI Dr. Guido, via Zeffirino Iodi 2, Reggio Emilia  
ALBERTI Dr. Alberto, via Puccini 112, Modena  
ALIETTI Prof. Andrea, Ist. di Mineralogia, Università, Modena  
ALBASINI Prof. Albano, Ist. di Chimica Farmaceutica, Università, Modena  
ANDERLINI Dr. Fabrizio, viale Medaglie D'Oro 43, Modena  
ANDREOLI Dr. Roberto, via 11 Febbraio, Suzzara, Mantova  
ANNOVI Dr. Alessandro, via Jacopo da Porto 330, Baggiovara (Modena)  
ANTOLINI Dr. Luciano, Ist. di Chimica Generale, Università, Modena  
ANTONACCI Dr. Costanzo, corso Umberto I, San Giovanni Rotondo (Foggia)
- BAI Gabriella, Istituto di Chimica Fisica, Università, Modena  
BARACCHI Dr. Pierpaolo, via del Sagittario 619, Modena  
BARALDI Dr. Fulvio, Viale Brigata Mantova 6, Mantova  
BARALDI Dr. Ivan, via San Donà di Piave 64, Modena  
BARALDI Dr. Pietro, via Sarti 13, Valalta, Modena  
BARBANTI SILVA Prof. Luigi, Ist. di Fisica, Università, Modena  
BARBIERI Dr. Francesco, Ist. di Matematica, Università, Modena  
BARBIERI Prof. Giorgio, Ist. di Chimica Organica, Università, Modena  
BAROZZI Dr. Giancarlo, Istituto di Chimica Farmaceutica, Università, Modena  
BATTISTUZZI Dr. Raffaele, Ist. di Chimica Generale, Università, Modena.  
BEDONI Giorgio, Istituto di Geologia, Università, Modena  
BELLESIA Dr. Franco, Istituto di Chimica Organica, Università, Modena  
BELLINI Dr. Luigi, via Galvagnina 20, Pegognaga (Mantova)  
BENASSI Dr. Rois, Istituto di Chimica Organica, Università, Modena
- BENEDETTI Adriano, via Gasparini 29, Modena  
BENEDETTI Dr. Luca, Via Prampolini 113, Modena  
BERNABEI Dr. Maria Teresa, Ist. di Chimica Farmaceutica, Università, Modena  
BERNARDI Prof. Roberto, via C. Siginio 92, Modena  
BERTOLANI Dr. Giovanni, Lab. Igiene e Profilassi, via Berengario, Modena  
BERTOLANI Prof. Mario, Ist. di Mineralogia, Università, Modena  
BERTONI Dr. Carlo, Istituto di Fisica, Modena  
BETTELLI Dr. Giuseppe, Castellino Formiche (Modena)  
BIANCANI Dr. Manfredo, via Muzzioli 3, Modena  
BIZZIOCCHI Sig. Sergio, Via Gramsci 2, San Felice sul Panaro (Modena)  
BOGGIA Giorgio, via Marco Polo 12, Maranello (Modena)  
BONAZZI Dr. Ugo, Ist. di Geologia, Università, Modena  
BORTOLOTTI Dr. Anselmo, Via M. di Cefalonia 42, S. Donato Milanese, Milano  
BRUNI Dr. Maria Cristina, via Vittorio Veneto 22, Nonantola, Modena  
BUFFAGNI Dr. Mauro, Osservatorio Geofisico, Modena  
BUFFAGNI Prof. Sergio, Ist. di Chimica Generale Università, Modena  
BUONAGURELLI Prof. Anna Rosa, via Castelmaraldo 21, Modena  
BUZZEGA Dr. Carlo, via Lelli 16, Campogalliano (Modena)
- CADIOLI Dr. Beniamino, Ist. di Chimica Fisica, Università, Modena  
CAMERONI Prof. Riccardo, Ist. di Chimica Farmaceutica, Università, Modena  
CAMPI Dr. Luisa, via Monte Sabotino 66, Modena  
CANDELI Geom. Pier Luigi, Gombola di Polinago (Modena)  
CAPEDRÌ Dr. Silvio, Ist. di Mineralogia, Università, Modena

- C.A.R.C., corso Cavour 1, Finale Emilia (Modena)
- CARDACI Dr. Giuseppe, via G. Visi 8, Mantova
- CARTON Dr. Alberto, via S. Maria Rocca Maggiore 21, Verona
- CASALGRANDE Guido, via Spallanzani 2, Modena
- CATTANEO Prof. Antonio, viale Muratori 225, Modena
- CECCHI Dr. Rodolfo, Osservatorio Geofisico, Università, Modena
- CERVI Giuliano, via P. Pariato 2, Reggio Emilia
- CHIESSI Dr. Eugenio, Corticella di Rubiera, Reggio Emilia
- CIGARINI BERTOCCHI Dr. Tiziana, via Gaddi 40, Modena
- COGNETTI Prof. Giuseppe, Ist. di Zoologia, Università, Modena
- COLTELLACCI Marco, via Ugo da Carpi 57, Modena
- COPPI Dr. Gilberto, Istituto di Chimica Farmaceutica, Università, Modena
- COPPINI Prof. Dino, Ist. di Chimica Farmaceutica, Modena
- CORRADINI Dr. Domenico, Ist. Paleontologia, Università, Modena
- CORRADINI Dr. Giordano, Istituto di Chimica Fisica, Modena
- CREMA Dr. Roberto, Ist. di Zoologia, Università, Modena
- DAVOLI Dr. Franco, Istituto di Paleontologia, Università, Modena
- DAVOLIO Prof. Giovanni, Istituto di Chimica Fisica, Università, Modena
- DE BENEDETTI Dr. Pier Giuseppe, via dell'Adamello 12, Brescia
- DE BIASI Dr. Bruno, Istituto di Chimica Fisica, Università, Modena
- DE NEGRI Dr. Roberto, Ist. di Mineralogia, Università, Modena
- DE STEFANO Ing. Alberto, via A. Plessi 5, Vignola (Modena)
- DI BELLA Dr. Maria, Ist. di Chimica Farmaceutica, Università, Modena
- DI CREDICO Cap. Vittorio, Accademia Militare, Modena
- DIECI Prof. Giovanni, Ist. di Paleontologia, Università, Modena
- DI PIETRO Prof. Pericle, via Ganaceto 70, Modena
- FABBRI Prof. Gianfranco, Istituto di Chimica Fisica, Università, Modena
- FABRETTI Dr. Antonio, Istituto di Chimica Generale, Università, Modena
- FALCONIO Dr. José, viale Muratori 185, Modena
- FAZZINI Prof. Paolo, Ist. di Geologia, Università, Modena
- FERRARI Ing. Francesco, via Cavidole 6, Castelnuovo Rangone, Modena
- FERRARI Dr. Franco, via Salvo D'acquisto 1, Fanano (Modena)
- FERRARI Sig. Giancarlo, via G. Rossini 230/2, Modena
- FERRARI Patrizia, Str. Naz. del Canaletto 565, Modena
- FERRARI Dr. Massimo, Istituto di Chimica Fisica, Università, Modena
- FIORI Prof. Giorgio, Piazza Conte di Moriana, Sassari
- FOLLI Prof. Ugo, Istituto di Chimica Organica, Università, Modena
- FONDELLI Prof. Mario, via Gino Capponi 8, Firenze
- FONTANESI Per. Chim. Carlo Alberto, via Pascoli 16, Carpi (Modena)
- FRASSOLDATI Dr. Paolo, Istituto di Chimica Fisica, Università, Modena
- FRATELLO Prof. Bernardo, Istituto di Anatomia Comparata, Università, Modena
- FREGNI Dr. Paola, Istituto di Geologia, Università, Modena
- GAMBERINI Dr. Gianfranco, Ist. di Chimica Farmaceutica, Università, Modena
- GARAGNANI Italo, via Garagnani 38, Castelfranco (Modena)
- GARAGNANI Dr. Enea, via C. Marx 30, Piumazzo (Modena)
- GARUTI Dr. Giorgio, Istituto di Mineralogia, Modena
- GASPERI Dr. Gianfranco, Ist. di Geologia, Università, Modena
- GAVIOLI Dr. Giovanna, Ist. di Chimica Fisica, Università, Modena
- GELMINI Prof. Rodolfo, Ist. di Geologia, Università, Modena
- GEMELLI Dr. Franco, via Camogli 36, Modena
- GEMIGNANI Prof. Giuseppe, Istituto di Matematica, Università, Modena
- GHIZZONI Dr. G. Domenico, Vezzolo di Reggio Emilia
- GIBELLINI Dr. Gaetano, via A. Volta, Fiorano (Modena)
- GIBERTI Dr. Roberto, via Statale Est 41, Fiorano (Modena)
- GIOVANARDI Dr. Sergio, via Tamburini 137, Modena
- GIOVETTI Dr. Giuseppe, Istituto di Chimica Generale, Università, Modena
- GIUSTI Dr. Aleardo, Ist. di Chimica Generale, Università, Modena
- GIUSTI Arrigo, Scandiano (Reggio Emilia)

- GNOLI Dr. Maurizio, Istituto di Paleontologia, Università, Modena  
GOLDONI Prof. Gino, Ist. di Matematica, Università, Modena  
GRANDI Dr. Carlo, via Vignatagliata 32, Ferrara  
GRANDI Dr. Giulia, Ist. di Chimica Fisica, Università, Modena  
GUADAGNINI Dr. Rino, Ist. di Geologia, Università, Modena
- ISTITUTO DI BOTANICA, Università, Modena  
ISTITUTO DI CHIMICA FARMACEUTICA, Università, Modena  
ISTITUTO DI CHIMICA FISICA, Università, Modena  
ISTITUTO DI CHIMICA GENERALE, Università, Modena  
ISTITUTO DI CHIMICA ORGANICA, Università, Modena  
ISTITUTO DI FISICA, Università, Modena  
ISTITUTO DI GEOLOGIA, Università, Modena  
ISTITUTO DI MATEMATICA, Università, Modena  
ISTITUTO DI MINERALOGIA, Università, Modena  
ISTITUTO DI PALEONTOLOGIA, Università, Modena  
ISTITUTO DI ZOOLOGIA, Università, Modena
- JANNI-JANEZ Dr. Anna Maria, via Prampolini 135, Modena
- LEVI DONATI Dr. Gemma Rosa, Ist. Tec. Ind. « A. Volta », Perugia  
LOSACCO Prof. Ugo, Ist. di Geologia, Università, Modena  
LOSCHI GHITTONI Dr. Anna, Ist. di Mineralogia, Università, Modena  
LUCCHI TACOLI Prof. Maria Ludovica, Istituto di Paleontologia, Università, Modena
- MAGIERA Ing. Ubaldo, Via Giardini 378, Modena  
MAGNONI Prof. Gaetano, Istituto di Fisica dell'Università di Modena  
MAIOLI Dr. Enrico, via Tre Re 63, Modena  
MALAVASI Dr. Wanda, Ist. di Chimica Generale, Università, Modena
- MANTOVANI Dr. Franco, Istituto di Geologia, Ferrara  
MANTOVANI UGUZZONI Dr. Maria Pia, Ist. di Geologia, Università, Modena  
MANZINI Dr. Maria Luisa, Ist. di Botanica, Università, Modena  
MARI Dr. Marisa, Ist. di Zoologia, Università, Modena  
MARCHETTI BERTOLANI Prof. Daria, via del Caravaggio 42, Modena  
MARCOTRIGIANO Dr. Giuseppe, Ist. di Chimica Generale, Università, Modena  
MARRA Dr. Francesco, via Spinelli 27, Modena  
MARTINELLI Leonardo, via Vignolese 569 Modena  
MAZZETTI Gian Pietro, via Carducci 11/9, Ferrara  
MELEGARI Dr. Giovanni, via Palestro 2, Parma  
MELEGARI Dr. Michele, Ist. di Chimica Farmaceutica, Università, Modena  
MELLI Dr. Paolo, via IV Novembre 10, Reggio Emilia  
MESSERI Prof. Piero, via Bolognese 94, Firenze  
MINGHELLI Dr. Ferruccio, via Fregni 123, Modena  
MIRONE Prof. Paolo, Istituto di Chimica Fisica, Università, Modena  
MOMICCHIOLI Prof. Fabio, Istituto di Chimica Fisica, Università, Modena  
MONTANARO GALLITELLI Prof. Eugenia, Ist. di Paleontologia, Università, Modena  
MONTI Dr. Giampaolo, via Gramsci 24, Brescia  
MONZANI Dr. Agar, Ist. di Chimica Farmaceutica, Università, Modena  
MORINI Dr. Paola, via Cavedoni 47, Modena  
MORSELLI Dr. Ivano, Ist. di Zoologia, Università, Modena  
MOSCARDINI Sig. Carlo, Ist. di Zoologia, Università, Modena  
MUSEO CIVICO LAZZARO SPALLANZANI, Reggio E.
- NARDI Dr. Giovanni, via Attilio Mori 34 a Mantova  
NEVIANI-GILIBERTI Dr. Elisa, Istituto di Chimica Generale, Università, Modena  
NORA Dr. Eriuccio, via Montegrappa 101, Modena
- OLIVIERI Dr. Renata, Ist. di Paleontologia, Università, Modena

- ORLANDI Dr. Brunella, via S. Martino 19, Modena  
ORLANDO Dr. Enzo, Ist. di Zoologia, Università, Modena  
OSSERVATORIO GEOFISICO Università, Piazza Roma 22, Modena.  
OSSERVATORIO MALATTIE DELLE PIANTE, via Cavedoni 10, Modena  
OTTAVIANI Dr. Enzo, Istituto Anatomia Comparata, Modena
- PAGLIAI BONVICINI Prof. Anna Maria, Ist. di Zoologia, Università, Modena  
PAIOLI Luigi, via Cavidole 15, Castelnuovo Rangone (Modena)  
PALAZZINI Dr. Loli, via Sagittario Trav. g n. 23/1, Modena  
PANIZZA Prof. Mario, Ist. di Geologia, Università, Ferrara  
PANTIGLIONI Ettore, via Fabio Filzi 8, Mantova  
PAREA Prof. Gianclemente, Ist. di Paleontologia, Università, Modena  
PARENTI Prof. Umberto, Ist. di Zoologia, Università, Torino  
PECORARI Dr. Giorgio, Ist. di Chimica Farmaceutica, Università, Modena  
PELLACANI Dr. Giancarlo, Ist. di Chimica Generale, Università, Modena  
PELLEGRINI Prof. Maurizio, Ist. di Geologia, Università, Modena  
PEYRONEL Prof. Giorgio, Ist. di Chimica Generale, Università, Modena  
PIERI Prof. Marco, via Barbera 35, Firenze  
PIGNATARI Dr. Probo via Repubblica 21, Pavullo (Modena)  
PIGNEDOLI Prof. Anna, Ist. di Chimica Generale, Università, Modena  
PINCELLI Dr. Ugo, Ist. di Chimica Fisica, Università, Modena  
PLESSI Dr. Cesare, via Garibaldi 2, Vignola (Modena)  
PRANDINI Dr. Rosanna, Ist. di Chimica Generale, Università, Modena  
PRETI Prof. Carlo, Ist. di Chimica Generale, Università, Modena  
PROMETTI MUCCHI Dr. Anna Maria, via Briani 29, Modena
- RAGNI Prof. Antonio, Ist. di Chimica Generale, Università, Modena  
RANZOLI Prof. Fulvio, Ist. Zool. e Anat. Comp., Università, Catania.  
RASTELLI Prof. Augusto, Ist. di Chimica Fisica, Università, Modena  
RAVALDI Rolando, via Cimarosa 71, Modena
- RINALDI Dr. Marcella, Ist. di Chimica Farmaceutica, Università, Modena  
RINALDI Dr. Romano, via Saragozza 130, Modena  
ROMPIANESI Sig. Pietro, Ist. di Paleontologia, Università, Modena  
RONCHETTI Dr. Luciano, via Romolo Murri 1, Carpi (MO)  
ROSSI Dr. Antonio, Ist. di Mineralogia, Università, Modena  
RUINI Dr. Giancarla, via S. Martino 19/1, Modena  
RUSSO Dr. Antonio, Ist. di Paleontologia, Università, Modena  
RUSSO Dr. Franco, Istituto di Paleontologia, Università, Modena
- SALTINI Dr. Gianfranco, Osservatorio Geofisico, Piazza Roma 22, Modena  
SANTANGELO Prof. Renato, Istituto di Fisica, Università, Modena  
SAVIO Dr. Luigi, via Bonzagni 73, Modena  
SBLENDORIO Dr. Luciano, via Custoza 41, Villafranca (Verona)  
SCAGLIONI Dr. Antonio, via Pietrasanta, Modena  
SCHENETTI Emilio, San Cassiano (Reggio Emilia)  
SERAFINI Rag. Pier Luigi, via Circonvallazione 60, Sestola (Modena)  
SERPAGLI Prof. Enrico, Ist. di Paleontologia, Università, Modena  
SEVERI Avv. Pietro Paolo, via Grasolfi 1, Modena  
SIROTTI Dr. Achille, Ist. di Paleontologia, Università, Modena  
SORAGNI Dr. Ercole, Istituto di Chimica Fisica, Università, Modena.
- TADDEI Prof. Ferdinando, Istituto di Chimica Organica, Università, Modena  
TAMASSIA Dr. Francesco, viale Vittorio Veneto 59, Modena  
TORRE Dr. Francesco, via Monti Iblei 69, Palermo  
TORRE Prof. Giovanni, Istituto di Chimica Organica, Università, Modena  
TOSI Dr. Giuseppe, via Peretti 21, Modena
- VAMPA Dr. Gabriella, Ist. di Chimica Farmaceutica, Università, Modena  
VARRIALE COGNETTI Dr. Anna Maria, Ist. di Zoologia, Università, Modena  
VECCHI Dr. Tiziana, Via Emilia Est 18/1, Modena

VELLANI Walter, via Scanaroli 34/2 Modena

VEZZOSI Prof. Ida, Ist. di Chimica Generale, Università, Modena

VISCO Luigi, via Busani 25, Modena

ZANIOL Dr. Paolo, Ist. di Fisica, Università, Modena

ZAPPAROLI Dr. Vincenzo, Ist. di Geo-

logia, Università, Modena

ZAROTTI Dr. Luigi, via Vincenzo Monti 8, Reggio Emilia

ZAVATTI Dr. Adriano, via Volta 26, Modena

ZERNERI Dr. Graziella, San Felice del Benaco, Brescia

ZUNARELLI VANDINI Dr. Renata, Ist. di Zoologia, Università, Modena



RIASSUNTO DELLE OSSERVAZIONI

DELL'ANNO 1975

*Temperatura*

La temperatura media annua fu di 14,0°C, superiore alla normale di 0,7°C.

Le temperature medie stagionali furono: 4,7°C, 14,1°C, 23,2°C, 14,2°C; di esse fu inferiore al rispettivo valore normale quella estiva, superiori le altre.

Tra le medie mensili furono inferiori alle rispettive normali quelle di giugno, agosto, ottobre, novembre, superiori le altre.

La media mensile più elevata fu quella di luglio (25,3°C); la più bassa quella di dicembre (3,8°C).

Il massimo assoluto fu di 33,2°C (15 luglio), il minimo assoluto di - 4,0°C (23 dicembre).

*Pressione atmosferica*

La pressione atmosferica annua fu di 758,6 mm., superiore di mm. 2,9 al valore normale.

Furono superiori alla normale le pressioni medie mensili di gennaio, febbraio, aprile, maggio, giugno, luglio, agosto, settembre, ottobre, novembre, dicembre, inferiori le altre.

*Vento*

Il vento più frequente fu quello di SW, il quale dominò anche nelle singole stagioni.

La velocità massima fu di 85 Km/h il 18 luglio con direzione da N.

### *Umidità relativa*

L'umidità relativa media annua fu del 72,7% superiore alla normale di 6,7%.

La massima umidità relativa media mensile si ebbe in gennaio (89%) la minima in aprile (56%).

La tensione di vapore media annua fu di 10,0 mm, con massimo valore medio mensile in luglio (16,1 mm) e minimo in febbraio e dicembre (5,2 mm).

### *Precipitazioni*

L'acqua proveniente dalle varie precipitazioni raccolte nel pluviometro dell'Osservatorio fu di mm. 603,80, nella stazione termopluviometrica Modena-Giardino furono raccolti invece mm. 622,30.

La massima precipitazione mensile si ebbe in ottobre (mm. 127.8), la minima in aprile (mm. 13,2).

Vi furono complessivamente 79 giorni con quantità misurabile.

Non si è registrata caduta di neve.

### *Temporal e manifestazioni elettriche*

Durante il 1975 si ebbero 14 temporali con lampi e tuoni (1 in marzo, 1 in aprile, 1 in maggio, 3 in giugno, 4 in Luglio, 1 in agosto, 2 in settembre, 1 in ottobre).

Solo tuoni furono uditi 4 volte.

### *Eliofania, nebulosità e radiazione globale*

La radiazione globale annua è stata di 69909 Lyman.

In tutto si ebbero 1928,8 ore di sole, con una eliofania relativa media del 43,0% inferiore alla normale (54,6%).

La eliofania massima si ebbe nel mese di luglio (56%), la minima in gennaio (15%).

Nell'annata ci furono 90 giorni senza sole (21 in gennaio, 8 in febbraio, 6 in marzo, 2 in aprile, 6 in maggio, 2 in giugno, 4 in agosto, 3 in settembre, 5 in ottobre, 17 in novembre, 16 in dicembre).

La nebulosità media dell'anno è stata di 5,9 decimi di cielo coperto.

**ISTITUTO DI GEOLOGIA DELL'UNIVERSITA' DI MODENA**

**NOTIZIARIO SUI PRINCIPALI EVENTI DI NATURA GEOLOGICA  
ED IDROGEOLOGICA VERIFICATISI IN PROVINCIA DI MODENA:  
ANNI 1974 E 1975 (\*)**

*(A cura di M. Pellegrini)*

1974

30 aprile

Ripresa di movimento della « colata di fango » del ponte sul T. Rossenna, lungo la S.P. n. 21 (nel tratto Prignano-S.P. n. 23); gravi danni al ponte (tav. 86 III SE).

1 maggio

Piena del F. Secchia che ha raggiunto altezze idrometriche mai prima registrate (Sassuolo 2 m; Ponte Alto 9,90; Concordia 12,03) e che è stata contraddistinta da una particolare lunghezza (piena crescente per 24 ore consecutive), in parte favorita dalla concomitante piena del Po. Mentre il Secchia ha superato i livelli massimi registrati nel 1973, il Panaro per le minori precipitazioni nel suo bacino, ha registrato livelli inferiori, pur essendo anch'esso caratterizzato da un deflusso particolarmente lento, soprattutto nella zona di Finale Emilia.

Limitati danni: tracimazione nei Comuni di Modena e Campogalliano, infiltrazioni a Bastiglia e Ponte Pioppa; allagati 500 ha nel Comune di Modena e 300 in quello di Campogalliano.

6 maggio

Una frana con un fronte di una settantina di metri (smottamento di materiali argillosi) ha interrotto la S.S. dell'Abetone presso Pievepelago,

---

(\*) Stampato con il contributo finanziario del CNR (CT 75.00585.05-115.5949).

in località Tavernarolo, presso il ponte sul Rio Tavernaro, a pochi centinaia di metri dal bivio per S. Andrea Pelago (Tav. 97 IV SE).

8 maggio

Frana lungo la S.P. di Acquaria, con interruzione della sede stradale (Km. 14,400-14,700; Tav. 97 I NO).

15 ottobre

Ripresa di movimento della frana della S.P. n. 31 al Km. 14.500 (Tav. 97 I NO).

Ripresa di movimento della frana delle Macinelle presso Boccassuolo (frana staccatasi da Monte Cantiere nel 1930; Tav. 97 IV NE).

28 novembre

Frana di 700 ha presso le località Fiorentino, La Macchia, Guagnola, Cinghianello e Castellaro in Comune di Palagano; danni ai rustici e alla scuola elementare di Cinghianello (Tav. 86 III SE).

1975

Inizio dei lavori di sistemazione lungo i fiumi Secchia e Panaro: pulizia delle aste fluviali, risagomatura degli argini, costruzione di traverse e casse di espansione presso Rubiera.

19 novembre

Frana con fronte di 300 m in località Ca' del Duca di Polinago; interrotta la S.P. n. 23 (Tav. 86 III SE).

Frana in località Volta di Saltino in Val Rossena (Tav. 86 III SE).

COMUNE DI MODENA - A. M. I. U.

Servizio Anti-Inquinamento

**RILEVAMENTO DELL'ANIDRIDE SOLFOROSA  
NELLA CITTÀ DI MODENA**

**ANNO 1975**

Come per gli anni precedenti si sono continuate le rilevazioni dei dati di concentrazione dell'anidride solforosa nell'aria urbana, in quattro punti fissi della città:

N. 1: Sede AMIU, via Morandi (Crocetta)

N. 2: Piazza Mazzini (Centro Storico)

N. 3: Scuola Media, via Nicoli (S. Faustino)

N. 4: Mercato Bestiame (Sacca)

con le apparecchiature automatiche del tipo Philips PW 9700 (N. 2, 3, 4) e del tipo Incometer Bran & Lübbe (N. 1).

Sostanzialmente le misure effettuate non evidenziano uno scostamento rilevante dai valori trovati nel 1974, mentre si continua a notare, che, se pure l'andamento generale della curva delle medie mensili sulle quattro stazioni conferma la diretta connessione fra  $SO_2$  e impianti di riscaldamento, le curve relative agli ultimi due anni considerati (1974, 1975) presentano valori nettamente più bassi di quella del 1973, almeno per la prima parte dell'anno. La curva del 1973, relativamente agli ultimi mesi, come già dicemmo lo scorso anno, è scarsamente significativa ai fini di un confronto con gli altri dati, coincidendo tale periodo con la crisi energetica, Più interessante appare la lettura dei dati per singola stazione.

*Stazione N. 1:* i dati a disposizione sono pochi, essendo stata usata la stazione sul mezzo mobile, per una serie di rilevazioni in zone diverse, tut-

tavia si può notare che per i primi mesi dell'anno i valori sono sensibilmente più bassi rispetto al 1974, mentre il valore del mese di marzo è esattamente lo stesso dell'anno precedente.

Gli unici due valori per il restante periodo dell'anno sono, a grandi linee, gli stessi degli anni precedenti.

*Stazione N. 2:* questa stazione ha segnato i valori più elevati sia nella prima che nella seconda parte dell'anno.

I valori sono risultati superiori a tutti quelli rilevati nei mesi invernali dalle quattro stazioni negli anni considerati. Questo dato risulta difficilmente spiegabile, anche se già nel 1974 c'era stato un primo accenno a questo fenomeno (Dicembre 1974). Nei mesi estivi invece i valori riscontrati sono dello stesso ordine di grandezza o addirittura inferiori a quelli segnalati dalle altre stazioni.

La connessione con l'emissione da impianti di riscaldamento sembra perciò la più semplice, anche se si sono verificati movimenti di macchine operatrici, durante gli ultimi due anni, nelle vicinanze del punto di prelievo.

*Stazione N. 3:* in precedenza aveva segnalato i valori più elevati, mentre ora sembra si sia stabilizzata su valori mediamente più bassi. Un tale evento potrebbe essere imputato alla progressiva trasformazione a metano di molti impianti.

Per i mesi di gennaio e febbraio i valori sono più elevati che nel 1974 (ma inferiori al corrispondente periodo del 1973), mentre per il restante periodo dell'anno i valori si sono mantenuti sempre più bassi.

*Stazione N. 4:* anche questa stazione ha registrato valori di  $\text{SO}_2$  molto più bassi rispetto al 1973, ma confrontabili, come ordine di grandezza, con quelli del 1974.

Ad un valore estremamente basso del mese di gennaio corrisponde un valore quasi doppio in febbraio, con un andamento simile a quello registrato dalla stazione N. 1.

Nella seconda parte dell'anno i valori sono dello stesso ordine di grandezza di quelli del 1974, ad esclusione del mese di dicembre in cui sono decisamente inferiori.

È interessante confrontare l'andamento nei mesi estivi fra le concentrazioni rilevate dalle tre stazioni di cui si hanno i valori.

Le tre curve presentano grosso modo lo stesso andamento, probabilmente influenzato dalle condizioni meteo climatiche generali.

Mentre le stazioni N. 2 e 3 presentano valori dello stesso ordine di grandezza, la N. 4 ha segnato concentrazioni più alte, probabilmente in relazione alla vicinanza di zona altamente industrializzate (si noti la caduta repentina in agosto).

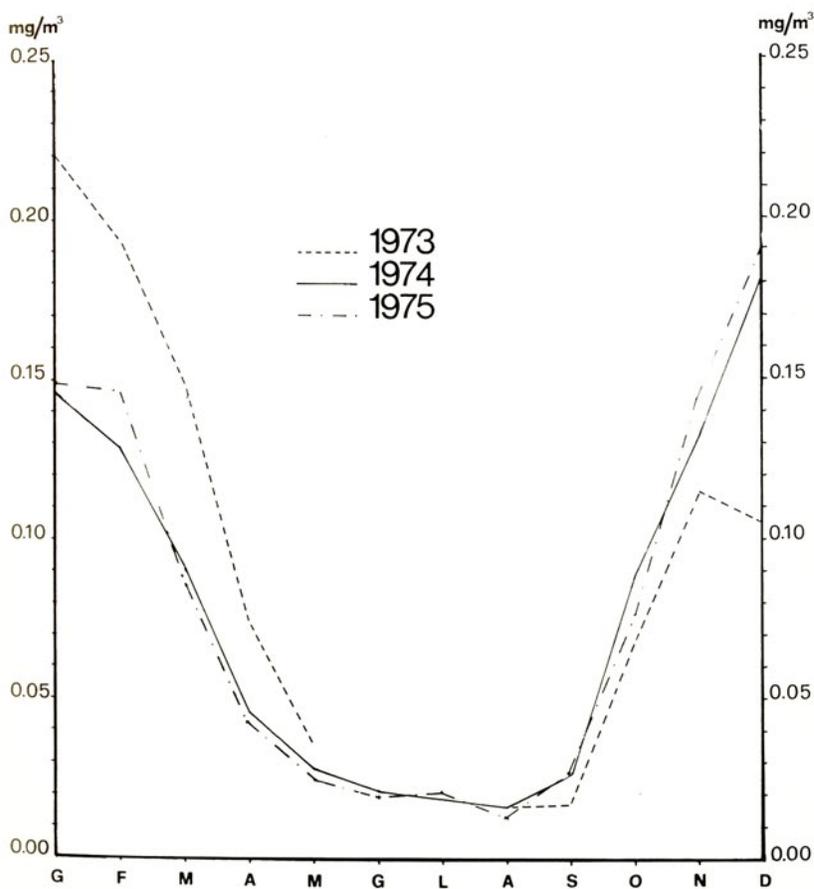


Fig. 1

Concentrazione dell'SO<sub>2</sub> nell'aria urbana di Modena. Medie mensili su 4 stazioni.  
Anni 1973, 1974, 1975.

A conferma di quanto accennato lo scorso anno, si può affermare, con buona approssimazione che i valori attorno a  $0,016 \text{ mg/m}^3$  di  $\text{SO}_2$  rappresentano una concentrazione di fondo per la città di Modena, a cui le industrie contribuiscono con una percentuale difficilmente calcolabile, anche in considerazione delle migliori condizioni di dispersione degli inquinanti, che si verifica nei mesi del secondo quadrimestre dell'anno.

Modena, 3 febbraio 1976.

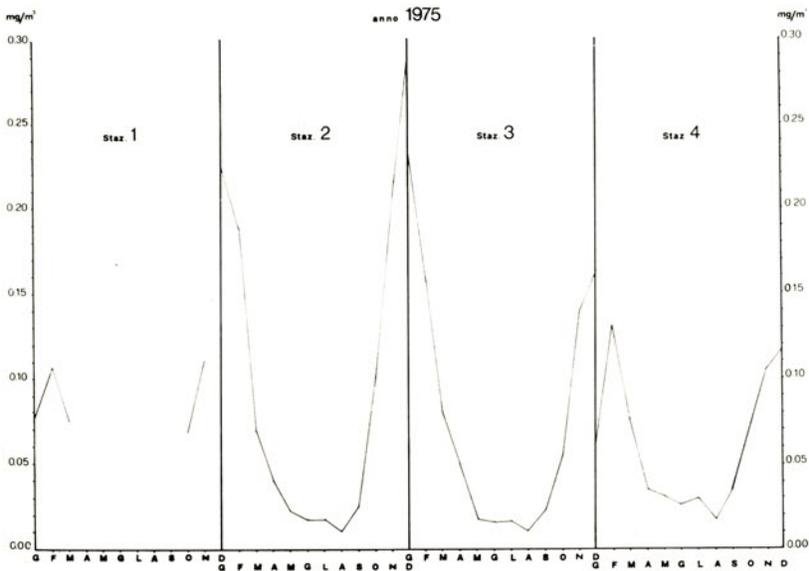


Fig. 2

Medie mensili per singola stazione della concentrazione dell' $\text{SO}_2$  nell'aria urbana di Modena. Anno 1975.

Stazione N. 1: Sede AMIU, via Morandi, (Crocetta)

Stazione N. 2: Piazza Mazzini (Centro Storico)

Stazione N. 3: Scuola Media (via Nicoli, S. Faustino)

Stazione N. 4: Mercato Bestiame (Sacca)

**PROCESSI VERBALI DELLE ADUNANZE**

**ANNO 1975**

Il giorno 13 febbraio, nell'aula di Chimica generale, il Prof. Mario Fondelli della Facoltà d'Ingegneria dell'Università di Firenze, ha tenuto una conferenza sul tema: « Salvaguardia dei monumenti architettonici: prospettive nel loro rilevamento e controllo ».

Il giorno 7 marzo, nell'aula di Chimica generale, il Prof. Mario Panizza dell'Università di Ferrara, ha tenuto una conferenza dal titolo: « Un viaggio nell'URSS verso i ghiacciai del Caucaso ».

*Assemblea ordinaria della Società.*

Il giorno 14 ottobre alle ore 17,30 si è tenuta nell'aula di Chimica generale, l'assemblea ordinaria della Società con il seguente ordine del giorno:

- 1) Presentazione del vol. CV degli Atti della Società.
- 2) Approvazione del bilancio consuntivo 1974.
- 3) Aumento della quota sociale.
- 4) Varie ed eventuali.

Al termine il Dott. Attilio Franciosi e il Sig. Nando Togni del Laboratorio Micologico del Comune di Modena hanno tenuto una conferenza sul tema « I funghi mangerecci e velenosi ed il loro habitat. Cenni sulla tossicologia », suscitando notevole interesse tra il numeroso pubblico presente.

## BILANCIO DELLA SOCIETA' PER L'ANNO 1975

---

### *Attività*

Residuo attivo . . . . .	L.	555.935
Quote '75 . . . . .	»	289.000
Quote '74 e vendite volumi . . . . .	»	92.780
Contributo della Presidenza del Cons. dei Ministri . . . . .	»	96.000
Interessi Obbligazioni . . . . .	»	42.000
Estrazione Obbligazioni . . . . .	»	100.000
Interessi c/c B.P. . . . .	»	22.395
		<hr/>
		L. 1.198.110
		<hr/>

### *Passività*

Spese postali . . . . .	L.	76.700
Reintegro obbligazioni estratte . . . . .	»	73.770
Spese per conferenze . . . . .	»	76.000
Custodia titoli . . . . .	»	2.200
Rinnovo associazione giornalisti (anno 1975) . . . . .	»	16.350
		<hr/>
		L. 245.020
		<hr/>
Residuo attivo c/c B.P. . . . .	L.	928.465
Piccole spese . . . . .	L.	34.625
		<hr/>
		TOTALE L. 953.090
		<hr/>

Visto e approvato dai Revisori dei conti.

G. Laudi

Istituto Botanico dell'Università di Modena

**PROF. GIORGIO NEGODI**

Il 24 gennaio 1975 moriva a Modena, colpito da male inesorabile, il Professor Giorgio Negodi.

Per 35 anni (dal 1° novembre 1935 al 31 ottobre 1970) Egli aveva diretto l'Istituto Botanico dell'Università di Modena, lasciandovi una profonda impronta; sia consentito a me, Suo successore alla cattedra di Modena, di rievocarne brevemente la figura sugli Atti della Società scientifica che Lo ebbe socio dal 1927, cioè appena giunto a Modena, e che Lo elesse Segretario nel triennio 1930-33, Vice-Presidente nel 1940 e Presidente dal 1941 al 1948.

Egli era nato a Trieste, da Giovanni, architetto, e da Francesca Srebout, il 12 marzo 1900. Seguì gli studi universitari a Padova, ove si laureò (8 novembre 1922) in Scienze Naturali con pieni voti e lode, discutendo una tesi di laurea sulla *Silene angustifolia*, argomento che poi riprese in una pubblicazione.

Dopo pochi giorni (16 novembre) venne nominato Assistente all'Istituto di Botanica della Facoltà di Scienze di Sassari, ove rimase fino al 15 ottobre 1924, chiamatovi dal Prof. Augusto Beguinot che Lo aveva conosciuto ed apprezzato a Padova e che nutrì sempre per Lui sentimenti di amicizia (Negodi, 1940).

Nell'anno 1923-24 ebbe anche l'incarico di Scienze Naturali presso il Liceo « Azuni » di Sassari.

Dal 1° luglio 1926 al 31 ottobre 1927 coprì, in seguito a concorso, il ruolo di aiuto alla cattedra di Botanica dell'Università di Cagliari. Durante l'anno accademico 1926/27 tenne il corso di Botanica per la Facoltà di Scienze e per quella di Farmacia ed ebbe l'incarico della dire-



zione di quell'Istituto. Dal 1° novembre 1927 per incarico e dal 1° marzo 1928, dopo concorso, fu nominato aiuto di ruolo presso la cattedra di Botanica dell'Università di Modena, chiamatovi anche in questa occasione dal Prof. Beguinot. il quale, dopo un breve soggiorno a Messina, era giunto a questa sede. Nel 1929, dopo il trasferimento del Prof. Beguinot a Genova, venne chiamato a dirigere l'Istituto di Modena il Prof. Emilio Chiovenda, che rimase a Modena dal 1929 al 1935, e per il quale il Prof. Negodi ebbe amicizia ed ammirazione (Negodi, 1941).

Nel 1930 ottenne il premio ministeriale per le Scienze Naturali.

Il Prof. Negodi conseguì la libera docenza in Botanica Generale nel novembre 1932, docenza che gli venne confermata allo scadere del quinquennio.

Dal 1° novembre 1935, in seguito al trasferimento del Prof. Chiovenda alla Università di Bologna, il Prof. Negodi venne incaricato del corso di Botanica nella Facoltà di Scienze dell'Università di Modena e della direzione dell'Istituto.

Venne dichiarato maturo all'unanimità nel concorso alla cattedra di Botanica bandito dall'Università di Messina nel 1936, ottenendo, in quella occasione, anche due voti per il secondo posto in terna.

In seguito al concorso bandito dalla Facoltà di Scienze dell'Università di Modena, concorso che vinse come primo della terna, il 1° gennaio 1939 venne nominato Professore Straordinario di Botanica. e dopo il triennio di straordinariato (1° gennaio 1942), Professore Ordinario.

Dal 1° novembre 1936 fino al 31 ottobre 1970 fu anche Professore Incaricato di Botanica Farmaceutica nella Facoltà di Farmacia dell'Università di Modena.

La Sua partecipazione alla vita dell'Ateneo Modenese fu molto intensa e venne eletto Preside della Facoltà di Scienze nel 1944-45 e nel triennio 1947-50, e Preside della Facoltà di Farmacia nel triennio 1945-47 e dal 1954 fino al 1970.

Venne inoltre nominato pro-Rettore dell'Università di Modena nel triennio 1947-50.

Dal 1941 fu membro effettivo della Accademia di Scienze, Lettere ed Arti di Modena.

Il 2 giugno 1965 venne insignito, dal Presidente della Repubblica, della medaglia d'oro ai benemeriti della scuola, della cultura, e dell'arte.

La Sua attività scientifica è testimoniata dalle 162 pubblicazioni che vertono su argomenti di notevole interesse della botanica e che portano contributi ai più svariati campi della biologia vegetale, dalla sistematica

alla fisiologia vegetale, dallo studio della vegetazione a quello più strettamente connesso con la morfologia.

Della massima importanza, come già venne segnalato nel giudizio della Commissione giudicatrice del concorso del 1936 e come risulta anche, ed a maggior ragione, dalla produzione successiva, sono le pubblicazioni di carattere genetico. Questi lavori riguardano particolarmente gli ibridi intraspecifici di *Brunella* e di *Hedynois globulifera*, di *Iris* e di *Papaver Rhoas*.

Particolare riguardo venne dato dal Professor Negodi alla genetica del sesso. In questi lavori espose notevoli esperienze genetiche sulla trasmissione del sesso in *Urtica caudata*, *Urtica cannabina*, *Silene Roemeri*, *Mercurialis annua*, e *Spinacia oleracea*, insistendo in particolare sulle specie pleogame, allora non ancora studiate, e presentò alcune interpretazioni sulle cause genetiche di queste manifestazioni. Il Professor Negodi si interessò a questi argomenti e diede contributi basilari in questo campo pubblicando lavori fondamentali su riviste specializzate.

Altri campi di studio approfondito furono: la cariologia di numerosi gruppi di Fanerogame, (circa quaranta lavori), l'istologia dell'apparato vegetativo e fiorale e lo studio della flora e vegetazione, in particolare della Sardegna e dell'Appennino Modenese e Reggiano.

Lo spirito naturalistico del Professor Negodi aveva avuto una prima palestra nelle escursioni, compiute con la sorella Pia, per mettere in evidenza le caratteristiche floristiche e vegetazionali della Val Rosandra.

Continuò a lavorare fino all'ultimo, spesso riprendendo ed ampliando argomenti già trattati anni prima.

Il Professor Negodi si dedicò sempre assiduamente all'Orto Botanico che venne da Lui curato e ricostruito in seguito ai danni subiti nel periodo bellico (bombardamenti e soggiorni di truppe) e continuamente migliorato e seguito scrupolosamente e quotidianamente fino a pochi giorni dalla Sua morte.

A questo riguardo, curò anche in modo particolare i rapporti con gli altri Orti Botanici, sia italiani che stranieri e l'Index Seminum, da Lui impostato e curato anche nella veste tipografica, ebbe circa quattrocento corrispondenti.

Ricordo a questo proposito che mi ebbe a dire, con un sorrisetto di timidissimo orgoglio, di aver distribuito a piene mani a Orti Botanici italiani e stranieri l'*Iris Cengialti* Ambros.

Questa che, per evidenti ragioni di spazio, risulta una troppo stringata enumerazione di contributi scientifici del Professor Giorgio Negodi,

testimonia la notevole gamma di interessi da Lui coltivati alla quale era legata una eccezionale vastità di cultura.

Io conobbi il Professor Negodi soltanto nella primavera del 1970, quando venni da Lui interpellato circa una mia chiamata a Modena.

Spesso mi trattenevo nella Sua stanza per ore e gli argomenti, pur essendo in genere quelli botanici ed in particolare quelli propri dell'Istituto modenese, spesso si allargavano ad orizzonti più vasti ed anche in questi casi io potevo ammirare la lucida esposizione del pensiero, la profondità delle Sue argomentazioni e la vastità delle Sue conoscenze.

Nel periodo, purtroppo molto breve, durante il quale potei avere contatti quotidiani con Lui, ho potuto apprezzare le Sue doti di scienziato: Egli mi fu sempre prodigo di consigli e di incitamenti.

MEMORIE SCIENTIFICHE PUBBLICATE DAL PROF. GIORGIO NEGODI

- 1) Osservazioni sulla *Silene maritima* With. dei Lidi Adriatici. - Archivio Botanico, 1: 40-46 (1925).
- 2) Sugli effetti ereditari degli acroecidi di *Perrisia papaveris* Winn. su *Papaver dubium* L. - Archivio Botanico, 1: 47-50 (1925).
- 3) Osservazioni sul *Papaver dubium* L. (s. lat.) di Sardegna. - Archivio Botanico, 1: 179-186 (1925).
- 4) La Flora dell'isola Asinara. I. - Archivio Botanico, 2: 35-44 e 107-119 (1926).
- 5) La Flora dell'isola Asinara. III. - Enumerazione delle specie finora constatate. - Archivio Botanico, 3: 71-82 (1927).
- 6) Il processo di disseminazione in *Corydalis acaulis* (Wulf.) Pers. e nelle specie affini (*C. lutea* (L.) DC e *C. ochroleuca* Koch). - Archivio Botanico, 3: 258-268 (1927).
- 7) Considerazioni ed esperienze sulla fertilità di alcune specie di *Yucca*. - Atti della Società dei Naturalisti e Matematici di Modena, serie VI, 7: 82-89 (1928).
- 8) Caratteri fillotassici anomali in *Urtica caudata* Vahl. - Atti della Società dei Naturalisti e Matematici di Modena, Serie VI, 7: 170-174 (1928).
- 9) Studio monografico sulla *Silene angustifolia* (Mill.) Guss. con particolare riguardo alle forme italiane. - Archivio Botanico, 4: 40-71; 138-153; 217-272 (1928) - Archivio Botanico, 5: 24-45; 111-142 (1929).
- 10) Sulla istologia e fisiologia del filloma di *Limoniastrum articulatum* Moench. - Atti della Società dei Naturalisti e Matematici di Modena, Serie VI. 3: 64-36 (1929).
- 11) Ricerche sulla distribuzione e trasmissione dei sessi in *Urtica caudata* Vahl. - Nuovo Giornale Botanico Italiano, N.S., 36: 60-126 (1929).
- 12) Reperti anatomici sugli ovari e sulle fruttificazioni spontanee di *Stratiotes aloides* L. - Archivio Botanico, 5: 207-217 (1929).
- 13) Tipi di struttura degli organi ghiandolari del Licopoli delle Plumbaginaceae. - Atti della Società dei Naturalisti e Matematici di Modena, Serie VI, 9: 39-43 (1930).
- 14) Contributo alla conoscenza di un gruppo di specie del genere *Plantago* appartenenti alla sez. Biconvexae Boiss. - Nuovo Giornale Botanico Italiano, N.S., 36: 624-646 (1930).
- 15) Fondamenti dell'organizzazione florale in *Petunia hybrida* hort. - Annali di Botanica, 18: 305-321 (1930).
- 16) Sporofilli e gametofiti in *Urtica caudata* Vahl. - Annali di Botanica, 18: 325-328 (1930).
- 17) Ulteriori osservazioni su distribuzioni sessuali in spighe normali ed anomale di *Urtica caudata* Vahl. - Annali di Botanica 18: 359-371 (1930).
- 18) Formazioni teratologiche in fiori di *Caltha palustris* L. var. «Guerangerii» Lamotte e considerazioni sulle stesse. - Bollettino della Soc. Adr. di Scienze Naturali in Trieste, 30: 63-70 (1930).
- 19) La costituzione sistematica di *Silene conica* L. - Bollettino della Soc. Adr. di Scienze Naturali in Trieste, 30: 71-83 (1930).
- 20) *Potentilla norvegica* L., specie nuova per la Venezia Giulia. - Atti della Società dei Naturalisti e Matematici di Modena, Serie VI, 9: 164-166 (1931).
- 21) Considerazioni sull'assetto cromosomico del *Ranunculus ficaria* L. e la sua frequente sterilità. - Atti della Società dei Naturalisti e Matematici di Modena, Serie VI, 9: 167-172 (1931).

- 22) Ricerche sperimentali sull'azione esercitata da estratti della ghiandola tiroide di mammiferi sulle piante superiori. - *Annali di Botanica*, 19: 99-121 (1930).
- 23) Ricerche sulla distribuzione e trasmissione dei sessi in *Urtica cannabina* L. - *Annali di Botanica*, 19: 264-277 (1931).
- 24) Lineamenti sulla distribuzione dei sessi (genodianomea) nelle piante superiori e sulle cause genetiche determinanti. - *Archivio Botanico*, 7: 108-144; 193-234 (1931).
- 25) Contributo alla flora della Sardegna ed osservazioni sull'indigenato dell'*Alyssum minutum* Schlecht. in Italia. - *Nuovo Giornale Botanico Italiano*, N.S., 38: 449-462 (1931).
- 26) Breve analisi genetica e morfologica di una stirpe « fimbriata » Neg. di *Calendula arvensis* L. - *Atti della Società dei Naturalisti e Matematici di Modena*, Serie VI, 10: 91-96 (1931).
- 27) Indagini intorno agli effetti dei raggi Röntgen sugli organi fiorali e della fruttificazione in alcune specie di Fanerogame. - *Malpighia*, 32: 229-240 (1931).
- 28) Combinazioni intersessuali in *Paonia moutan* Sims. (Ait.) e *Papaver bracteatum* Lindl. e considerazioni sulla ubicazione delle zone germinali negli sporofilli normali ed intersessuali di alcuni gruppi angiospermici. - *Forli*, Valbonesi 1-20 (1932).
- 29) Il dimorfismo sessuale e le correlazioni corporee esaminati con metodo biometrico sul *Lucanus cervus* L. con riguardo particolare alle variazioni di statura. - *Memorie della Società Entomologica Italiana*, 10: 105-117 (1931).
- 30) Intorno alle modalità dell'evoluzione. - *Malpighia*; 33: 1-35 (1932).
- 31) Su di alcuni deuteromiceti nuovi. - *Atti della Società dei Naturalisti e Matematici di Modena*, 63: 40-45 (1932).
- 32) Interpretazione sistematica e genetica della varianza intraspecifica di una collettiva pleomorfa continua (*Hedypnois globulifera* Lam., Compositae). - *Malpighia*, 32: 275-337 (1932).
- 33) Ibridazioni nel genere *Iris*. - *Nuovo Giornale Botanico Italiano*, N.S., 39: 209-222 (1932).
- 34) Aspetti della partenocarpia in specie del genere *Papaver*. - *Annali di Botanica*, 19: 497-509 (1932).
- 35) Comportamento del cromatismo dei petali in incroci intraspecifici di *Papaver Rhoeas* L. e sua interpretazione. - *Annali di Botanica*, 19: 510-527 (1932).
- 36) Dispositivi anatomici preposti alla deiscenza dell'antera nel genere *Urtica* e *Parietaria*. - *Atti della Società dei Naturalisti e Matematici di Modena*, 64: 111-116 (1933).
- 37) Eteromorfia della corolla sulla stessa infiorescenza e rinantoidismo del lembo corollare in ibridi di *Brunella*. - *Atti della Società dei Naturalisti e Matematici di Modena*, 64: 117-123 (1933).
- 38) Aspetti della vegetazione delle Salse di Nirano e Regnano. - *Atti della Società dei Naturalisti e Matematici di Modena*, 65: 74-80 (1934).
- 39) Su di un modo di rappresentazione grafica degli sviluppi quantitativi di organi fiorali: antogrammi quantitativi. Appunti sull'architettura fiorale di *Geranium nepalense* Sweet. - *Atti della Società dei Naturalisti e Matematici di Modena*, 65: 81-87 (1934).
- 40) Per una teoria della metamorfosi. Il fondamento costituzionalistico dello sviluppo eteroplastico. - *Nuovo Giornale Botanico Italiano*, N.S., 41: 257-291 (1934).
- 41) Sul modo con cui le foglie ingialliscono in autunno. - *Nuovo Giornale Botanico Italiano*; N.S., 41: 320-326 (1934).
- 42) Ricerche di genetica sul genere *Brunella* - Ibridazioni e disgiunzioni interspecifiche. - *Bollettino della Soc. Adriatica di Scienze Naturali, Trieste*, 33: 91-174 (1934).

- 43) Sul pigmento bruno delle brattee di *Asphodelus albus* e *Centaurea*. - Rivista di Biologia, 17: 1-8 (1934).
- 44) Comportamento ereditario del monoicismo in *Spinacia Oleracea*. - Rivista di Biologia, 17: 445-450 (1934).
- 45) Studi comparativi sul piano metamorfico fiorale delle Fanerogame. I. Ranunculaceae. - Bollettino della Soc. Adriatica di Scienze Naturali, Trieste, 34: 93-182 (1935).
- 46) Sul piano metamorfico fiorale del gen. *Digitalis*. - Rivista di Biologia, 18: 397-405 (1935).
- 47) Appunti ad una recente teoria sul sesso. - Rivista di Biologia, 19: 118-125 (1935).
- 48) Ulteriori ricerche sulla distribuzione e sulla trasmissione dei sessi in *Urtica canabina* L. - Annali di Botanica, 21: 33-39 (1935).
- 49) Studi sulla sessualità di *Silene Roemeri* Friv. - Annali di Botanica, 21: 61-73 (1935).
- 50) Caratteri metamorfici fiorali in alcuni gruppi di specie di Papaveraceae. Rivista di Biologia, 20: 201-213 (1937).
- 51) Reperti cariologici su Fanerogame. - Atti della Società dei Naturalisti e Matematici di Modena, 67: 7-9 (1935).
- 52) Cariologia delle specie italiane del genere *Bellis* e contributo all'apprezzamento dello stato energetico dei genomi di specie omoploidi ed eteroploidi. - Biologia Generalis, 12: 1-18 (1935/36).
- 53) Primi reperti cariologici sul genere *Microseris* D. Don. (Liguliflorae, Cichoriaceae, tribus Cichorinae). - Atti della Società dei Naturalisti e Matematici di Modena, 67: 10-12 (1936).
- 54) Costituzione dei gametofiti e cariologia di *Bellis integrifolia* Michx. - Atti della Società dei Naturalisti e Matematici di Modena, 67: 15-18 (1936).
- 55) Contributo alla cariologia di *Stellaria media* (L.) Cir. - Nuovo Giornale Botanico Italiano, N.S., 43: 416-424 (1936).
- 56) Cariologia e filogenesi nel genere *Fumaria* (Papaveraceae). - Rivista di Biologia, 20: 224-236 (1936).
- 57) Cariologia e costituzione dei gametofiti di *Bellium bellidioides* L. (Tubuliflorae, Asteraceae, tribus Asterinae). - Bollettino della Società Adriatica di Scienze Naturali, Trieste, 35: 141-150 (1936).
- 58) Sull'assetto cromosomico di *Silene commutata* Guss. razza gigante di *Silene vulgaris* Garcke. - Bollettino della Soc. Adriatica di Scienze Naturali, Trieste, 35: 151-154 (1936).
- 59) Reperti cariologici su razze di *Hedypnois globulifera* Lam. - Archivio Botanico, 12: 82-90 (1936).
- 60) Contributo alla cariologia del genere *Calendula* L. - Rendiconti della R. Accademia Nazionale dei Lincei, Classe di Scienze Fisiche Matematiche e Naturali, 23; serie VI; 88-91 (1936).
- 61) Principi di morfologia. - Archivio Botanico, 12: 180-194 (1936)
- 62) Ulteriore contributo alla cariologia del genere *Fumaria*. - Rendiconti della R. Accademia Nazionale dei Lincei, Classe di Scienze Fisiche, Matematiche e Naturali, 24, serie VI, 477-478 (1936).
- 63) Nuovi reperti cariologici su Fanerogame. - Atti della Società dei Naturalisti e Matematici di Modena, 68: 9-11 (1937).
- 64) Ulteriori contributi alla cariologia delle Papaveraceae. - Archivio Botanico, 13: 71-81 (1937).
- 65) Alcune relazioni tra numero dei cromosomi e numero dei fiori ligulati nel gen. *Chrysanthemum*. - Atti della Società dei Naturalisti e Matematici di Modena, 68: 14-16 (1937).

- 65 bis) Appunti sulla cariologia del *Ranunculus ficaria* L. dell'Emilia. Atti della Società dei Naturalisti e Matematici di Modena, 68: 12-13 (1937).
- 66) Granuli siderofili e nucleoli extranucleari citoplasmatici durante la meiosi delle cellule madri del polline. - Archivio Botanico, 13: 82-90 (1937).
- 67) Lineamenti sulla cariologia delle Rutaceae e delle Zygophyllaceae. - Archivio Botanico, 13: 93-102 (1937).
- 68) Ulteriori studi sulla cariologia e sui rapporti tra assetto nucleare e caratteri nelle specie del gen. *Bellis* (con particolare riguardo a *B. rotundifolia* Boiss., *B. integrifolia* Michx. e *B. mexicana* Michx.). - Rivista di Biologia, 22: 294-310 (1937).
- 69) Sull'accrescimento delle conchiglie di Gasteropodi. - Rivista di Biologia, 23: 177-186 (1937).
- 70) Gametogenesi e cariologia dell'*Erodium corsicum* Lem. - Nuovo Giornale Botanico Italiano, N.S., 44: 667-672 (1937).
- 71) Rilievi sperimentali e considerazioni sulla trasmissione dei sessi in *Mercurialis annua* L. - Bollettino della Soc. Adriatica di Scienze Naturali, Trieste, 36: 7-13 (1937).
- 72) Caratteri nucleari e somatici in alcune specie del genere *Coreopsis* (Compositae - Heliantheae - Coreopsinae). - Bollettino della Soc. Adriatica di Scienze Naturali, Trieste, 36: 15-18 (1937).
- 73) Anomalie dei filli di *Bauhinia purpurea* e problemi morfologici ad esse inerenti. - Bollettino della Soc. Adriatica di Scienze Naturali, Trieste, 36: 19-29 (1937).
- 74) Termo- e Radiomorfosi. - Malpighia, 34: 467-475 (1935).
- 75) Le variazioni cromatiche dei fiori di *Kniphofia Uvaria* nel corso dell'antesi e loro cause. - Malpighia, 34: 477-480 (1936).
- 76) Cariologia delle Ambrosinae (Compositae - Tubuliflorae - Heliantheae). - Malpighia, 34: 481-484 (1936).
- 77) Contributo alla cariologia ed alla morfologia di alcuni *Melampodium* (Compositae, Tubuliflorae - Heliantheae - Melampodinae). - Annali di Botanica, 21: 495-502 (1937).
- 78) Caratteri nucleari e morfologici in alcune Calenduleae (Compositae - Tubuliflorae). - Annali di Botanica, 21: 510-518 (1937).
- 79) Radio-, termo-, ossidomorfosi e morfosi da coloranti fotodinamici. - Archivio Botanico, 13: 234-262 (1937).
- 80) Campi di estensione delle grandezze nucleari. - Atti della Società dei Naturalisti e Matematici di Modena, 69: 1-6 (1938).
- 81) Contributo alla cariologia delle Myrsinaceae. - Atti della Società dei Naturalisti e Matematici di Modena, 69: 7-8 (1938).
- 82) Cariologia dei generi *Aposeris* e *Hyoseris* (Compositae - Cichorieae tribus Cichorinae). - Rendiconti della R. Accademia Nazionale dei Lincei, Classe di Scienze Fisiche Matematiche e Naturali, 27, serie VI, 117-120 (1938).
- 83) Cariologia del gen. *Urospermum* (Compositae - Liguliflorae - Leontodontinae). - Archivio Botanico, 14: 1-9 (1938).
- 84) Assetto nucleare e caratteri nel genere *Ambrosia* (Compositae). - Archivio Botanico, 14: 10-16 (1938).
- 85) Sulla conformazione delle sacche polliniche. - Archivio Botanico, 14: 17-19 (1938).
- 86) Tipi di concrezioni delle cellule del tappeto. - Archivio Botanico, 14: 95-106 (1938).
- 87) Il nucleolo è cromotropo per i coloranti metacromatici? - Archivio Botanico, 14: 107-112 (1938).
- 88) Il modo di comporsi dei sessi sul soma. Determinanti genetici e riflessi ecologici e genodionomici. - Rivista di Biologia, 24: 61-79 (1938).

- 89) Cariologia del genere *Aster* L. (Compositae). I. Contributo. - Archivio Botanico, 14: 185-216 (1938).
- 90) Reperti cariologici su Fanerogame (terzo contributo). - Atti della Società dei Naturalisti e Matematici di Modena, 70: 85-86 (1939).
- 91) Sulla natura dei granuli siderofili citoplasmatici durante la microsporogenesi. - Atti della Società dei Naturalisti e Matematici di Modena, 70: 113-116 (1939).
- 92) Su dei particolari inchiusi delle cellule dello strato fibroso dell'antera di *Corydalis glauca* e di alcune specie del genere *Fumaria*. - Rivista di Biologia, 29 (volume giubilare prof. Polimanti): 94-98 (1940).
- 93) Sull'assetto cariologico di razze nane e di statura normale nel *Callistephus chinensis* (L.) Cass. (Compositae, Tubuliflorae, sez. Astereae subsez. Asterinae). - Rivista di Biologia, 29 (vol. giubilare prof. Polimanti): 225-232 (1940).
- 94) Cariologia delle Rutacee e delle Zygophyllaceae. - Scientia Genetica, 1: 168-185 (1939).
- 95) Contributo alla cariologia delle Papaveraceae, subfam. Fumarioideae, con particolare riguardo ai generi *Dicentra*, *Corydalis*, *Cisticapnos* ed *Adlumia*. - Scientia Genetica, 2: 1-25 (1940).
- 96) Ricerche comparative sull'azione degli ormoni d'accrescimento (eteroauxina) sugli organi vegetativi delle piante. - Atti della Società dei Naturalisti e Matematici di Modena, 71: 67-93 (1940).
- 97) Azione dell'eteroauxina sugli organi fiorali. - Rivista di Biologia, 30: 183-197 (1940).
- 98) Ormoni d'accrescimento e nastie. - Malpighia, 35: 89-102 (1939).
- 99) Augusto Beguinot. - Atti della Società dei Naturalisti e Matematici di Modena, 71: 94-115 (1940).
- 100) Osservazioni sullo sviluppo dei girini di Rana in soluzioni di eteroauxina. - Atti della Società dei Naturalisti e Matematici di Modena, 71: 240-242 (1940).
- 101) Piano di organizzazione fiorale, stimolo geotropico ed auxine. - Atti della Società dei Naturalisti e Matematici di Modena, 72: 1-15 (1941).
- 102) Azione della eteroauxina fornita mediante pasta su i movimenti nastici delle foglie di *Mimosa pudica* e *Mimosa Spegazzinii*. - Atti della Società dei Naturalisti e Matematici di Modena, 72: 16-19 (1941).
- 103) Emilio Chiovenda (1871-1941). - Atti della Società dei Naturalisti e Matematici di Modena, 72: 22-33 (1941).
- 104) L'assetto genetico della var. *alsinoides* Neg. (n. var.) di *Lychnis coeli-rosa* L. *albiflora*. - Nuovo Giornale Botanico Italiano, N.S., 48: 389-395 (1941).
- 105) Su di una singolare forma nuova (*alsinoides* Neg.) originatasi nella discendenza di una varietà albiflora di *Lychnis coeli-rosa* L. - Scientia Genetica, 2: 119-125 (1941).
- 106) Giganti stabili, non poliploidi, in *Plantago major* L. - Nuovo Giornale Botanico Italiano, N.S., 48: 396-403 (1941).
- 107) Poliploidi da colchicina in *Bellis perennis*, *Bellis annua*, *Antirrhinum Orontium*, *Mimosa pudica*, *Nigella sativa*, *Helianthus annuus*, *Ricinus communis*, *Cucurbita Pepo*. - Atti e Memorie della R. Accademia di Scienze, Lettere ed Arti di Modena, serie V, 5: 115-147 (1941).
- 108) Il poliploidismo da colchicina e la sua trasmissibilità per seme (Ricerche su *Bellis annua* L. ed *Antirrhinum Orontium* L.). - Atti e Memorie della R. Accademia di Scienze, Lettere ed Arti di Modena, serie V, 5: 343-351 (1941).
- 109) Cariologia dei generi *Aster*, *Agathaea*, *Boltonia* ed alcuni dati sui generi *Felicia* ed *Erigeron* (Asteraceae sez. Astereae subsez. Asterinae). - Bollettino della Soc. Adriatica di Scienze Naturali, Trieste, 39: 7-55 (1941).

- 110) Studi sulla vegetazione dell'appennino emiliano e della pianura adiacente. I. - Annali di Botanica, 22: 70-98 (1941).
- 111) Studi sulla vegetazione dell'appennino emiliano e della pianura adiacente. II. - Annali di Botanica, 22: 117-142 (1941).
- 112) Studi sulla vegetazione dell'appennino emiliano e della pianura adiacente. III. - Archivio Botanico, 17, (Serie III, Vol. 1): 125-149 (1941).
- 113) Studi sulla vegetazione dell'Appennino emiliano e della pianura adiacente. IV. - Archivio Botanico, 17, (serie III, Vol. 1): 150-195 (1941).
- 114) La presenza della *Gentiana lutea* L. nell'Appennino modenese. - Atti della Società dei Naturalisti e Matematici di Modena, 72: 115-117 (1941).
- 115) L'effetto di posizione nell'architettura florale, nell'anisofillia e sue cause (Riassunto). - Atti della Società dei Naturalisti e Matematici di Modena, 73: 1-4 (1942).
- 116) « L'effetto di posizione » nell'architettura florale, nell'anisofillia e sue cause. - Rivista di Biologia, 35: 1-20 (1943).
- 117) Su dei contenuti delle cellule epidermiche dell'antera e dell'ovulo di *Moehringia Tommasinii* March. - Atti della Società dei Naturalisti e Matematici di Modena, 73: 5-8 (1942).
- 118) Nuovi studi sull'effetto di posizione nell'architettura florale. - Atti della Società dei Naturalisti e Matematici di Modena, 73: 91-109 (1942).
- 119) Studi sulla vegetazione dell'Appennino emiliano e della pianura adiacente. V. - Annali di Botanica, 22 (III): 133-152 (1943).
- 120) Studi sulla vegetazione dell'Appennino emiliano e della pianura adiacente. VI. - Annali di Botanica, 22 (III): 173-199 (1943).
- 121) Studi sulla vegetazione dell'Appennino emiliano e della pianura adiacente. VII. - Atti della Società dei Naturalisti e Matematici di Modena, 74: 1-31 (1943).
- 122) L'ecologia florale di *Parnassia palustris* L. con riguardo alle relazioni tra sviluppo staminale e corollare durante l'antesi. - Atti della Società dei Naturalisti e Matematici di Modena, 74: 32-37 (1943).
- 123) La distribuzione dell'*Erica arborea* L. nell'Appennino Modenese. - Atti della Società dei Naturalisti e Matematici di Modena, 74: 213-217 (1943).
- 124) La flora fossile di S. Venanzio (Appennino modenese). - Archivio Botanico, 19: 1-32 (1943).
- 125) Flora delle Provincie di Modena e Reggio Emilia (Prospetto delle crittogame vascolari e fanerogame). - Atti della Società dei Naturalisti e Matematici di Modena, 75: 1-64 (1944).
- 126) Distribuzione e trasmissione dei sessi nell'*Urtica procera* Mühlenh. (Ricerche preliminari). - Atti della Società dei Naturalisti e Matematici di Modena, 75: 218-224 (1944).
- 127) Il componente mediterraneo nella flora modenese e reggiana. - Atti della Società dei Naturalisti e Matematici di Modena, 76: 1-22 (1945).
- 128) Anomalie alari nella *Saturnia pyri* Schiff. - Atti della Società dei Naturalisti e Matematici di Modena, 76: 156-159 (1945).
- 129) Specie critiche del genere *Plantago* L. dell'Appennino modenese e reggiano. - Atti della Società dei Naturalisti e Matematici di Modena, 77: 1-10 (1946).
- 130) Sfarfallamento ritardato nella *Saturnia pyri* Schiff. - Atti della Società dei Naturalisti e Matematici di Modena, 77: 110-112 (1946).
- 131) I movimenti del peduncolo florale del *Papaver Rhoeas* in relazione a traumatismi (Nota preliminare). - Atti della Società dei Naturalisti e Matematici di Modena, 78: 196-198 (1947).
- 132) Azione antimalarica del *Tussilago Farfara* L. (Compositae). - Archivio Botanico, 24: 107-110 (1948).

- 133) Cariologia delle specie elementari di *Linaria minor* (L.) Desf. e tetraploidi da colchicina. - Atti e Memorie della Accademia di Scienze, Lettere e Arti di Modena, ser. V, 9: 1-26 (1950).
- 134) Tetraploidi da colchicina in *Capsella Bursa pastoris* Moench. - Atti e Memorie della Accademia di Scienze, Lettere e Arti di Modena, ser. V, 9: 27-39 (1950).
- 135) Cariologia del genere *Fumaria* L. e poliploidi da colchicina. - Scientia Genetica, 4: 94-121 (1951).
- 136) Azione dell'eteroauxina sui movimenti endonomi delle foglie di *Desmodium gyrans* D.C. - Atti e Memorie della Accademia di Scienze, Lettere e Arti di Modena, ser. V, 10: 134-141 (1952).
- 137) Cariologia del genere *Ruta* L. - Atti e Memorie della Accademia di Scienze, Lettere e Arti di Modena, ser. V, 10: 142-150 (1952).
- 138) Contributo alla cariologia del genere *Anagallis* L. (Primulaceae). - Atti e Memorie della Accademia di Scienze, Lettere e Arti di Modena, ser. V, 10: 151-168 (1952).
- 139) Osservazioni sul numero cromosomico e sul criptocarpismo di *Corydalis acaulis* (Wulf.) Pers. - Atti e Memorie della Accademia di Scienze, Lettere e Arti di Modena, ser. V, 12: 242-252 (1954).
- 140) Cariologia del genere *Brunella* L. - Atti e Memorie della Accademia di Scienze, Lettere e Arti di Modena, ser. V, 12: 253-272 (1954).
- 141) Alterazioni nella morfogenesi di un fungo basidiomicete: *Ganoderma laccatum* (Timm.) Pat. indotte dall'acido 2-4 diclorofenossiacetico. - Atti e Memorie della Accademia di Scienze, Lettere e Arti di Modena, ser. V, 14: 33-52 (1956).
- 142) Plantule anomale di *Tagetes patula* L. - Atti e Memorie della Accademia di Scienze, Lettere e Arti di Modena, ser. V, 14: 249-257 (1956).
- 143) Cariologia del genere *Bellium* L. - Atti e Memorie della Accademia Nazionale di Scienze, Lettere e Arti di Modena, ser. VI, 1: 33-51 (1959).
- 144) Azione dell'acido 2-4 diclorofenossiacetico su i movimenti nastici delle foglie. - Atti e Memorie della Accademia Nazionale di Scienze, Lettere e Arti di Modena, ser. VI, 1: 52-66 (1959).
- 145) Struttura ed ontogenesi delle sclereidi di *Limoniastrum articulatum* Moench. - Atti e Memorie della Accademia Nazionale di Scienze, Lettere e Arti di Modena, ser. VI, 1: 67-85 (1959).
- 146) L'assetto cariologico di *Ruta pinnata* L. (f) endemismo delle isole Canarie. - Atti e Memorie della Accademia Nazionale di Scienze, Lettere e Arti di Modena, ser. VI, 2: 199-205 (1960).
- 147) Gradi di sviluppo degli organi fiorali in relazione alla sessualità in *Silene Otites* L. - Atti e Memorie della Accademia Nazionale di Scienze, Lettere e Arti di Modena, ser. VI, 2: 206-215 (1960).
- 148) Plantule gialle ed origine delle forme eterotrofe non verdi. - Atti e Memorie della Accademia Nazionale di Scienze, Lettere e Arti di Modena, ser. VI, 2: 216-229 (1960).
- 149) Partenocarpia in *Acer Negundo* L. e *Pistacia Terebinthus* L. - Atti e Memorie della Accademia Nazionale di Scienze, Lettere e Arti di Modena, ser. VI, 3: 82-97 (1961).
- 150) Struttura del frutto di *Cucubalus baccifer* L. e *Silene inflata* Sm. e modificazioni indotte dall'eteroauxina. - Atti e Memorie della Accademia Nazionale di Scienze, Lettere e Arti di Modena, ser. VI, 3: 98-105 (1961).
- 151) Il dimorfismo sessuale dei fiori di *Aucuba japonica* Thunb. - Atti e Memorie della Accademia Nazionale di Scienze, Lettere e Arti di Modena, ser. VI, 3: 106-113 (1961).
- 152) Relazioni tra lo sviluppo degli stami e dei pistilli nei fiori di *Silene* e *Nigella*. - Atti e Memorie della Accademia Nazionale di Scienze, Lettere e Arti di Modena, ser. VI, 4: 40-55 (1962).

- 153) Struttura e modalità di deiscenza delle antere nelle Urticaceae e Cannabaceae. - Atti e Memorie della Accademia Nazionale di Scienze, Lettere e Arti di Modena, ser. VI, 4: 58-84 (1962).
- 154) Contributo alla cariologia dei generi *Isatis* L. e *Lobularia* Desv. (Crucifere). - Atti e Memorie della Accademia Nazionale di Scienze, Lettere e Arti di Modena, ser. VI, 7: 45-52 (1965).
- 155) Ricerche sulla genetica del sesso in *Urtica procera* Mühl. - Atti e Memorie della Accademia Nazionale di Scienze, Lettere e Arti di Modena, ser. VI, 7: 53-70 (1965).
- 156) Movimenti di curvatura in piante geocarpe. - Atti e Memorie della Accademia Nazionale di Scienze, Lettere e Arti di Modena, ser. VI, 8: 66-87 (1966).
- 157) Numeri cromosomici in fanerogame (Urticaceae, Cruciferae, Plantaginaceae, Compositae). - Atti e Memorie della Accademia Nazionale di Scienze, Lettere e Arti di Modena, ser. VI, 9: 35-40 (1967).
- 158) Citosistemica del genere *Diplotaxis* L. (Cruciferae). - Atti e Memorie della Accademia Nazionale di Scienze, Lettere e Arti di Modena, ser. VI, 10: 37-47 (1968).
- 159) Partenocarpia nelle Papaveraceae. - Atti e Memorie della Accademia Nazionale di Scienze, Lettere e Arti di Modena, ser. VI, 11: 27-44 (1969).
- 160) Ricerche sulla allelopatia nelle piante. - Atti e Memorie della Accademia Nazionale di Scienze, Lettere e Arti di Modena, ser. VI, 12: 93-112 (1970).
- 161) Distribuzione e trasmissione dei sessi nella *Urtica atrovirens* Req. - Atti e Memorie della Accademia Nazionale di Scienze, Lettere e Arti di Modena, ser. VI, 12: 113-142 (1970).



## **COMUNICAZIONI**



Ferrari F. - Pellegrini M. - Zarotti L.

Istituto di Geologia dell'Università degli Studi di Modena.

**ALCUNE CONSIDERAZIONI PER LA SCELTA  
DI UN BACINO SPERIMENTALE NELL'AMBITO  
DEI BACINI DEI F. SECCHIA E PANARO**

RIASSUNTO

La presente nota illustra le esperienze metodologiche preliminari compiute su piccoli bacini idrografici, al fine di effettuare una scelta definitiva nel versante padano dell'Appennino e precisamente nell'ambito dei bacini idrografici del Secchia e del Panaro, di un bacino pilota o sperimentale entro il quale quantificare alcuni importanti elementi, come ad esempio i fattori dai quali dipendono i tempi di corrivazione delle acque ed il trasporto solido. I bacini considerati in questa nota sono quello del T. Felli-carolo (provincia di Modena, bacino del F. Panaro), posto nei pressi dello spartiacque principale dell'Appennino e l'altro del Rio delle Viole (provincia di Reggio Emilia bacino del F. Secchia), nella zona collinare. Di ciascun bacino viene fornita una « scheda » comprendente le principali caratteristiche geologiche, geomorfologiche, morfometriche, idrografiche e vegetazionali, attraverso le quali è stata messa in evidenza la difficoltà di scelta, almeno nella zona appenninica considerata, di un bacino pilota, sufficientemente rappresentativo dei bacini idrografici cui appartiene.

RÉSUMÉ

Le travail a le but de montrer les essais méthodologiques sur des petits bassins hydrographiques, afin de choisir, sur le versant septentrional des Apennins (Italie du Nord) et, en particulier, dans les bassins des F. Secchia et F. Panaro, un bassin-type dans lequel on étudier des éléments très importants, c'est à dire, les facteurs déterminants les temps de montée de

la crue et le débit solide. Les bassins étudiés appartiennent aux T. Felli-carolo (province de Modena, bassin de F. Panaro dans la région près de la ligne de faite des Apennins) et T. Rio delle Viole (province de Reggio Emilia, bassin de F. Secchia, dans la région des collines).

De chaque bassin il y a une fiche avec les principales caractéristiques géologiques, géomorphologiques, hydrologiques, morphométriques, hydrographiques, et de la végétation. De tout cela il est évident qu'il y a bien des difficultés dans la région étudiée (Apennins du Nord), à choisir un petit bassin-type représentant d'une manière satisfaisante le bassin au quel il appartient.

## 1. INTRODUZIONE

L'Istituto di Geologia dell'Università di Modena, d'intesa col Laboratorio per la Protezione Idrogeologica del Bacino Padano del CNR (Torino), ha intrapreso uno studio condotto su bacini sperimentali e campione, al fine di poter disporre di un piccolo bacino, di superficie limitata, rappresentativo di quelli dei fiumi Secchia e Panaro, nell'ambito dei quali, infatti, l'Istituto svolge la propria attività di ricerca nel campo della protezione del suolo, allo scopo di raccogliere tutti gli elementi relativi alla degradazione fisica e quei fattori necessari per l'elaborazione di un modello matematico valido per la previsione delle piene e per lo studio del trasporto solido, come premessa ad una efficace programmazione delle opere di bonifica.

Mentre fino ad ora le ricerche compiute sono state rivolte alla conoscenza di problemi relativi alle caratteristiche generali dei bacini (si ricor-dino a questo proposito le note di GELMINI & PELLEGRINI (1969), PELLEGRINI (1969), BONAZZI & Altri (1972), MORATTI & PELLEGRINI (1972) ecc.), la nuova fase di ricerca prevede lo studio di alcuni aspetti particolari e la raccolta di dati geologici e idraulici in un piccolo bacino-campione, entro il quale studiare sperimentalmente alcuni importanti problemi, qual'è appunto il tempo di corrivazione delle acque.

Le ricerche su bacini rappresentativi e sperimentali non costituiscono certo una novità e hanno, anzi, raggiunto una fase di elaborazione molto avanzata in alcuni stati europei ed extraeuropei (cfr. ad es. TOEBES & OURYVAEV, 1970). Anche in Italia, però solo di recente, sono state intraprese ricerche in questo senso da parte di Laboratori del CNR e di Istituti Universitari (ad es. ISTITUTO DI RICERCA PER LA PROTEZIONE IDROGEOLOGICA NELL'ITALIA MERIDIONALE, 1973 e GERLACH & PELLEGRINI

G.B., 1972-73). In Italia, tuttavia, a quanto ci risulta, non è stata ancora portata a termine un'esperienza sufficientemente completa sui bacini sperimentali, ma sono stati solamente messi a punto alcuni programmi e metodi di studio in parte elaborati e fissati in collaborazione fra i ricercatori interessati.

La presente nota ha lo scopo di illustrare le esperienze metodologiche preliminari effettuate su alcuni piccoli bacini facenti parte dei sistemi idrografici del Secchia e del Panaro (fig. 1), volte soprattutto a determinare la scelta definitiva del bacino sperimentale. Nel 1970, anno in cui s'iniziò la programmazione del piano di ricerca, alcuni collaboratori dell'Istituto di Geologia di Modena presero in considerazione, in via del tutto preliminare, tre piccoli bacini: quello del T. Fellicarolo (F. Panaro), quello del Rio delle Viole (F. Secchia) e infine il bacino del Grizzaga (F. Panaro), tutti giudicati interessanti per diversi motivi e anche per le loro caratteristiche geomorfologiche generali, ad es. analogie con i grandi bacini di appartenenza o per la particolare posizione nell'ambito dei bacini stessi. La nota perciò rappresenta una specie di « scheda » dei bacini considerati e vuol mettere in evidenza quelle che sono le conclusioni che si possono trarre da una simile esperienza: tali schede saranno però limitate ai soli bacini del T. Fellicarolo e del Rio delle Viole, in quanto il bacino del T. Grizzaga ha problemi e caratteristiche comuni a quest'ultimo.

Per quanto riguarda la suddivisione dei compiti fra i diversi autori, F. FERRARI ha compiuto, nel 1974, i rilievi ed elaborato i dati per il bacino del T. Fellicarolo, L. ZAROTTI ha svolto un analogo compito (1973) in quello del Rio delle Viole, mentre M. PELLEGRINI ha coordinato e guidato la ricerca in tutte le sue parti, soprattutto per quanto riguarda le considerazioni conclusive. Un particolare ringraziamento va al dott. Ferruccio MINCHELLI, Ispettore superiore del Corpo Forestale dello Stato (Ispettorato di Modena), che ha guidato gli Autori nel rilievo della carta dell'impedenza, al Dott. Giancarlo GRAIFF dell'Ispettorato Ripartimentale delle Foreste di Reggio Emilia, che ha fornito interessanti dati sullo stato di forestazione del bacino del Rio delle Viole, e infine al Dott. Ing. Luciano MORATTI, dirigente del Genio Civile di Modena per il suo interessamento.

## 2. CENNI BIBLIOGRAFICI

Lo stato delle conoscenze sulla geologia dei due bacini considerati nella presente nota possono ritenersi valide sia per quanto riguarda i dati

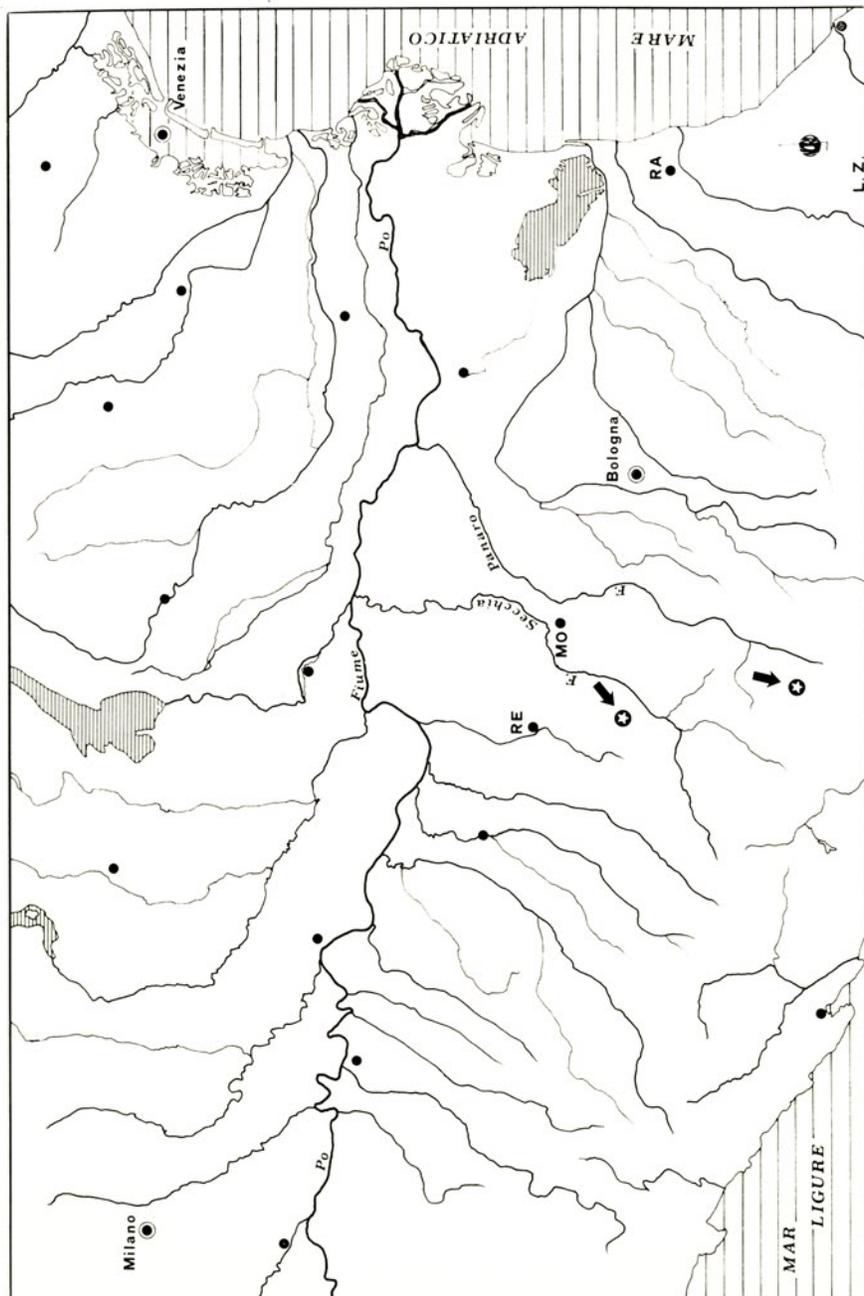


Fig. 1

Ubicazione dei bacini illustrati nella nota. A N il Rio delle Viole, a S il T. Fellicarolo.

stratigrafici e strutturali, sia per la parte cartografica, tant'è vero che un rilevamento geologico di tipo tradizionale è stato eseguito solamente per cartografare con maggiore precisione, in relazione alla scala impiegata (1:10.000) rispetto a quelle esistenti (da 1:50.000 a 1:100.000), affioramenti di litotipi cui erano già state assegnate corrette attribuzioni formazionali; il maggior dettaglio riguarda in particolare modo le coltri detritiche.

Per il T. Fellicarolo si possono ricordare il F<sup>o</sup> 97 della Carta Geologica d'Italia e le relative « Note illustrative » (MERLA & TREVISAN, 1969, ABBATE & MERLA, 1969), la nota di GELMINI (1966) per la zona di M. Cimone, quelle di LOSACCO (1940 e 1949) sulla morfologia glaciale e infine altre notizie di GELMINI & PELLEGRINI (1969) e dell'AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE DI MODENA (1973), sulla franosità e degradazione del suolo.

Analogamente per il Rio delle Viole, fra le varie pubblicazioni esistenti, si possono ricordare il F<sup>o</sup> 86 della Carta geologica d'Italia e le « Note illustrative » del medesimo (LOSACCO 1964 e 1967), e le note di PAPANI (1971), FAZZINI & GELMINI (1966), mentre per la parte riguardante le frane, le pubblicazioni di BONAZZI & Altri (1972) e dell'AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE DI MODENA (1973).

La parte relativa all'analisi geomorfica quantitativa sino ad oggi svolta è stata condotta secondo metodologie ormai ben note, cui si fa riferimento ad esempio, nella pubblicazione di ACCORDI & Altri (1969) sul Bacino del Liri.

## BACINO DEL T. FELLICAROLO

### *Criterio di scelta*

La scelta di questo bacino è stata determinata soprattutto per la sua particolare posizione nell'ambito del bacino del F. Panaro: esso è posto infatti alla testata del bacino principale, presso la linea di spartiacque della catena appenninica, cioè in una zona dove gli eventi meteorici sono particolarmente intensi e condizionano notevolmente il regime idraulico del corso d'acqua principale: ad esempio per l'ultima piena del F. Panaro, quella del settembre 1973, che determinò un'alluvione nella zona di pianura presso Modena (MORATTI & PELLEGRINI in corso di stampa), furono determinanti le precipitazioni della zona del crinale, tant'è vero che i maggiori dissesti lungo gli alvei si verificarono proprio lungo le aste della zona alta.

Altro motivo d'interesse è rappresentato poi dal fatto che per il bacino del T. Fellicarolo sono stati programmati interventi sistematori di tipo

idraulico e forestale da parte del Corpo Forestale dello Stato e della Regione Emilia-Romagna.

*Forma del bacino, cenni topografici, inquadramento geografico*

Il bacino considerato corrisponde a poco meno della metà dell'intero bacino del Fellicarolo, e più precisamente alla parte sottesa dalla sezione corrispondente al ponte dell'abitato di Fellicarolo. Il torrente Fellicarolo costituisce insieme al T. Ospitale la testata del T. Leo che, unendosi allo Scoltenna, forma il F. Panaro; il suo bacino rientra completamente nella provincia di Modena e più precisamente nel Comune di Fanano ed è rappresentato nelle tavolette IGM « Fanano » (97 II SO) e « Cutigliano » (97 III NO); le sue caratteristiche sono le seguenti:

- superficie considerata Km<sup>2</sup> 17,480
- lunghezza massima (dal M. Libro Aperto al ponte di Fellicarolo): Km 5,400
- larghezza massima (M. Cimoncino-Cima Tauffi): Km 4,950
- quota massima (M. Cimoncino): m 2119,2
- quota minima (sezione di chiusura): m 783,0
- esposizione: NE
- rilievi più importanti: M. Rondinara (m 1642), Cima Tauffi (m 1799), M. Libro Aperto (1937), M. Cimoncino (m 2119).

Rapporto di allungamento:

$$\text{— Ra} = \frac{L}{D} = \frac{4,718}{5,4} = 0,874 \text{ (SCHUMM, 1966)}$$

$$\text{— Rapporto aera del bacino/lunghezza asta principale} = \frac{17,480}{6,23} = 2,80$$

$$\text{— Rapporto area del bacino/lunghezza massima} = \frac{17,480}{5,4} = 3,24$$

$$\text{— Rapporto lunghezza/larghezza} = \frac{5,400}{4,950} = 1,09$$

$$\text{— Rapporto di rilievo} = \frac{Q \text{ max} - Q \text{ min}}{L} = 0,247$$

La rete stradale è costituita essenzialmente dalla strada comunale Fellicarolo-Taburri; per il resto la viabilità è assicurata da una buona rete di mulattiere e sentieri. Durante il periodo invernale e primaverile la viabilità resta quasi ovunque interrotta per le condizioni di innevamento.

*Cartografia e copertura aereofotografica.*

La base topografica esistente può ritenersi ottima ai fini della ricerca: il bacino è rappresentato infatti, oltre che nelle vecchie tavolette dell'IGM

derivate da rilievo diretto del 1911-1934, anche su recenti carte a scala 1:10.000 con curve di livello ogni 10 m, rilevate secondo le norme « NATO » dalla Regione Emilia-Romagna e dal Comune di Fanano nel 1973 (Tavole n° 13 e 14 del F° 97).

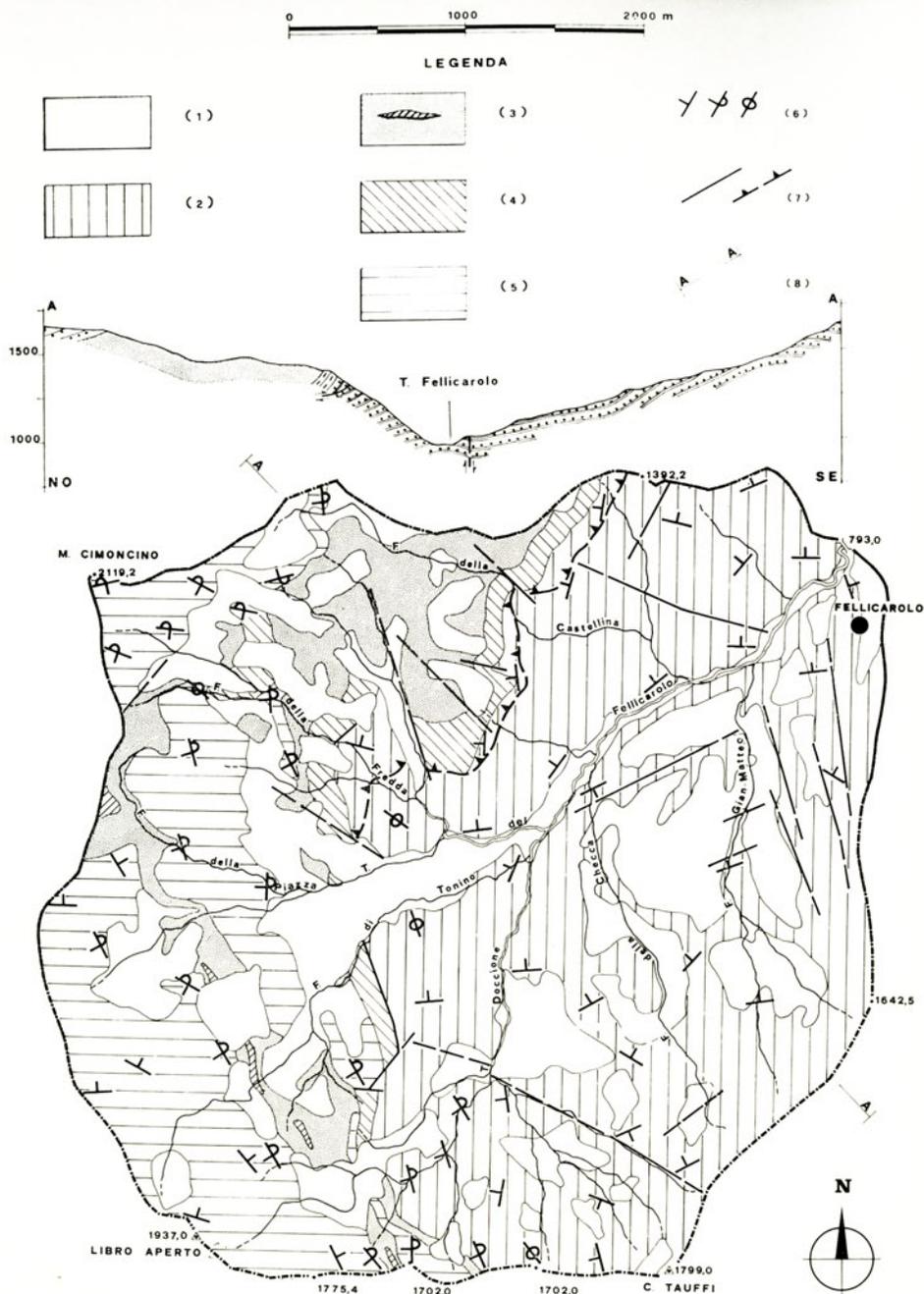
Anche la copertura aereofotografica è ottima, disponendo di diversi tipi di fotografie aeree a scala 1:63.000 (volo NATO del 1955), a scala 1:30.000 dell'intero territorio Comunale di Fanano e a scala 1:10.000 delle aree di sviluppo; a scala 1:15.000 (volo del 1973 della Regione Emilia-Romagna). In tutti i casi si tratta di fotografie in bianco e nero ottenute da pellicola pancromatica.

### *Condizioni stratigrafiche e strutturali*

I terreni che costituiscono il bacino del T. Fellicarolo appartengono tutti alla Serie Toscana e sono rappresentati dalle seguenti formazioni: Macigno del Chianti (Macigno « A »), Formazione di Pievepelago, Macigno del Mugello (Macigno « B » o Arenaria di M. Cervarola). Macigno del Chianti (Oligocene) e Macigno del Mugello (Miocene inf.) costituiscono rispettivamente il 17,96% e il 35,81% della superficie del bacino in esame e sono rappresentati da *Flysch* arenacei, con parte pelitica più abbondante nella seconda formazione. La formazione di Pievepelago (Oligocene sup.: 11,89%) è invece costituita da due membri: una basale con argilliti scure con blocchi a giacitura caotica e pacchi di *Flysch* calcareo, messo in posto a seguito di fatti olistostromici, ed un secondo, sommitale, rappresentato da marne scheggiose grigie di sedimentazione normale.

A questa situazione stratigrafica abbastanza semplice non corrispondono condizioni strutturali altrettanto semplici: infatti mentre tutto il fianco destro del bacino costituisce una monoclinale più o meno regolare, interrotta da una serie di faglie trasversali che abbassano la struttura verso NE, il fianco sinistro è interessato da vistosi fatti di sovrascorrimento e rovesciamento (vedi fig. n. 2). È proprio in questa zona (Poggio Cucullo) che si osserva in buone esposizioni, il rovesciamento della zolla di Macigno del Chianti di M. Cimone-M. La Piazza sul Macigno del Mugello, che forma una grande piega rovesciata verso E (cfr. GELMINI, 1966). Inoltre la Formazione di Pievepelago, intercalata fra le due arenarie, mostra andamenti complessi e ripetizioni in relazione a disturbi di carattere locale e a fatti disgiuntivi di più grande scala.

La parte restante del bacino è ricoperta poi da depositi lacustri (0,32%) argilloso-limosi, di estensione e spessore ridotti, frequenti soprattutto nella parte più alta del bacino (a E del M. Cimoncino e a N del M. Libro Aperto)



Dis. F. Ferrari

Fig. 2

Carta geologica schematica, scala 1:40.000: 1) Depositi sciolti: morenici (Würm), fluvioglaciali, di falda, di frana e alluvioni attuali; 2) Macigno del Mugello (Miocene inferiore); 3) Formazione di Pievepelago (Oligocene superiore): argilliti con blocchi a giacitura caotica con intercalazioni di *Flysch* calcareo marnoso; 4) Formazioni di Pievepelago (Oligocene superiore): marne grige; 5) Macigno del Chianti (Oligocene); 6) assetto degli strati; 7) faglie e sovrascorrimenti; 8) traccia della sezione.

e formantisi in corrispondenza di contropendenze di origine glaciale, da alluvioni recenti (1,62%) o da depositi di falda, di frana, morenici e fluvio-glaciali (32,27%). Questi ultimi depositi clastici, diversissimi per origine, ma spesso tra loro indistinguibili, sono caratterizzati da due litotipi principali: uno a matrice più abbondantemente argillosa e limosa che ricopre gli affioramenti della Formazione di Pievepelago e del Macigno del Mugello, l'altro più povero di parte fine, in corrispondenza del Macigno del Chianti.

Nel complesso la superficie del bacino risulta costituita per il 46% circa da materiali sciolti e formazioni molto erodibili e soggette a fenomeni di degradazione rapida, e per la parte restante da formazioni lapidee, la cui degradabilità dipende essenzialmente dal grado di fratturazione, ma che comunque risentono notevolmente dell'azione del gelo e disgelo.

#### *Condizioni geomorfologiche generali.*

Il modellamento dell'alto bacino del T. Fellicarolo è stato determinato da vari processi morfogenetici, spesso sovrapposti o tra loro interdipendenti. Innanzi tutto le forme del bacino appaiono condizionate dalla situazione stratigrafica: la presenza di una fascia di terreni facilmente degradabili (Formazione di Pievepelago), intercalati ad arenarie molto più resistenti, che danno luogo anche a pareti molto acclivi, fa sì che il bacino sia attraversato a NNW a SE da una fascia a morfologia molto dolce, ospitante anche forme calanchive, che risalta rispetto ai circostanti affioramenti rocciosi. Netamente marcato anche il controllo della tettonica sulla morfologia: basti pensare alla valle dell'asta principale a partire dalla q. 1000 circa, fortemente dissimmetrica in relazione alla giacitura degli strati, che sono a franapoggio sul versante destro e a reggipoggio sul versante sinistro (cfr. sezione geologica fig. n. 2). Inoltre molte linee di faglia danno luogo a scarpate nettamente rilevate (versante N e W di M. Rondinara): evidentemente siamo in presenza di movimenti neotettonici, supposti anche da LOSACCO (1949) per spiegare la mancanza di glaciazioni pre-würmiane.

Più problematica l'interpretazione morfologica della parte mediana del bacino occupata da depositi morenici würmiani. In questi ultimi si sono impostati processi erosivi, attuali o recenti: si notano infatti vallecole a « v », frane formate da fatti erosivi al piede e a seguito di fenomeni erosivi di versante e ruscellamento diffuso e concentrato. Il rimaneggiamento dell'originaria copertura morenica impedisce, come è stato già accennato, sicure distinzioni litologiche tanto da dimostrare con sicurezza, secondo LOSACCO (1940, 1949), l'esistenza di depositi francamente glaciali. Una

sicura morfologia glaciale si ha invece nella zona alta del bacino, ove si osservano numerosi piccoli circhi e soglie perfettamente conservati.

La parte bassa del bacino è invece il risultato di processi erosivi lineari e sui versanti, di età recente. Da ricordare in modo particolare il ripiano sul versante destro che dalla zona delle Casulie arriva a valle dell'abitato di Fellicarolo; su tale spianata, che risulta sollevata mediamente di 20-50 m sull'alveo attuale del torrente, non compare una consistente copertura alluvionale, ma solo un velo discontinuo di materiale limoso. Altre spianate compaiono a quote superiori (Taburri, Ca' Checca, Ca' Beducchi); ma si tratta di ripiani di tutta altra origine, probabilmente strutturali o connessi a processi glaciali.

#### *Condizioni di stabilità*

Le condizioni di stabilità del bacino sono illustrate nella carta della fig. 3 che è stata rilevata secondo la metodologia proposta da PAPANI & TELLINI (1973). La metodologia è tale da meglio adattarsi, a nostro avviso, all'area in esame: ciò in relazione soprattutto ai tipi litologici affioranti e ai tipi di dissesto che possono interessare questi ultimi.

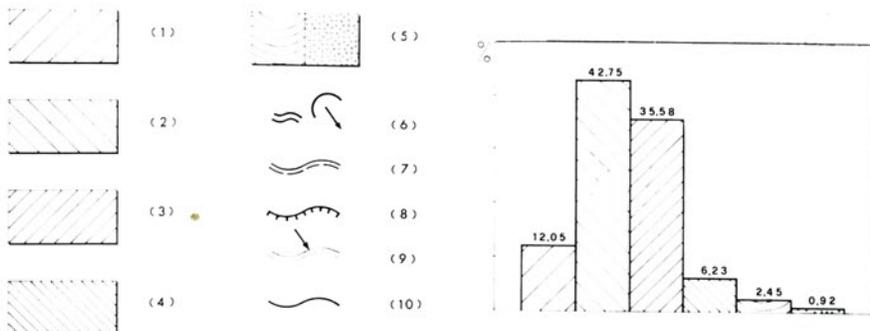
La leggenda utilizzata da PAPANI & TELLINI (1973) per il bacino del Tresinaro, che tiene conto in maniera oggettiva della litologia, delle condizioni strutturali, nonché dell'acclività, è stata modificata in relazione ai diversi litotipi affioranti nel bacino del Fellicarolo: così ad esempio le classi-limite di acclività sono state così fissate: *Flysch arenacei* 40% (21° 43''), Formazione di Pievepelago 20% (11° 19'); inoltre come già accennato, i depositi clastici sono stati attribuiti a due classi in relazione alle loro caratteristiche geotecniche, tenendo conto anche della natura litologica del *bed-rock*.

Analizzata nel suo insieme, la carta della stabilità del bacino mostra bassi gradi di stabilità (classi 3 e 4) in corrispondenza soprattutto degli affioramenti della Formazione di Pievepelago e dei depositi clastici del versante destro del torrente, poggianti su di un *bed-rock* con strati a franapoggio a inclinazione minore del pendio. Un caso particolare è rappresentato dalle pareti rocciose di arenaria, nelle quali l'unica situazione sfavorevole è rappresentata dall'acclività; esse tuttavia, dando luogo a caduta di massi, devono perciò essere attribuite a una classe di stabilità di grado inferiore, rispetto a quella che competerebbe loro per definizione (2).

Le frane presenti nell'area studiata sono poco meno di una ventina anche se quelle tutt'ora attive o molto recenti si riducono solo a 6 o 7. Sono inoltre presenti piccoli dissesti rappresentati da smottamenti o scivolamenti



LEGGENDA



Dis. F. Ferrari

Fig. 3

Carta della stabilità potenziale alla scala 1:40.000 (sec. la metodologia di PAPANI & TELLINI 1973). Leggenda: classi di stabilità.

- 1) Classe  $L_1S_1A_1$ ; 2) Classe  $L_1S_1A_2$ ,  $L_1S_2A_1$ ,  $L_2S_1A_1$ ; 3) Classe  $L_1S_2A_2$ ,  $L_2S_1A_2$ ,  $L_2S_2A_1$ ; 4) Classe  $L_2S_2A_2$ ; 5) frane stabilizzate, attive od attuali; 6) creep e soliflusso, piccoli movimenti franosi; 7) Pareti rocciose; 8) Calanchi; 9) Erosione sulle sponde del T. Fellicarolo; 10) Dislocazioni e contatti di formazioni litoidi su formazioni argillose.

superficiali e da ondulazioni del terreno (creep e soliflusso). Le frane attive o recenti interessano quasi tutte le coltri detritiche e sono avvenute lungo superfici rotazionali di neoformazione all'interno dei depositi stessi o lungo piani preesistenti, corrispondenti al piano di appoggio sul *bed-rock*. Fa eccezione per litologia e anche per dimensioni (1 Km di lunghezza circa) la frana che si stacca a quota 1500 dal versante E del M. Cimoncino, denominata « Ruina del Cimone », che scende fino a 1200 m s.l.m. circa; essa può considerarsi una frana di tipo misto, cioè una frana di ammolimento in argille, che provoca crolli nella zona di distacco. Tutti i dissesti presenti non recano danno alle opere umane.

#### *Permeabilità e acque sotterranee*

Nel bacino del T. Fellicarolo affiorano terreni che dal punto di vista dell'idrogeologia si possono riferire a tre gruppi principali: terreni a permeabilità nulla, terreni a permeabilità primaria e terreni a permeabilità secondaria (Vedi fig. 4). Tutte le formazioni del substrato risultano impermeabili (Formazione di Pievepelago) o scarsamente permeabili per fessurazione (*Flysch* arenacei oligomiocenici): in questo modo la circolazione delle acque sotterranee avviene quasi esclusivamente nei terreni di copertura, permeabili per porosità, e tali da costituire i principali serbatoi del bacino, anche se il grado di permeabilità si mantiene sempre molto basso (valori massimi dell'ordine di  $1.10^{-6}$  m/s).

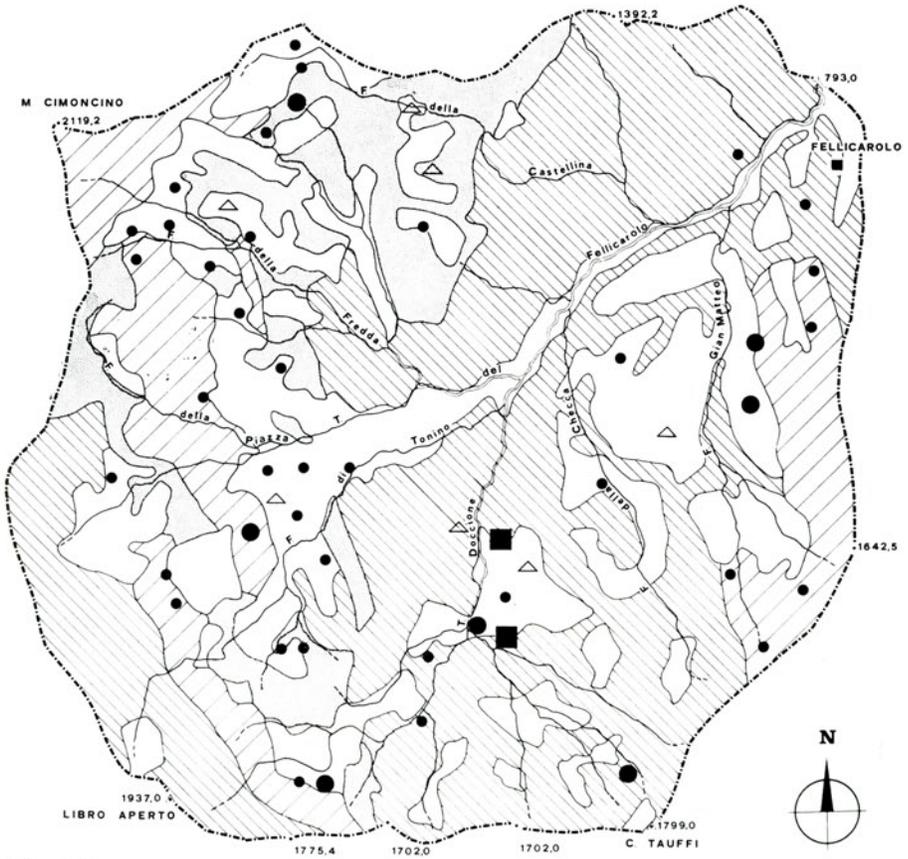
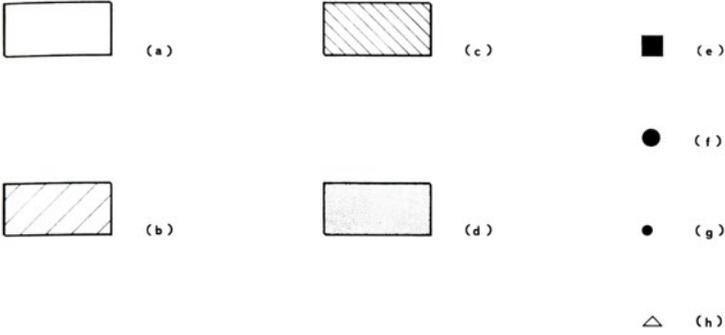
I terreni a permeabilità secondaria più alta corrispondono soprattutto agli affioramenti di Macigno del Chianti nelle zone più elevate, cioè dove la degradazione della roccia risulta più accentuata. Nelle formazioni arenacee, inoltre, il maggior grado di permeabilità è associato anche a un più marcato grado di tettonizzazione subito da alcuni affioramenti.

Le sorgenti presenti nel bacino sono numerose e spesso abbondanti e da un punto di vista genetico si possono raggruppare in tre categorie: 1) sorgenti legate al contatto tra Macigno del Chianti e Formazione di Pievepelago (Monte Cimoncino e zona a N del M. Cervinara); 2) quelle situate all'interno delle formazioni arenacee, al contatto tra pacchi di strati a permeabilità diversa (per lo più stillicidi e piccole sorgenti); 3) sorgenti connesse alle coperture di materiali clastici. Sono inoltre presenti sorgenti di vetta, perenni, alimentate per lo più da acque di condensazione.

Sono state cartografate n. 52 emergenze, tutte di ordine inferiore al 5° (MEINZER, 1932) e di tipo perenne o semiperenne; la massima portata misurata è di circa 10 l/s.

0 1000 2000 m

LEGENDA



Dis. F. Ferrari

Fig. 4

Carta della permeabilità alla scala 1:40.000: a) terreni permeabili per porosità; b) terreni limitatamente permeabili per fessurazione; c) terreni impermeabili o localmente permeabili per fessurazione; d) terreni a permeabilità nulla; e) sorgenti di 6° ordine sec. MEINZER (1932); f) sorgenti di 7° ordine; g) sorgenti di 8° ordine; h) stillicidi, ristagni, zone a vegetazione igrofila.

*Reticolo idrografico e sua morfometria.*

Il bacino del T. Fellicarolo mostra un tipo di drenaggio abbastanza omogeneo, dendritico-subparallelo, o nettamente orientato (fig. 5), come del resto è stato fatto notare da FAZZINI & GELMINI (1966) in buona parte degli affioramenti di Macigno dell'Appennino modenese e reggiano. L'orientamento del drenaggio è determinato dalle direttrici tettoniche della zona: si osservi ad esempio l'andamento di alcune aste della zona del Fosso dei Rovinaccioni e di quelle a sud di Fellicarolo, ove il drenaggio è però meglio riportabile al tipo subparallelo semplice ed è controllato anche dall'assetto stesso degli strati. Tessiture più fini tendenti al dendritico-pennato sono localizzate in piccole aree corrispondenti agli affioramenti della Formazione di Pievepelago.

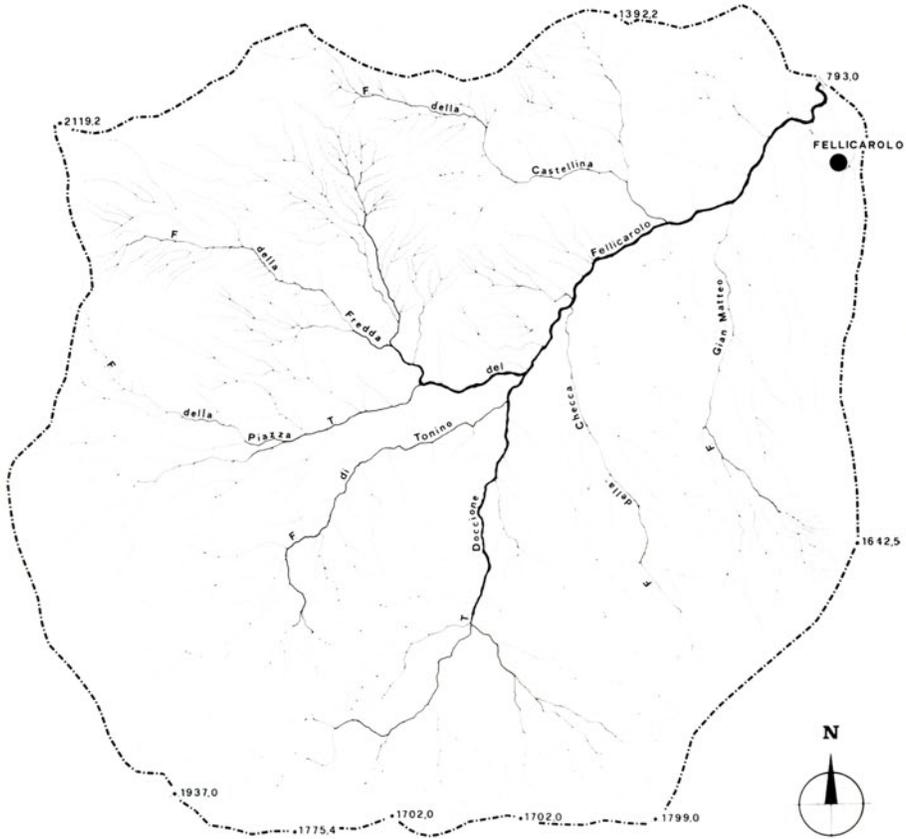
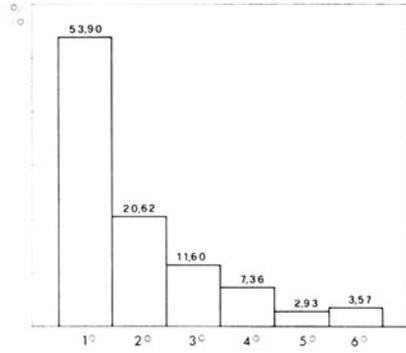
La carta del reticolo idrografico è stata rilevata direttamente sulla base topografica a scala 1:10.000 e integrata in base allo studio delle fotografie aeree. Essa considera 20 bacini parziali da utilizzarsi, agli effetti dell'analisi geomorfica, come altrettante unità geomorfologiche. A ciascun bacino è stato attribuito l'ordine relativo al segmento fluviale di grado più elevato, secondo il sistema proposto da STRAHLER (1946; 1952; 1954). È per questo motivo che buona parte degli affluenti in destra del T. Fellicarolo, che danno luogo ad un drenaggio subparallelo semplice, anche se notevolmente sviluppati in lunghezza, sono da attribuirsi a ordini bassi. Gli estesi affioramenti detritici fanno anche sì che in questa zona il drenaggio sia molto incerto tant'è vero che per localizzarli si è dovuti ricorrere ad osservazioni sulle foto aeree o direttamente sul terreno.

Le condizioni di sviluppo del reticolo idrografico sono state evidenziate mediante due indici, la densità del drenaggio  $D$  e la costante di permanenza del canale  $C$  (HORTON, 1945).

$$D = \frac{L}{A} = \frac{157,33}{17,480} = 9; C = \frac{A}{L} = \frac{17,480}{157,33} = 0,111$$

La densità del drenaggio del bacino considerato è modestamente alta, com'era prevedibile dal fatto di essere impostato in gran parte su terreni poco permeabili (area mediamente dissecata).

I valori ottenuti per  $D$  e  $C$ , pur essendo indicativi di un bacino mediamente dissecato sono ancora tuttavia troppo elevati in relazione al tipo litologico più diffuso (arenaria compatta), ma, a questo proposito, va dato un giusto rilievo all'influenza esercitata sullo sviluppo del reticolo dalle condizioni climatiche e dalla copertura vegetazionale. Per esempio, gli aumenti di precipitazioni che si verificano alle quote maggiori sono



Dis. F. Ferrari

Fig. 5

Carta del reticolo idrografico alla scala 1:40.000.

responsabili del relativo infittirsi del drenaggio nelle parti più elevate del bacino, anche se impostato in un tipo litologico non adatto a favorire il ruscellamento concentrato. Effetti simili sono determinati dai prati e prati-pascoli delle alte quote e comunque in genere dalle coperture vegetali degradate (cfr. fig. 9). Inoltre l'elevata precipitazione annua (altezza di afflusso meteorico medio annuo per il trentennio 1921-1950: mm 2191) e la non trascurabile incidenza di piogge intense, giustificano il valore relativamente basso di C.

Il grado di gerarchizzazione del reticolo (Tab. 1) può ritenersi discreto; infatti il valore ottenuto per il rapporto di biforcazione Rb è uguale a 3,675. Poichè il rapporto di biforcazione diretta Rbd ottenuto per l'intero bacino è 3,436, ne consegue che l'indice di biforcazione R ( $R = Rb \cdot Rbd$ ) è 0,239, valore questo abbastanza basso che mette in evidenza una modesta incidenza delle influenze anomale sulla gerarchizzazione.

TABELLA 1

GERARCHIZZAZIONE DEL RETICOLO IDROGRAFICO

Bacino	u	N	Rb	Nd	Rbd	R
T. Fellicarolo	1	487		377		
			4,970		4,236	+ 0,734
	2	109		89		
			4,192		4,944	— 0,752
	3	26		18		
			3,714		3,000	+ 0,714
	4	7		6		
			3,500		3,000	+ 0,500
	5	2		2		
			2,000		2,000	0,000
	6	1				
Totali o medie		632	3,675		3,436	+ 0,239

### *Caratteristiche degli alvei*

Per quanto riguarda le caratteristiche degli alvei, questi ultimi sono praticamente privi di alluvioni e perciò caratterizzati soprattutto da fatti di erosione-trasporto. Solamente lungo l'asta principale, a valle di q. 1100 circa, compare una copertura alluvionale di una certa consistenza, costituita da materiali grossolani molto eterometrici e con bassi indici di arro-

tondamento. Questi materiali alluvionali appartengono, quasi esclusivamente, al corso d'acqua principale, in quanto gli affluenti laterali hanno in genere ridotte capacità di trasporto ed accumulo, presentando, inoltre alluvioni sincrone in relazione alla piccola superficie considerata. Al momento del rilievo tutti i corsi d'acqua incidono direttamente le formazioni attraversate e quindi risultavano di tipo A (FREVISAN, 1968); l'asta principale, a valle della citata q. 1100, stava erodendo le proprie alluvioni per erosione laterale e di fondo (alveo di tipo A1 e A2).

### *Curve di fondo*

Sono state disegnate utilizzando direttamente la base topografica a disposizione e sono state tracciate, oltre che per l'asta principale, per gli affluenti fino al 3° ordine fra i più significativi. È stato scelto, come prolungamento dell'asta principale, il T. Doccione (5° ordine) e non quello indicato sulla base topografica come testata del T. Fellicarolo, di pari ordine del T. Doccione, in quanto quest'ultimo conserva l'ordine massimo per una distanza maggiore, mantiene una posizione assiale rispetto al bacino ed ha infine uno sviluppo lineare maggiore in assoluto (vedi fig. 6).

La curva di fondo del T. Fellicarolo ha una forma decisamente atipica, presentando una sequenza di ripetute concavità e convessità per lo più attribuibili alla presenza di litotipi diversi o dipendenti da particolari situazioni strutturali: pendenze più marcate ad esempio si hanno in corrispondenza della sezione al Km 4,500 dove gli strati sono a reggipoggio. Più difficilmente spiegabile la brusca rottura di pendenza presso la cascata del T. Doccione (sezione al Km 3,500); qui, infatti, gli strati sono a franapoggio e pertanto non si può invocare una spiegazione di tipo strutturale. Questo particolare gradino morfologico, con tutta probabilità, corrisponde ad un alveo recente del T. Doccione, conseguente ad uno spostamento dell'alveo, a seguito, forse di una frana. Infatti, 100 m circa verso W, si ha una valle profondamente incisa, a quota più bassa di quella del T. Doccione, che sembrerebbe potersi raccordare con questa ultima ed è occupata da un corso d'acqua con portata sproporzionata all'incisione.

Le curve di fondo degli altri corsi d'acqua sono meno complesse e facilmente interpretabili in base alle caratteristiche strutturali e litologiche dei terreni affioranti lungo gli alvei. In particolare la curva di fondo del Fosso della Castellina, mostra due concavità principali, separate da un apice molto marcato, che corrisponde al contatto tra Macigno del Mugello (a reggipoggio) e Formazione di Pievepelago, geometricamente sovrastante.

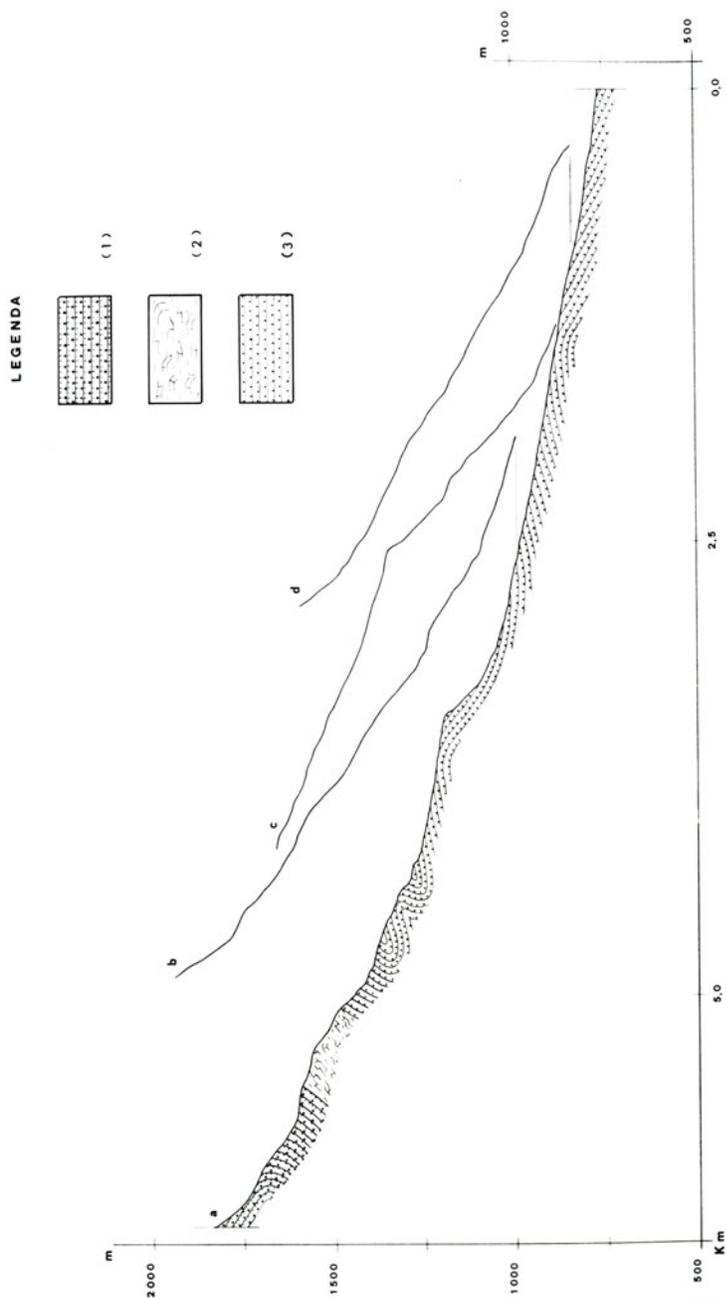


Fig. 6

Curve di fondo. Litologia: 1) Macigno del Chianti; 2) Formazione di Pievepelago;  
3) Macigno del Mugello. La serie si presenta qui rovesciata.

Dis. F. Ferrari

*Acclività e curva ipsometrica*

La costruzione della carta dell'acclività è risultata agevole e ha dato luogo a risultati precisi in quanto si è potuto utilizzare l'ottima base topografica già citata (fig. 7).

TABELLA 2

(BENSON, 1962-64)

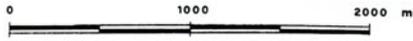
Quota al 10% della lunghezza dell'asta principale dall'origine	1600 m
Quota all'85% della lunghezza dell'asta principale dall'origine	835 m
Dislivello fra le due sezioni considerate	765 m
Lunghezza dell'asta fra le due sezioni considerate	4687,5 m
Pendenza media dell'asta principale	16,32%

Le classi di acclività sono state scelte tenendo conto dei presunti valori degli angoli di attrito interno delle formazioni affioranti: così sono state fissate tre classi fino a pendenze del 40% e due sole per le pendenze superiori.

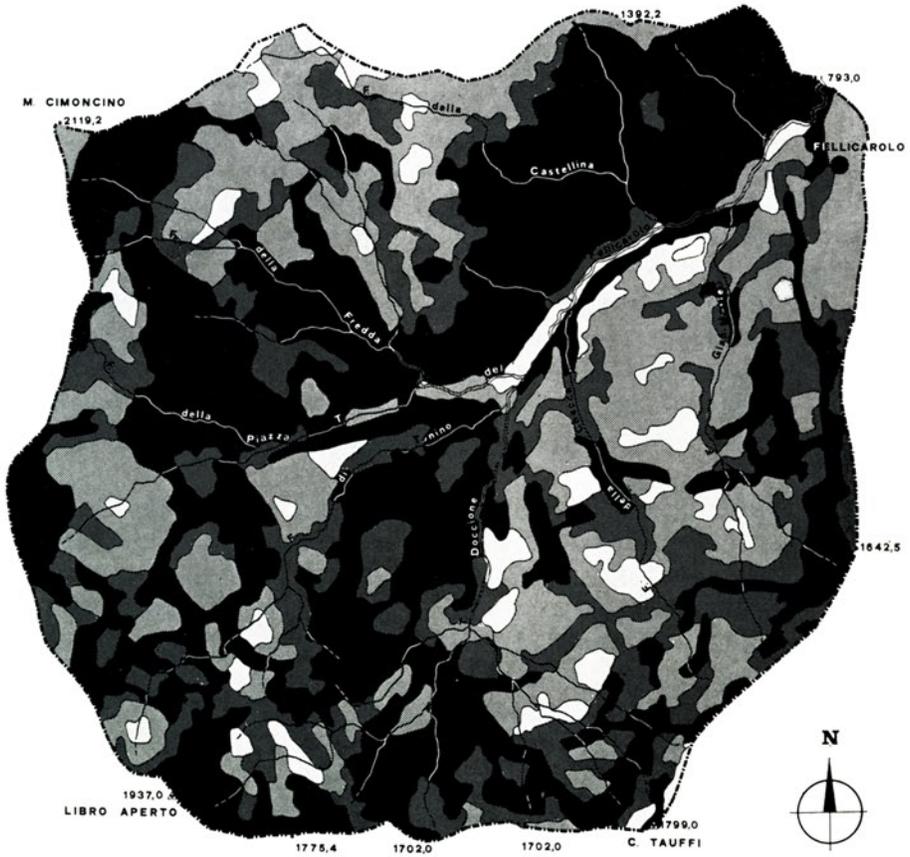
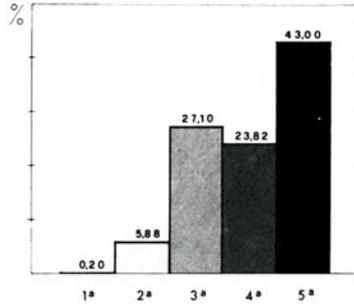
Dall'esame della carta, emerge che le pendenze superiori al 60% corrispondono, salvo rare eccezioni (calanchi della Formazione di Pievepelago), agli affioramenti delle formazioni arenacee, e le zone meno acclivi soprattutto ai depositi elastici. Da un confronto con la carta geolitologica l'acclività del bacino è anche connessa con situazioni strutturali (giacitura degli strati).

La curva ipsometrica relativa all'intero bacino (fig. 8) mostra le seguenti caratteristiche principali: una curvatura a convessità marcata nella parte bassa e concavità appena accennata nella parte alta: una gran parte del volume, al di sotto della superficie topografica, è distribuita nella zona inferiore del bacino stesso (50% del volume al di sotto della quota 1103,6 m s.l.m. che risulta perciò essere la quota media). Tali caratteristiche denotano un bacino in uno stadio giovanile, anche se non molto marcatamente, tipico di quasi tutti i bacini di testata dei fiumi Secchia e Panaro.

Dalla curva ipsometrica, mediante le formule di GIANDOTTI (1937) valide per terreni nudi, si ottiene una velocità di corrivazione di 0,45 m/s pari a 1,62 Km/h, valore inferiore a quello generale del F. Panaro per il tratto di montagna, in relazione soprattutto alla diversa forma del bacino.



LEGENDA



Dis. F. Ferrari

*Copertura boschiva, utilizzazione del suolo, impedenza*

Il rilievo della carta della vegetazione e del grado di impedenza è stato eseguito in campagna, oltre che dalle fotografie aeree (fig. 9). La copertura boschiva, naturalmente fino al limite superiore di sopravvivenza

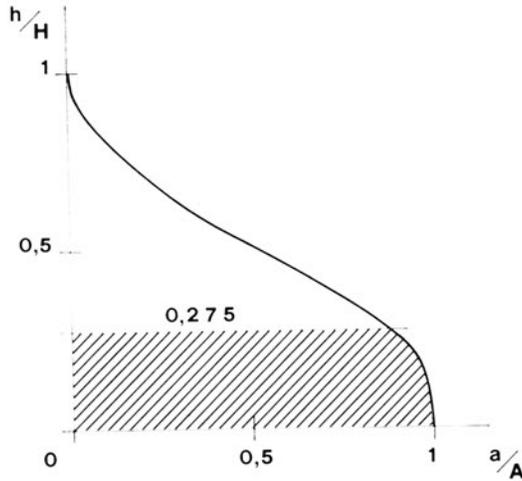


Fig. 8

Curva ipsometrica generale del T. Fellicarolo

delle specie arboree (1650-1700 m), è generalmente buona e di vario tipo. Sopra questo limite si hanno prati pascoli e pascoli più o meno degradati.

←

Fig. 7

Carta dell'acclività alla scala 1:40.000. Classi: 1a-0-10%; 2a-10-20%; 3a-20-40%; 4a-40-60%; 5a->60%.

Classi di acclività	Pendenza in %	Pendenza in gradi	Superficie in Km <sup>2</sup>	%
1 <sup>a</sup>	0 - 10	11°19' - 21°48'	0,048	0,20
2 <sup>a</sup>	10 - 20	0° - 5° 43'	1,046	5,88
3 <sup>a</sup>	20 - 40	5°43' - 11°19'	4,775	27,10
4 <sup>a</sup>	40 - 60	21°48' - 31°	4,199	23,82
5 <sup>a</sup>	60	>31°	7,586	43,00
TOTALI			17,480	100,00



Le quote medie del bacino sono caratterizzate da boschi a fustaie e cedui di *Fagus sylvatica*, entro il cui *climax* si intercalano fustaie di resinose di varia età, prevalentemente di *Abies alba* e *Picea excelsa*, che sono il prodotto di rimboschimento artificiali degli ultimi 50 anni.

Nella parte bassa del bacino prevalgono invece i boschi di *Castanea sativa*, misti a latifoglie e misti di latifoglie e resinose. I seminativi risultano in progressiva diminuzione e si estendono limitatamente a una fascia situata in destra al T. Fellicarolo.

Le arce con suolo nudo corrispondono, in buona parte, alle zone dissestate della Formazione di Pievepelago e degli affioramenti arenacei più acclivi. Nel complesso si può dire che la copertura boschiva del bacino risulta in lenta espansione in seguito alla bonifica idraulico-forestale e alla diminuzione della attività agro-pastorale.

La trasformazione della carta della vegetazione in carta dell'impedenza (BONAZZI & Altri, 1972) porta a determinare dei valori discretamente elevati del grado di impedenza, tanto che solamente il 24% dei terreni presenta un grado di impedenza 0 e 1.

←

Fig. 9

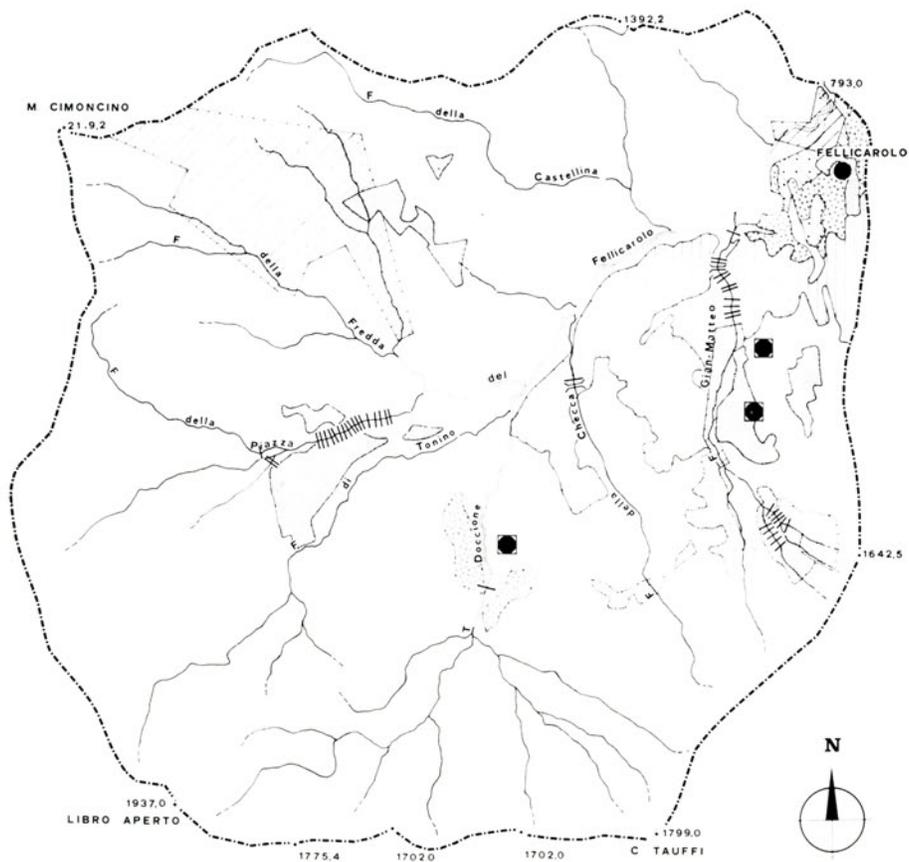
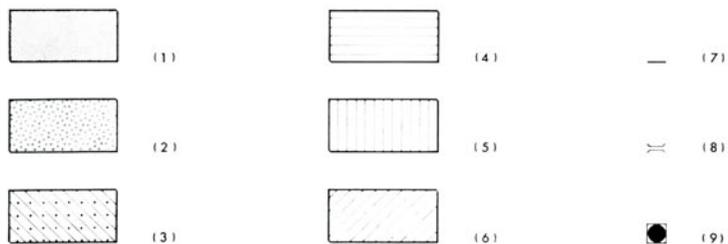
Carta dell'impedenza e della copertura boschiva alla scala 1:40.000. Leggenda: a) boschi ad *Abies alba* e *Picea excelsa* e misti di pino di varia età; b) boschi a *Fagus sylvatica*; c) boschi di latifoglie, puri (*Castanea sativa*) e misti e boschi misti di latifoglie e resinose; d) pascoli (*Nardus stricta*) e prati-pascoli; e) seminativi e culture di vario tipo; f) terreni degradati o nudi.

	Grado di impedenza	Superficie Km <sup>2</sup>	%
Terreni degradati e seminativi	0 (nulla)	4.075	23,315
Terreni a prato e ad altre forme di utilizzazione	1 (minima)	0.225	1,287
Pascoli e prati pascoli - alto fusto di <i>Castanea sativa</i> - boschi cedui degradati	2 (mediocre)	6.721	38,454
Boschi a ceduo non degradati, misti di latifoglie e misti di latifoglie e resinose - a resinose degradati	3 (buona)	4.561	26,095
Boschi ad alto fusto di <i>Fagus sylvatica</i> e resinose	4 (massima)	1.896	10,347
<b>Totali</b>		<b>17,478</b>	<b>99,998</b>

Totale terreni con impedenza 0 - 1 = Km<sup>2</sup> 4,300 pari al 24,602%.



LEGENDA



Dis. F. Ferrari

Fig. 10

Carta della sistemazione idraulica e forestale e del grado di antropizzazione alla scala 1:40.000. 1) rimboschimenti degli ultimi 30 anni; 2) miglioramento boschivo dei boschi di *Castanea sativa*, con governo ad alto fusto, negli anni 1973 e 1974; 3) impianti sperimentali di resinose misti a *Castanea sativa*; 4) gradonature di versanti per la ricostruzione del cotico erboso e della copertura vegetale; 5) zone coltivate; 6) zone che richiedono interventi idraulico-forestali; 7) briglie; 8) ponti; 9) captazioni di sorgenti.

### *Sistemazione idraulica (fig. 10)*

Le opere di sistemazione idraulica risultano essenzialmente concentrate lungo le aste di due torrenti: T. Fellicarolo di Serralta e Fosso Gian Matteo. La sistemazione della zona di Serralta è stata ottenuta con una ventina di briglie, alte mediamente sui tre metri, destinate a rallentare l'intensa erosione esercitata dal corso d'acqua sui depositi fluvio-glaciali. Il Fosso Gian Matteo risulta regimato con undici briglie, una delle quali raggiunge i 5 m di altezza. Tutti questi interventi idraulici, unitamente ai rimboschimenti, sono stati eseguiti dal Corpo Forestale dello Stato. Da ricordare, infine, le gradonature del versante W di M. Rondinara, che sono servite per la ricostituzione della cotica erbosa e della copertura vegetale, con risultati soddisfacenti.

### *Antropizzazione*

Il grado di antropizzazione risulta estremamente basso in quanto l'unico centro abitato è la frazione di Fellicarolo (ab. 330); per il resto si hanno poche case sparse, abitate solamente nelle zone di destra del fondovalle. Altri interventi antropici sono rappresentati dalla strada e dalle mulattiere già menzionate, dagli interventi idraulici e forestali sopra ricordati. Anche l'attività pastorizia, un tempo assai intensa, oggi è in rapido declino.

### *Dati meteorologici e idrografici*

All'interno del bacino esiste una stazione idrometrica (pluviometro normale) presso l'abitato di Fellicarolo, che ha funzionato a partire dal 1921 (MIN. LL.PP., 1959) in maniera pressochè ininterrotta. Alla stazione è rilevata anche l'altezza del manto nevoso. Manca invece una stazione idrometrica.

Dall'esame delle precipitazioni del trentennio 1931-1950, risulta che l'altezza media di afflusso meteorico annuo è di mm 2191, distribuiti in 112 giorni piovosi, pari a mm 19,5 per ognuno di essi. Le precipitazioni massime risultano concentrate in due periodi dell'anno: Marzo con mm 213 e 9 giorni piovosi e Novembre con mm 322 e 12 giorni piovosi. Fra i due massimi si intercalano due minimi corrispondenti ai mesi di Gennaio (mm 160) e Luglio con mm 72. Notevole importanza sulle caratteristiche idrologiche del bacino hanno le precipitazioni nevose, che permangono al suolo anche 8 mesi alle quote più elevate (ad es. anno 1970).

## BACINO DEL RIO DELLE VIOLE

### *Criterio di scelta*

I criteri con i quali è stato scelto questo bacino sono molteplici: innanzitutto i litotipi affioranti e la loro distribuzione che ricordano le condizioni litologiche dei grandi bacini emiliani, lo stato di dissesto dei versanti, la sua forma allungata e l'orientamento, simili a quello dei F. Secchia e del T. Tresinaro, nonchè la comodità di accesso e la relativa vicinanza alla sede di studio, soprattutto in relazione a future necessità di misure dirette da ripetersi frequentemente nel tempo. Anche lo stato della copertura vegetale è in proporzione piuttosto simile a quello dei grandi bacini emiliani, ove predominano suoli nudi o terreni degradati.

### *Inquadramento geografico, forma del bacino, cenni topografici*

Il bacino del Rio delle Viole fa parte di quello del Tresinaro, che a sua volta appartiene al bacino del F. Secchia; il Rio delle Viole è un affluente di destra del Tresinaro nel quale confluisce all'altezza di Viano. Il bacino considerato appartiene alla provincia di Reggio Emilia, ricadendo nei comuni di Baiso, e Castellarano; esso è rappresentato nelle tavole I.G.M. « Viano » (86 IV SE) e « Baiso » (86 III NE).

Caratteristiche del bacino:

- superficie: Km<sup>2</sup> 10.264
- lunghezza massima: Km 5,56
- lunghezza asta principale: Km 6,350
- larghezza massima: Km 3,600
- quota massima: m 522
- quota minima (confluenza col T. Tresinaro): m 164
- rapporto di allungamento  $R = \frac{D}{L} = 0.65$
- rapporto area del bacino/lunghezza asta principale 1,62
- rapporto area del bacino/lunghezza massima 1,85
- rapporto lunghezza/larghezza 1,54
- rapporto di rilievo: 0.064
- rilievi più importanti: M. Maestà Bianca (m 459), M. Delle Valli (m 391), M. Bradisnera (m 463).
- esposizione: NNE

La rete stradale, costituita da numerose strade comunali, interpoderali e private, può ritenersi ottima, assicurando l'accesso in ogni parte del bacino in qualsiasi periodo dell'anno.

### *Cartografia e copertura aereofotografica*

L'unica base topografica esistente è rappresentata dalle tavolette dell'I.G.M. rilevate nel 1936, mediante rilievo diretto, senza ulteriori aggiornamenti: la base topografica può pertanto ritenersi nettamente insufficiente ai fini del presente lavoro. È in corso di allestimento da parte della Comunità Montana di Castelnuovo Monti una carta topografica a scala 1:5000 e curve di livello ogni 5 m, che non coprirà però l'intero bacino.

La copertura aereofotografica è invece buona: oltre quella a scala 1:63.000 del volo NATO del 1955, si ha la copertura effettuata dalla Regione Emilia-Romagna nel 1973. Le fotografie a disposizione sono in bianco e nero, ottenute da pellicola pancromatica.

### *Condizioni stratigrafiche e strutturali (Fig. 11).*

Nel bacino del Rio delle Viole affiorano terreni piuttosto eterogenei per litologia, riferibili a più unità tettoniche e distinti genericamente come alloctoni e semiautoctoni; in particolare questi ultimi affiorano formando una sequenza regolare, che è stata studiata a breve distanza, cioè a Viano (ad es. PAPANI, 1971) e formano una sinclinale rovesciata con asse trasversale al corso d'acqua considerato. Le formazioni affioranti sono costituite da Argille a palombini e Argille varicolori (« Argille scagliose » *p.p. Auct.*), *Flysch* di M. Cassio, Argille di Viano (Senoniano ed Eocene medio-Cretaceo sup.), Marne di Montepiano (Eocene medio-Oligocene), Arenarie di Ranzano (Oligocene), Formazione di Antognola (membro marnoso-arenaceo e membro marnoso: Oligocene sup. e Miocene inf.), Arenarie di Bismantova (Miocene medio-inferiore).

In generale si può dire che il bacino per oltre l'85% è costituito da materiali prevalentemente argillosi; le formazioni a consistenza lapidea affiorano, soprattutto, in lenti discontinue lungo la linea spartiacque e in fasce trasversali al bacino stesso nella sua parte mediana. Scarso sviluppo hanno i depositi recenti, costituiti da accumuli di frana litologicamente spesso indistinguibili dal substrato, e da alluvioni attuali e terrazzate accompagnanti l'alveo dell'asta principale, a partire dalla confluenza del Rio Fontaneda col Rio delle Barche; si tratta per lo più di ciottoli e blocchi calcarei malamente arrotondati, commisti a limi ed argille: il loro spessore è sempre molto modesto, al massimo due metri.

Aparte la già citata sinclinale rovesciata, le strutture tettoniche presenti hanno scarso rilievo, essendo per lo più costituite da faglie d'interesse locale; unica eccezione è la faglia diretta che attraversa il bacino per tutta

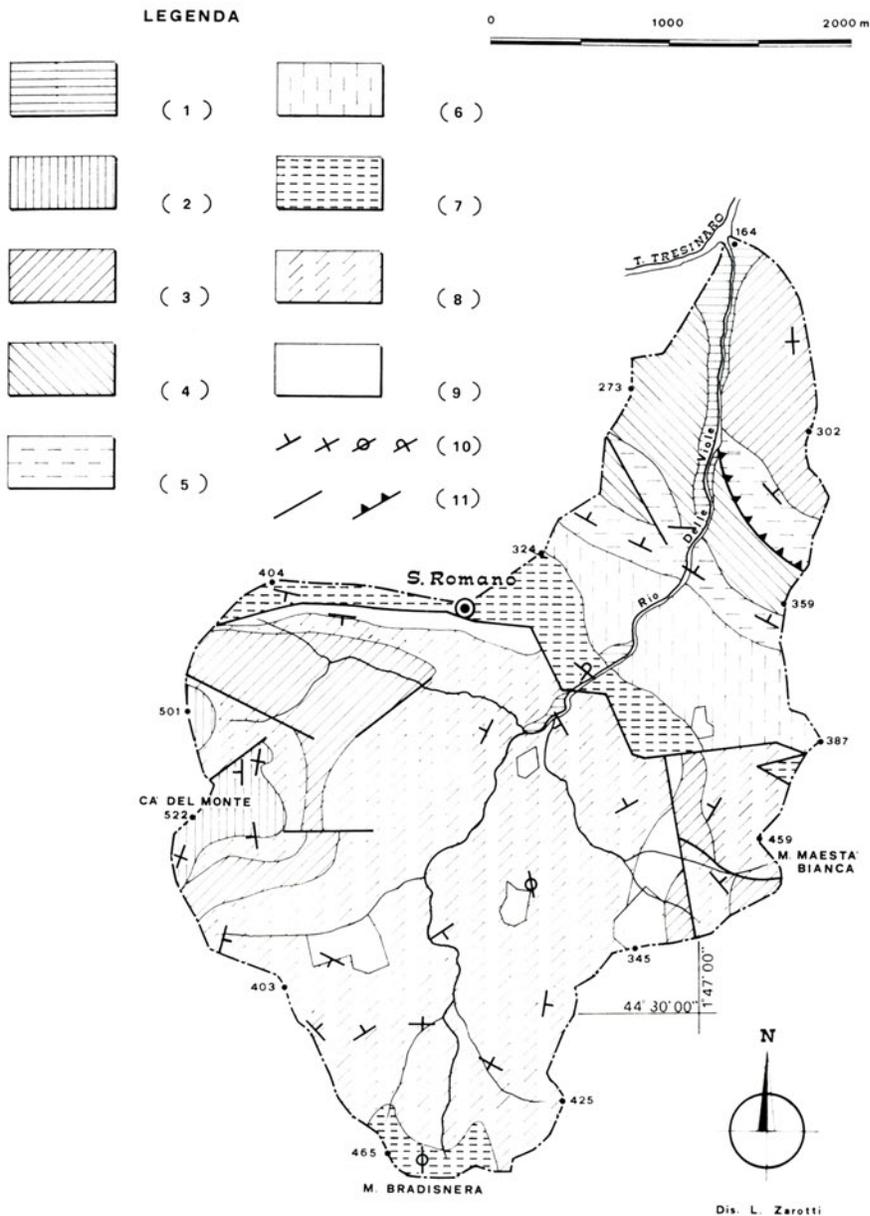


Fig. 11

1) Alluvioni attuali e antiche terrazze; 2) Arenaria di Bismantova (Miocene medio-inferiore); 3) Formazione di Antognola: marne argillose (Oligocene sup.-Miocene inf.); 4) Formazione di Antognola: marne e arenarie (Oligocene sup.); 5) Arenaria di Ranzano (Oligocene); 6) Marne di Montepiano (Eocene medio-Oligocene); 7) *Flysch* di M. Cassio e Argille di Viano (Senoniano) Eocene medio-Cretaceo sup.); 8) Argille a palombini e Argille varicolori (Argille scagliose *Auct. p.p.*); 9) livelli di argille rosse associate alle argille varicolori e cave di argilla; 10) assetto degli strati; 11) faglie.

la sua larghezza continuandosi di fuori dell'area studiata (cfr. PAPANI, 1971).

L'ampia diffusione di terreni prevalentemente argillosi, e in particolare modo di Argille a palombini e Argille varicolori, fa sì che la erodibilità del bacino sia notevolmente marcata, come del resto si verifica per ampi tratti dei bacini appenninici e di quelli dei fiumi Secchia e Panaro in modo particolare. Questa caratteristica ha perciò una notevole influenza sul trasporto torbido del corso d'acqua.

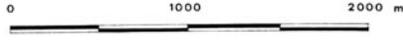
#### *Condizioni geomorfologiche generali*

Da un punto di vista morfologico, il modellamento del bacino nelle sue forme attuali è il risultato di processi di degradazione recenti e tutt'ora manifestamente in atto. Infatti le forme più diffuse sono rappresentate da incisioni marcate (vallecole a « V »), da frane formate da fatti erosivi al piede dei versanti o sui versanti stessi; da ruscellamento diffuso e concentrato; le forme calanchive sono particolarmente sviluppate nella zona più alta del bacino. Una tale situazione è da riconnettersi, in buona parte, alle condizioni litologiche del bacino, alle sue caratteristiche climatiche e alla rapida evoluzione cui è stata soggetta la regione nel post-glaciale. Anche nel Rio delle Viole si osserva una caratteristica morfologia abbastanza diffusa nell'Appennino Emiliano (cfr. ad es. BONAZZI & Altri, 1972; PAPANI, 1971), cioè versanti relativamente più stabili e meno acclivi nella parte alta, più inclinati in quella bassa, dove appaiono intensi fenomeni erosivi e gravitativi: una tale situazione potrebbe imputarsi all'erosione accelerata conseguente alle condizioni climatiche del post-glaciale, se non anche, in parte, al disboscamento generalizzato che si è avuto a partire dal XVII° secolo.

I processi erosivi presenti sono in gran parte irreversibili, soprattutto per l'impossibilità di ricostituire lo strato humico necessario allo sviluppo della vegetazione; la bonifica idraulico-forestale potrà tutt'al più rallentarli, ma mai annullarli. Da ultimo si può osservare che le forme antropiche presenti, cioè i grandi sbancamenti delle cave di argilla, tendono ad accentuare tali processi.

#### *Condizioni di stabilità.*

Sono state rappresentate secondo le leggende di BONAZZI & Altri (1972) e di PANIZZA (1973), rispettivamente nelle fig. 12 e 13. A questo proposito si può notare che la prima ha il pregio di essere semplice, d'imme-



LEGENDA

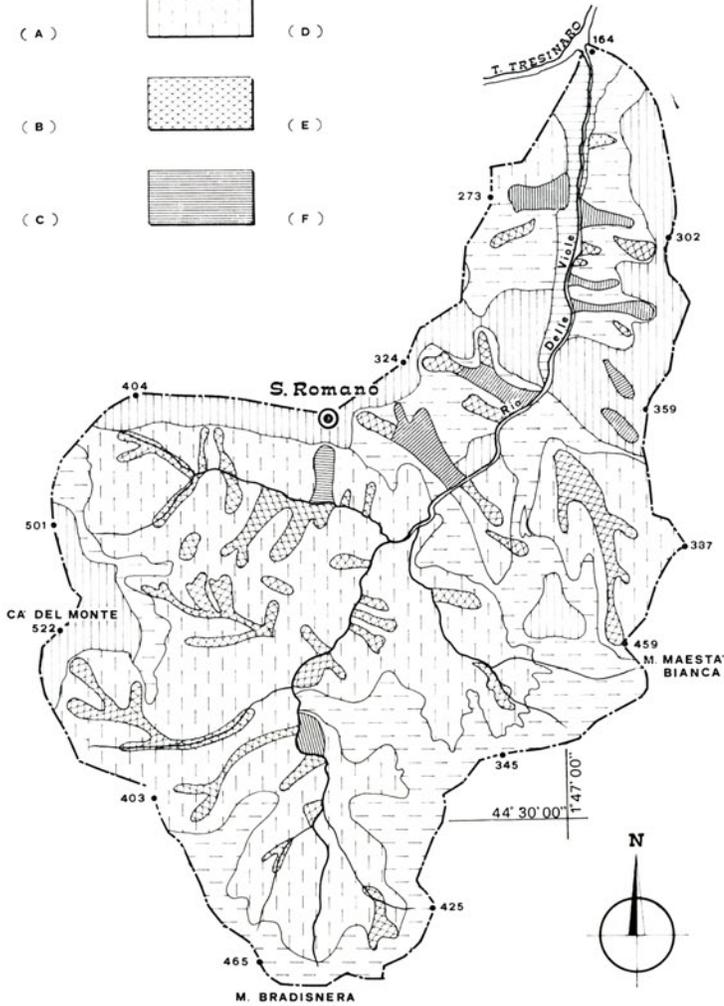
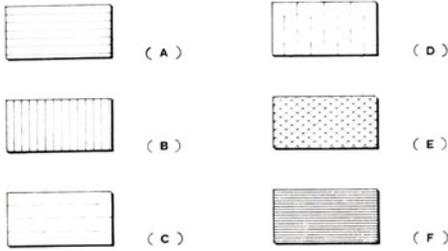
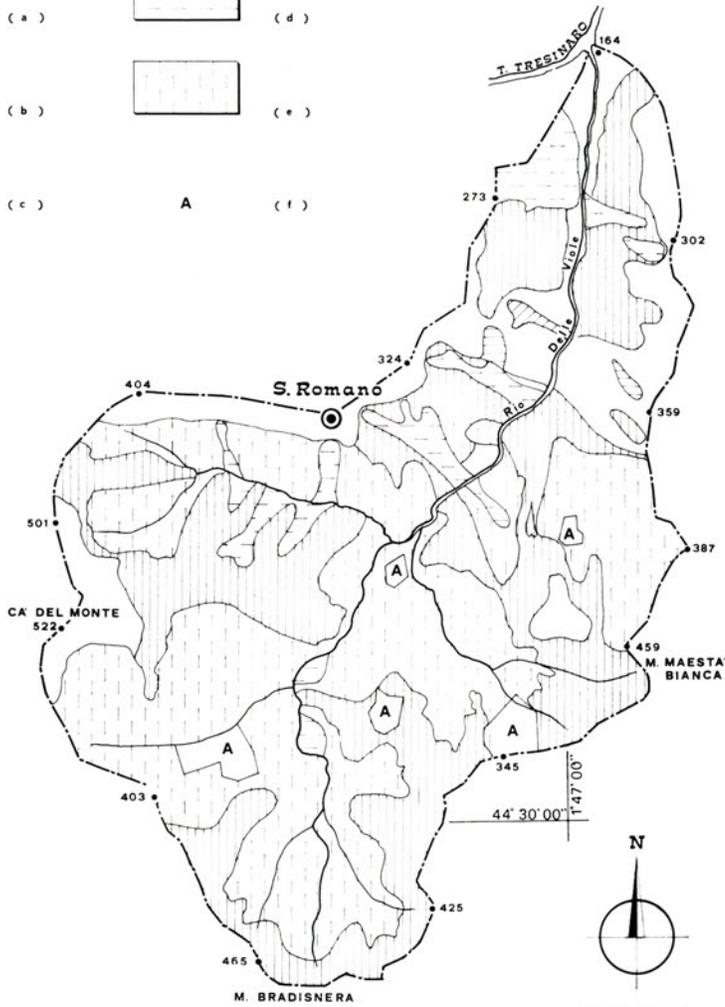
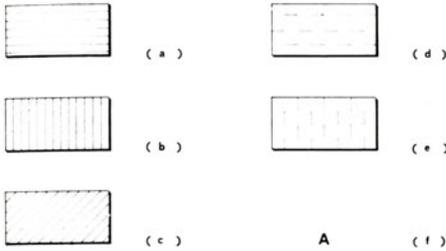


Fig. 12

Carta della stabilità sec. la metodologia di BONAZZI & Altri (1972) alla scala 1:40.000.  
A) terreni molto stabili; B) terreni sufficientemente stabili; C) terreni predisposti al dissesto; D) terreni dissestati; E) frane recenti; F) frane stabilizzate.



LEGENDA



Dis. L. Zarotti

Fig. 13

Carta della stabilità geomorfologica (PANIZZA, 1973) alla scala 1:40.000. Processi sui versanti, superficiali (fino a 4 m): aree instabili per erosione a) su formazioni lapidee, b) su formazioni argillose; processi sui versanti, lineari: aree instabili per erosione, c) su formazioni lapidee, d) su formazioni argillose; processi sui versanti, profondi (oltre 4 m): aree instabili per erosione, e) su formazione argillose. A: aree instabili per intervento antropico.

diata lettura e interpretazione, ma accomuna in un'unica classe fenomeni di dissesto fra loro talora assai dissimili e non evidenzia la cause che determinano i processi morfogenetici e i rapporti che intercorrono tra questi. La seconda leggenda, proposta da PANIZZA (1973), pur eliminando i difetti messi in evidenza sul tipo precedente, tuttavia non risulta sempre di facile lettura a specialisti di altre discipline e in certi casi, non può porre in luce sufficientemente l'oggettiva predisposizione e potenzialità al dissesto di certi versanti.

Il bacino del Rio delle Viole è costituito quasi per intero da versanti predisposti al dissesto o dissestati; le poche aree più stabili sono situate o nel fondovalle, o lungo i crinali soprattutto ove affiorano Arenarie di Ranzano e Arenarie di Bismantova. Dal punto di vista morfogenetico, l'instabilità è essenzialmente connessa a processi sui versanti di tipo superficiale e lineare, in corrispondenza di formazioni prevalentemente argillose. Le frane cartografate sono tutte del tipo « lama » o colate di fango; frane di tipo diverso si hanno nelle parti sabbiose dell'Arenaria di Ranzano, dove si verificano distacchi lungo superfici rotazionali di neoformazione. Le frane presenti nel bacino hanno recato danni solo alla copertura boschiva o alla coltivazioni, ad eccezione della frana che nel 1939 distrusse l'abitato di Montebello, situato nel crinale E del bacino, presso la q. 359.

#### *Permeabilità e acque sotterranee*

Il bacino è quasi totalmente impermeabile (84% circa), tant'è vero che ci è parso superfluo presentare una carta della permeabilità: gli unici affioramenti permeabili corrispondono a quelli dell'Arenaria di Bismantova (fessurazione) e dell'Arenaria di Ranzano (permeabilità mista: fessurazione e porosità). In relazione a questa situazione la circolazione sotterranea è praticamente assente: le sorgenti presenti sono solamente tre, di cui l'unica perenne è quella di Canicchia (presso Ca' del Monte), che ha una portata massima di 0,5 l/s ed è captata per uso agricolo e domestico; è posta al contatto tra Arenaria di Bismantova e Argille varicolori. Si può pertanto concludere che nel bacino del Rio delle Viole i fenomeni di infiltrazione sono praticamente assenti o limitati al massimo alla copertura pedogenetica e allo strato più superficiale dei terreni argillosi soggetti a crepacciamento: calcolando un deflusso medio totale di 1 l/s, l'infiltrazione efficace annua del bacino assommerebbe a circa 31500 m<sup>3</sup>.

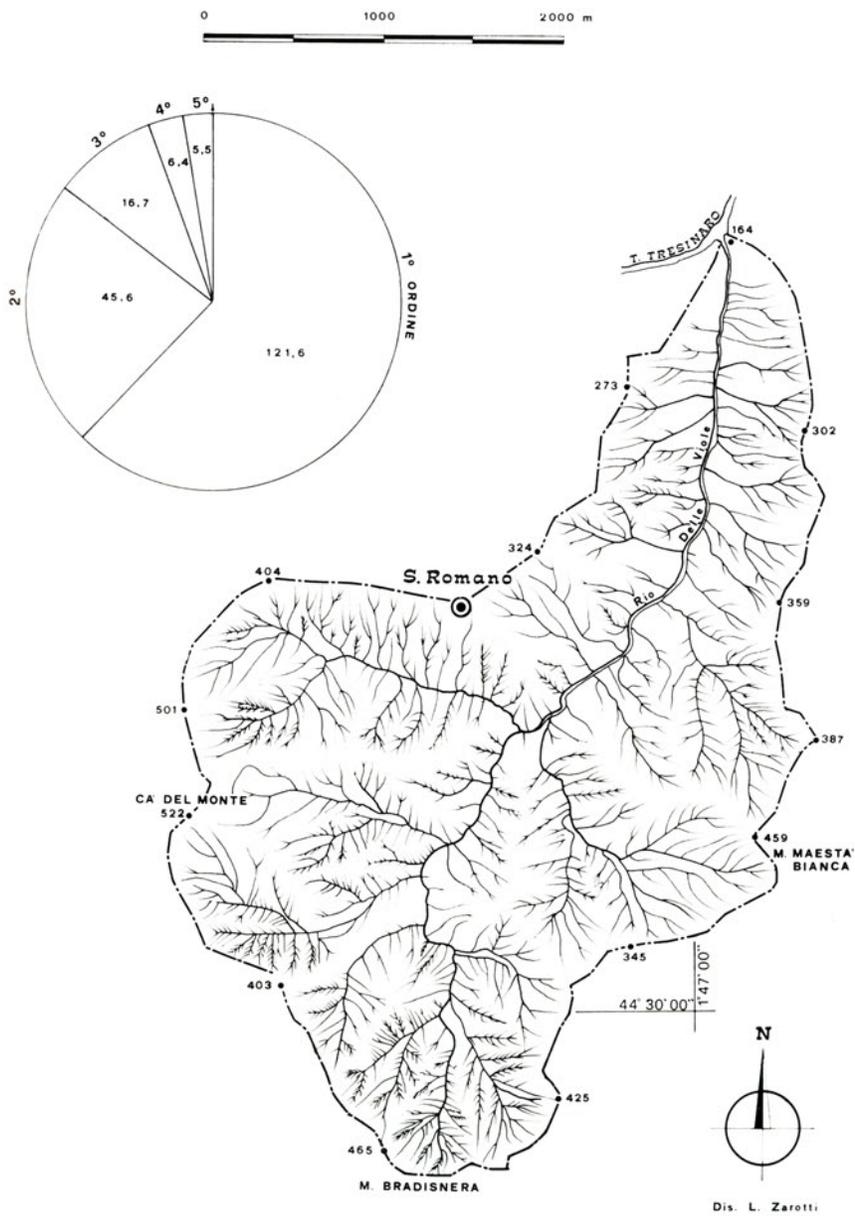


Fig. 14

Carta del reticolo idrografico alla scala 1:40.000

Dis. L. Zarotti

*Drenaggio e morfometria del reticolo idrografico (Fig. 14)*

Tutta la parte alta del bacino, cioè quella sottesa dalla sezione q. 210, mostra un drenaggio a tessitura molto fine, di tipo dendritico-pennato, tipico delle formazioni argillose. Un drenaggio di tipo misto, subparallelo dendritico, discretamente orientato, si ha invece in corrispondenza delle formazioni cretaceo-mioceniche della « serie di Viano » nella parte bassa del bacino; tale tipo di drenaggio è da ricollegarsi, oltre che alla litologia, alla situazione strutturale della zona. Lo spartiacque del bacino ha andamento abbastanza simile a quelli principali del Secchia e del Tresinaro, e, almeno nella parte alta, è controllato da affioramenti rocciosi, più consistenti (Arenaria di Bismantova, *Flysch*, ecc.).

TABELLA 3

Classe dei bacini	Lunghezza del drenaggio in Km
1° ordine	121,6
2° »	45,6
3° »	16,7
4° »	6,4
5° »	5,5
Lunghezza totale del drenaggio	195,8

Il reticolo idrografico, rilevato direttamente sulle fotografie aeree, agli effetti dell'analisi geomorfica, dovrebbe essere suddiviso in 65 bacini; a ciascun bacino è stato attribuito un ordine, come al solito, secondo il metodo di STRAHLER (1952-54-56).

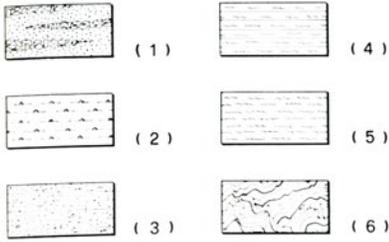
Densità di drenaggio *D* e costante di permanenza nel canale hanno valori abbastanza tipici per certe parti dei bacini dei fiumi Secchia e Panaro:

$$D = \frac{195,8}{10,2645} = 19,08$$

$$C = \frac{1}{D} = 0,05$$

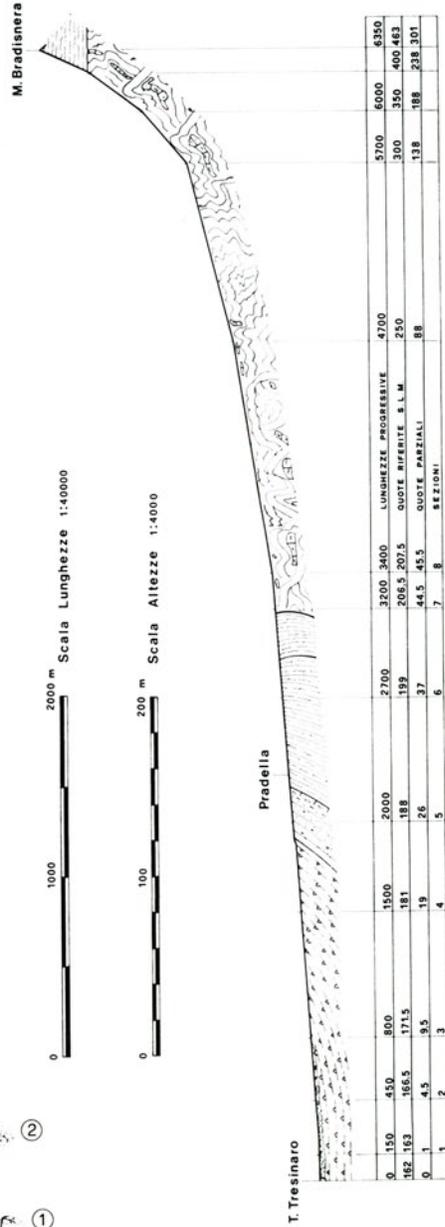
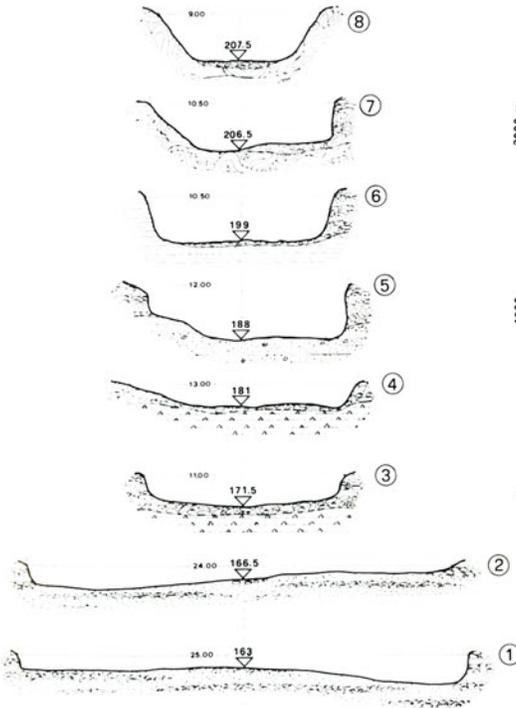
La densità del drenaggio è cioè notevolmente alta, com'era prevedibile non solo dalle caratteristiche litologiche, ma anche da quelle vegetazionali; la costante di permanenza del canale è perciò notevolmente bassa, indicando

LEGENDA



SEZIONI

Scala 1:100



Dis. L. Zarotti

Fig. 15

Curva di fondo a sezioni trasversali.

Litologia: 1) alluvioni; 2) Formazione di Antognola; 3) Arenaria di Ranzano; 4) Marne di Montepiano; 5) *Flysch* di M. Cassio e Argille di Viano; 6) Argille varicolori e argille a palombini.

TABELLA 4  
GERARCHIZZAZIONE DEL RETICOLO IDROGRAFICO

Bacino	u	N	Rb	Nd	Rbd	R
Rio delle Viole	1	813		430		
			3,114		5,819	— 2,696
	2	261		74		
			5,437		4,111	+ 1,326
	3	48		18		
			6,857		2,571	+ 4,286
	4	7		7		
			7,000		7,000	0,000
	5	1		1		
Totale		1130				
Media aritmetica			5,602		4,873	+ 0,729

un bacino notevolmente dissecato. Sui valori di questi indici, non è escluso che abbiano influito anche movimenti neotettonici del margine appenninico, ipotizzati da diversi autori, determinando nuovi dislivelli e di conseguenza la formazione di nuove linee di scorrimento delle acque.

Il rapporto di biforcazione Rb relativo all'intero bacino è di 5,6 e sta ad indicare una struttura notevolmente disordinata, cioè un grado di gerarchizzazione assai lontano da quello ottimale (Rb 2), da riconnettersi ai litotipi affioranti facilmente erodibili e alla mancanza di un'adeguata copertura vegetale. Il rapporto di biforcazione diretto Rbd è invece uguale a circa 4,8: l'indice di biforcazione R ha perciò un valore 0,8.

#### *Caratteristiche degli alvei*

Tutti gli alvei raggiungono le rocce del substrato e sono perciò caratterizzati da fatti di erosione-trasporto; solo a valle di q. 210, compaiono alluvioni che si fanno via via più spesse verso la confluenza col T. Tresinaro e nelle quali si può verificare una circolazione di subalveo. Questi depositi alluvionali sono dovuti esclusivamente all'azione del corso d'acqua principale, in quanto nella parte medio-bassa del bacino mancano affluenti di una certa importanza (condizioni simili a quella del F. Secchia) e il corso d'acqua attualmente sta incidendo le proprie alluvioni.

#### *Curve di fondo e sezioni trasversali (fig. 15)*

Sono state rilevate direttamente in campagna, servendosi di strumenti di rilievo speditivo: altimetro di precisione, tacheometro e triplometro.

La curva dell'asta principale (Rio delle Viole-Fontanafredda), possedente un dislivello di 301 m, mostra, nonostante l'eterogeneità litologica di alcuni tratti, un profilo abbastanza regolare, concavo verso l'alto, tale da indicare di aver raggiunto uno stadio evolutivo abbastanza maturo, e l'assenza di movimenti gravitativi che abbiano occupato di recente, con i loro accumuli, l'alveo stesso.

Le sezioni trasversali, scelte nei punti ritenuti più significativi per posizione e condizione morfologica, mostrano in complesso una successione di profili abbastanza regolari, ad eccezione del n. 5 e del n. 3. Il primo di questi non presenta alluvioni, in quanto l'erosione di fondo è limitata per la maggior resistenza della roccia (Arenaria di Ranzano) e la scabrezza è nulla: buona parte perciò dell'energia delle acque viene spesa per il trasporto. Il profilo n. 3 mostra invece un restringimento anomalo, imputabile alla presenza di due accumuli di vecchie frane che si fronteggiano sui due versanti.

TABELLA 5

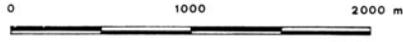
(BENSON, 1962-64)

Quota al 10% della lunghezza dell'asta principale dall'origine	m 140,40
Quota all'85% della lunghezza dell'asta principale dall'origine	m 11,50
Dislivello fra le due sezioni considerate	m 128,9
Lunghezza dell'asta fra le due sezioni considerate	m 4762,5
Pendenza media dell'asta principale	2,7 %

#### *Acclività e analisi ipsometrica (Fig. 16)*

La ricostruzione della carta dell'acclività è stata eseguita su ingrandimenti dell'unica base topografica esistente, cioè sulle tavolette dell'IGM assolutamente inadatte allo scopo. I dati ottenuti devono pertanto ritenersi puramente indicativi e andrebbero ricavati da una base appositamente rilevata. I criteri di scelta delle diverse classi di acclività sono stati i medesimi di quelli adottati per il bacino del T. Fellicarolo, si è data cioè la massima rilevanza ai valori degli angoli di attrito interno delle formazioni. La sesta classe comprende i calanchi.

Nel bacino del Rio delle Viole le classi di acclività più diffuse sono quelle di grado inferiore (fino al 40%) in relazione all'ampia diffusione dei terreni argillosi; notevole sviluppo ha però la classe 6 in relazione al gran numero di forme calanchive presenti.



LEGENDA

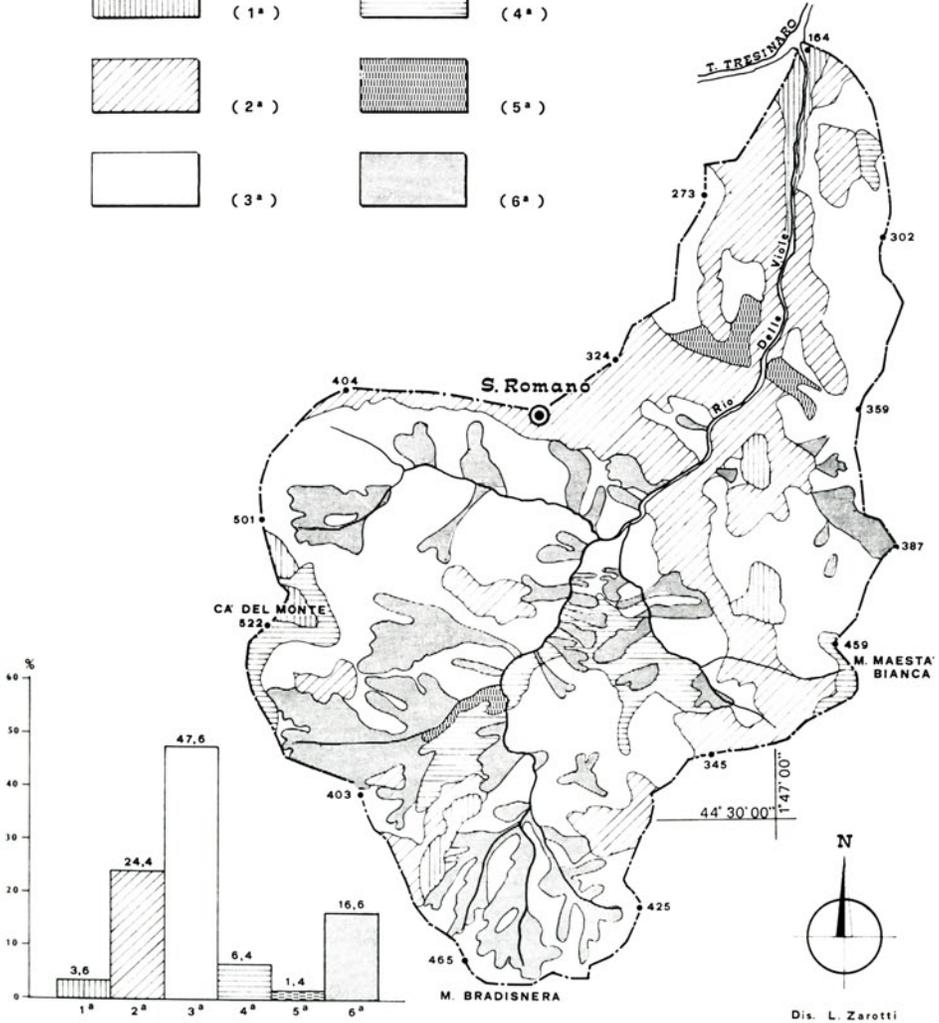
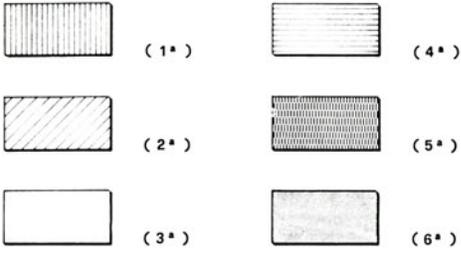


Fig. 16

Carta dell'acclività alla scala 1:40.000. Classe 1ª: 0-40%; 2ª: 10-20%; 3ª: 20-40%; 4ª: 40-50%; 5ª: > 50%; 6ª calanchi.

L'analisi della curva ipsometrica mostra anche in questo caso una doppia curvatura con un punto di flesso intermedio: concavità nella parte alta e convessità poco marcata verso il basso, con gran parte del volume al di sotto della superficie topografica distribuito nella parte inferiore del bacino stesso; l'altitudine media del bacino è di m 246,34 s.l.m. Utilizzando l'altitudine media per il calcolo del tempo di corrivazione (GIANDOTTI, 1937) si ricava una velocità di corrivazione di 3,26 Km/h (0,91 m/s) che con buona approssimazione dovrebbe corrispondere a quella reale, essendo il suolo prevalentemente scoperto e impermeabile e possedendo gli alvei limitata scabrezza.

*Copertura boschiva, utilizzazione del suolo, impedenza*

L'estensione della copertura boschiva e dell'utilizzazione del suolo è stata valutata in base alle fotografie aeree e direttamente in campagna. La carta della fig. 18 mostra che il 50% della superficie totale del bacino è completamente scoperto, con prevalenza di forme calanchive, mentre solo

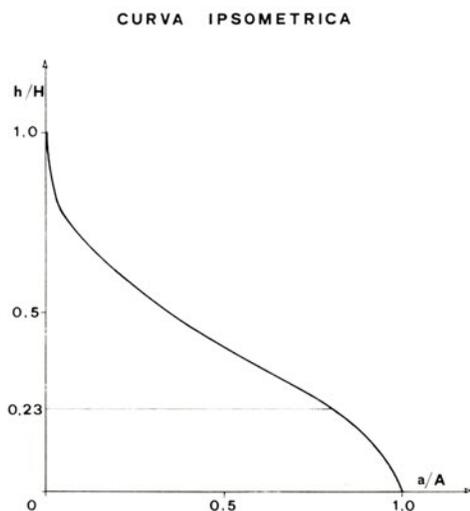


Fig. 17

Curva ipsometrica generale del Rio delle Viole.

il 15% è ricoperto da bosco, in prevalenza da ceduo semplice e matricinato e di *Castanea sativa*; sulle Argille varicolori e a palombini compare inoltre

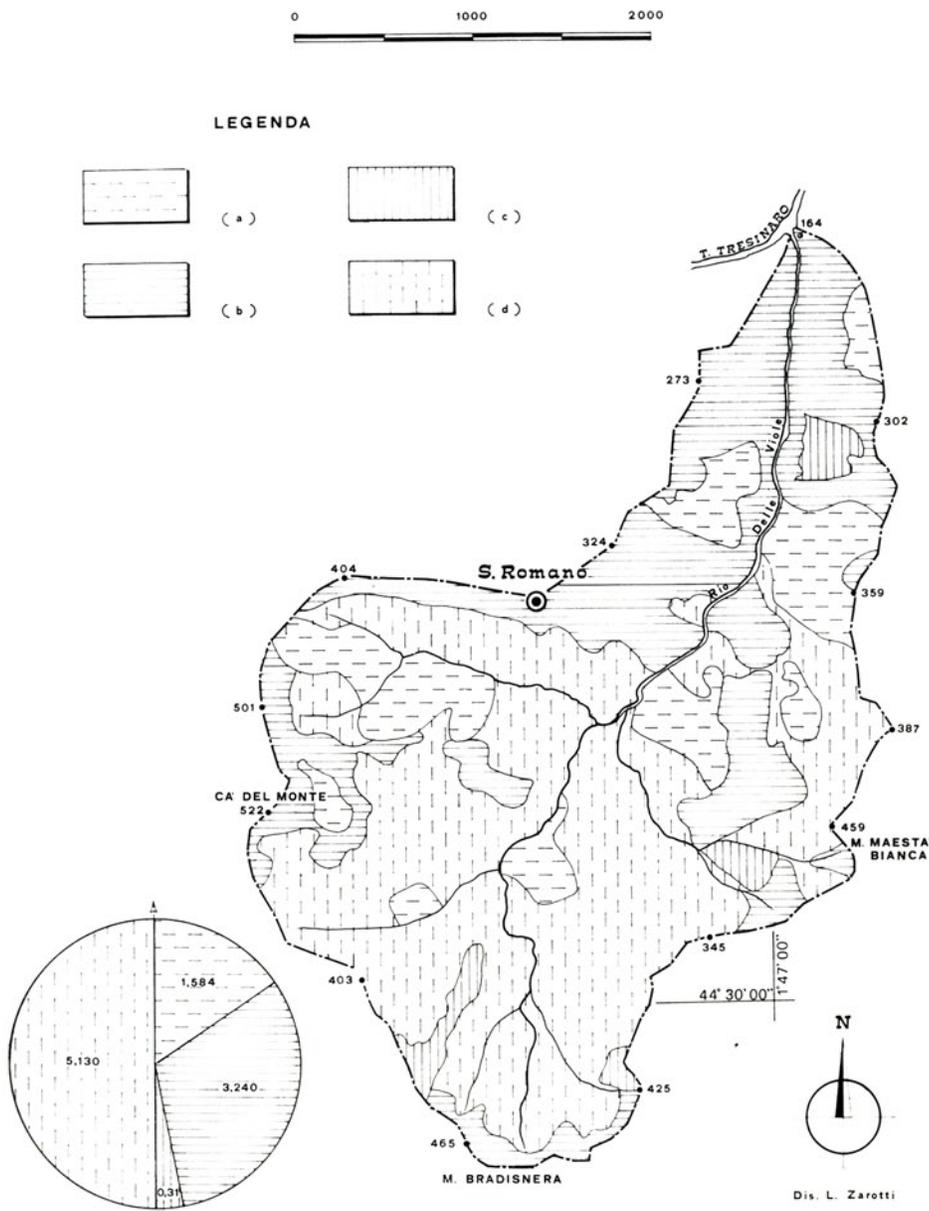


Fig. 18

Carta della copertura boschiva nel 1973, scala 1:40.000: a) castagno, ceduo semplice e matricinato; b) terreni coltivati; c) boschi degradati; d) terreni scoperti.

qualche pinetina spontanea a testimonianza della vecchia copertura boschiva che ancora all'inizio del secolo scorso ricopriva queste colline. Tra

TABELLA 6

COPERTURA BOSCHIVA

A) - Situazione al 1973		
Destinazione del suolo	Aree in m <sup>2</sup>	Valori in %
Boschi di castagno	1.584.000	15,5%
Terreni agricoli	3.240.000	31,5%
Boschi degradati	310.000	3,0%
Terreni scoperti	5.130.500	50,0%
<b>Totale</b>	<b>10.264.500</b>	<b>100,0%</b>
B) - Situazione al 1935		
Destinazione del suolo	Aree in m <sup>2</sup>	Valori in %
Boschi di castagno	2.128.000	21,0%
Boschi di quercia	2.460.000	2,5%
Boschi degradati	1.522.000	14,5%
Altre destinazioni	6.368.500	62,0%
<b>Totale</b>	<b>10.264.500</b>	<b>100,0%</b>

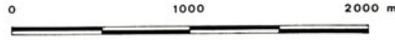
TABELLA 7

GRADO DI IMPEDENZA

	Grado di impedenza	Superficie	%
Terreni scoperti o lavorati	0	4.948.500	48,4
Terreni a prato-pascolo	1	3.198.000	31,0
Boschi degradati	2	742.000	7,2
Ceduo misto di latifoglie	3	950.000	9,3
Bosco ad alto fusto	4	426.000	4,1
<b>Totale</b>		<b>10.264.500</b>	<b>100,0</b>

i terreni coltivati prevalgono le colture a prati stabili e a rotazione pluriennale (50%), a colture stagionali (45%) e a vigneto non specializzato (5%).

Di notevole interesse risulta il confronto della situazione attuale con quella rilevata nel 1935 (tab. 6 e fig. 19), da cui emerge la scomparsa delle querce tranne in piccole zone; inoltre l'evoluzione del bosco degradato in



LEGENDA

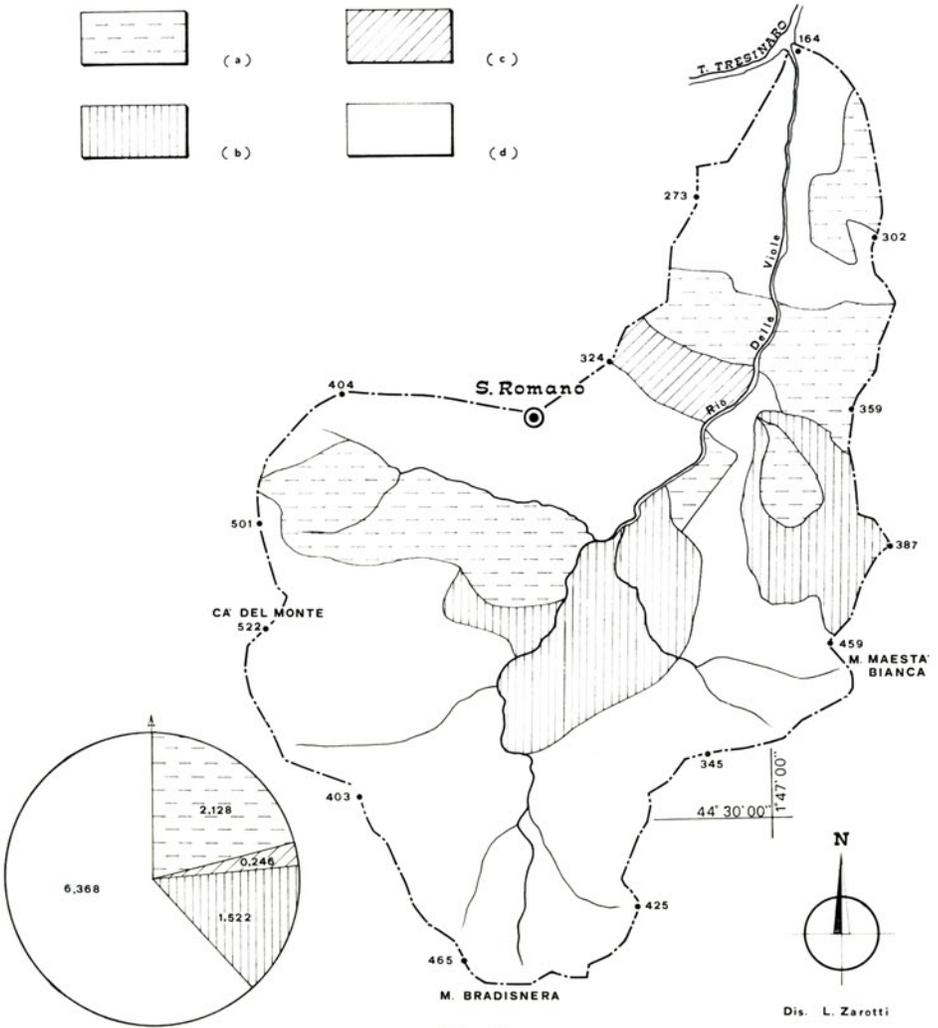
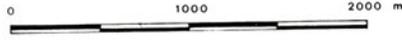


Fig. 19

Carta della copertura boschiva nel 1935, scala 1:40.000.  
a) Castagno, ceduo semplice e matricinato; b) Quercia, ceduo semplice e matricinato; c) boschi degradati; d) aree non rilevate.



LEGENDA

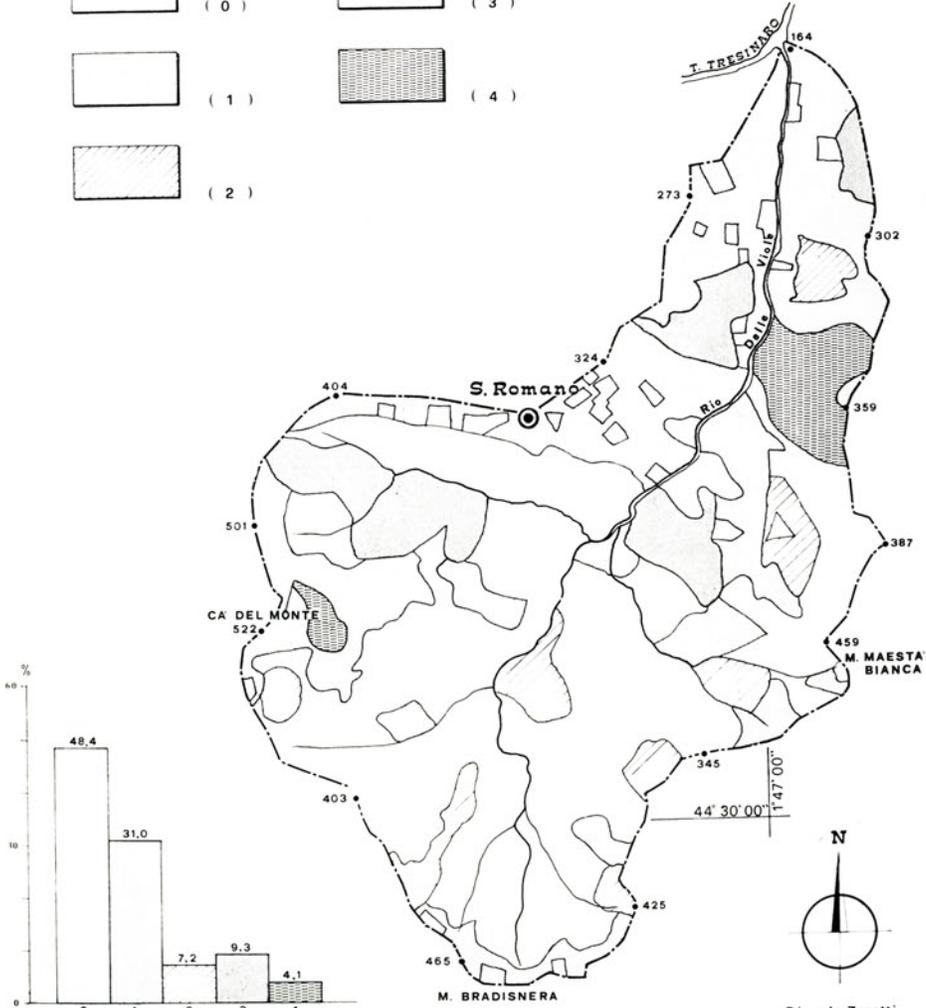
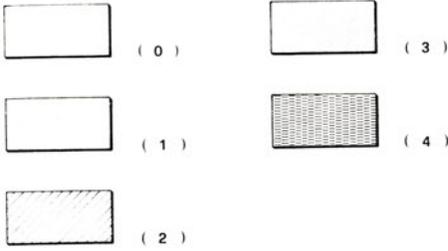


Fig. 20

Carta dell'impedenza, scala 1:40.000. Gradi di impedenza: 0 - terreni scoperti o lavorati; 1 - terreni a prato o pascolo; 2 - terreni a boschi degradati; 3 - terreni a ceduo misto di latifoglie; 4 - terreni a bosco d'alto fusto (massimo grado d'impedenza).

Dis. L. Zarotti

terreno scoperto e calanchivo e la riduzione del 50% della copertura a ceduo semplice e matricinato e di castagno.

Nel bacino del Rio delle Viole, si hanno valori molto bassi del grado di impedenza, poichè solamente meno del 15% dei terreni hanno gradi superiori a 2 (tab. 7 e fig. 20).

#### *Sistemazione idraulica*

Nel bacino del Rio delle Viole manca praticamente una qualsiasi forma di sistemazione idraulica sui corsi d'acqua, che hanno caratteristiche tali da non richiedere importanti interventi sistematori. Si possono solo ricordare le sistemazioni di versante, drenaggi con finalità di consolidamento, eseguiti nel fianco destro del torrente, all'altezza delle Case Le Viole.

#### *Antropizzazione*

È rappresentata, oltre che da case coloniche sparse, colture e strade, da vaste escavazioni di argilla, utilizzata per fabbricazione di ceramiche, che con i loro grandi sbancamenti concorrono in alcuni casi alla degradazione del suolo e al depauperamento della copertura boschiva (cava situata presso Ca' del Monte). Una delle cave presenti ha determinato l'unione di due piccoli bacini ad una quota di 30-35 m più a monte della loro naturale confluenza.

#### *Dati meteorologici e idrografici esistenti*

Nel bacino manca qualsiasi tipo di stazione. Le stazioni pluviometriche più vicine sono situate a Baiso (m 542) e a S. Valentino (m 300), località distanti alcuni chilometri dal Rio delle Viole.

### CONCLUSIONI

Lo studio dei tre piccoli bacini considerati, due dei quali illustrati nella presente nota, ha messo in evidenza alcune difficoltà oggettive che si possono avere nella fase di scelta e che è praticamente impossibile disporre di un bacino che risponda contemporaneamente a tutti i requisiti richiesti: facile accessibilità con superficie massima di 15 Km<sup>2</sup>, simile a quelli dei fiumi Secchia e Panaro sia per distribuzione e fisionomia dei

litotipi, sia per gli aspetti morfometrici e anche per copertura vegetale, caratterizzato da dissesti in alveo e sui versanti e dotato infine di adeguate coperture cartografica e aereofotografica. Infatti il bacino del Rio delle Viole è privo di copertura cartografica che permetta un'adeguata analisi geomorfica quantitativa, non presenta dissesti d'alveo di particolare interesse e non ha mai posseduto stazioni pluviometriche. Viceversa il bacino del T. Fellicarolo non si presterebbe per litologia, forma (troppo equidimensionale) e vegetazione; inoltre per l'eventuale impostazione di un modello matematico occorrerebbe introdurre una variabile non certamente trascurabile e di non facile quantizzazione, cioè l'innevamento, con tutte le interazioni connesse con altre variabili (infiltrazione, evapotraspirazione, ecc.). Onde sia possibile giungere alla creazione di un modello matematico, il bacino del Rio delle Viole potrebbe prestarsi agevolmente per la sua semplicità, ad es. infiltrazione efficace facilmente calcolabile per la possibilità di misurare tutte le emergenze, permeabilità facilmente quantizzabile, influenza scarsissima della vegetazione; d'altra parte potrebbe costituire un bacino sperimentale, dal quale si potrebbero ricavare pochi dati, però precisi, potendosi così, ad esempio trascurare, alcune variabili connesse con la copertura vegetale.

Sempre a proposito della scelta del bacino, occorre inoltre tener conto delle finalità applicative della ricerca; in questo modo il bacino del T. Fellicarolo, con i suoi marcati fenomeni calamitosi di particolare intensità (ad es. settembre 1973), con i suoi dissesti lungo gli alvei e sui versanti, costituisce indubbiamente un bacino molto interessante, entro il quale stanno compiendo interventi, anche a carattere sperimentale, il Corpo Forestale dello Stato, e la Regione Emilia-Romagna, cioè Enti che potrebbero essere interessati direttamente dalla ricerca sui bacini pilota promossa dal CNR.

Per quanto riguarda la metodologia riguardante la fase preliminare di studio di questi bacini, che è stata in parte esposta nelle pagine precedenti presentando le « schede » dei bacini del T. Fellicarolo e del Rio delle Viole, si possono fare alcune importanti considerazioni: innanzi tutto, ovviamente, è indispensabile disporre di una base cartografica, a curve di livello, almeno a scala 1:10.000, condizione questa non soddisfatta dal bacino del Rio delle Viole, e per il quale l'analisi geomorfica presentata nella nota, almeno per certune parti, deve ritenersi al massimo indicativa. Una altra osservazione riguarda la parte cartografica e precisamente la carta della « stabilità dei versanti ». Volutamente per i due bacini qui illustrati, si sono eseguite metodologie differenti in quanto, a nostro avviso, ognuna di esse meglio serviva a definire le condizioni di stabilità dei versanti di

ciascun bacino rispetto ad altre. A questo proposito occorre notare che le numerosissime metodologie proposte, spesso tra loro diverse, (BONAZZI & Altri, 1972; BALDACCI & RAGGI, 1969; CARRARO & Altri, 1970; PANIZZA, 1973; BRAGA, 1972, ecc.) sono basate, almeno in parte, su valutazioni soggettive, che non tengono conto delle reali condizioni di equilibrio di un versante, dipendenti ad esempio dalle caratteristiche meccaniche delle terre e dalle condizioni climatiche. Mancando un tale tipo di carta, la stabilità dei versanti di un bacino risulta mal definibile da un punto di vista qualitativo, cioè delle cause e dell'intensità dei diversi processi.

Indipendentemente dal bacino che verrà scelto come campione, che, almeno nell'ambito dei bacini dei F. Secchia e Panaro, dovrà avere caratteristiche il più prossime che sia possibile a quelle pocanzi illustrate, sarà indispensabile che tutte le ricerche svolte nell'ambito dei bacini pilota, possano venire condotte, per ragioni di confrontabilità, con uguali metodologie e con uguali criteri operativi, utilizzando innanzitutto basi topografiche di ugual tipo, possibilmente rilevate alla scala 1:10.000 o a scale maggiori. Inoltre, vista l'impossibilità di disporre nell'ambito dei bacini Secchia e Panaro, di un piccolo bacino pilota avente caratteristiche ideali, sarà conveniente sceglierne uno per il quale sia assicurata la collaborazione di altri Enti, Genio Civile e Corpo Forestale dello Stato in primo luogo.

BIBLIOGRAFIA

- ABBATE P. & MERLA G. (1969) — *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 F° 97 « S. Marcello Pistoiese »*, Serv. Geol. d'It.
- ACCORDI B., ANGELUCCI A., AVENA G.C., BERNARDINI F., BONI C.F., BRUNO F., CERCATO M., COPPOLA B., FIORE G., FUNICELLO R., GIGLIO G., LA MONICA G.B., LUPIA PALMIERI E., MATTIOLI B. & PAROTTO M. (1969) — *Idrogeologia dell'alto bacino del Liri (Appennino centrale). Ricerche geologiche e climatiche, idrologiche, vegetazionali, geomorfiche e sistematorie*. Geologica Romana, 8.
- AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE DI MODENA (1973) — *Il piano per la difesa del suolo, la sistemazione dei fiumi Secchia e Panaro e l'utilizzazione delle risorse idriche*. Cooptip-Modena.
- BALDACCI F. & RAGGI G. (1969) — *Bacino del fiume Magra, Carta della franosità*. Ist. Geol. Univ. di Pisa.
- BENSON M.A. (1962) — *Factors influencing the occurrence of floods in a humid region of diverse terrain*. U.S. Geol. Survey Water-Supply Paper 1580-B.
- BONAZZI U., FAZZINI P., GASPERI G., GELMINI R., GUADAGNI A., MINGHELLI F. & PELLEGRINI M. (1972) — *Bacino del Fiume Secchia (Appennino Settentrionale): geologia, vegetazione e degradazione, stabilità dei versanti, permeabilità, regime idrologico e opere di regimazione*. Atti Soc. Nat. e Mat. di Modena, 103.
- BRAGA G. (1972) — *La degradazione dei versanti sull'alta Val Tidone (Appennino pavese-piacentino)*. Atti Ist. Geol. Univ. di Pavia, 23.
- CARRARO F., DAL PIAZ G.V., GOVI M. & MACCHI R. (1970) — *Studi geologici del Vercellese e nella Valle Strona*. Ed. UTET, Torino.
- FAZZINI P. & GELMINI R. (1966) — *Studio fotogeologico dell'Appennino modenese e reggiano*. Atti Soc. Nat. e Mat. di Modena, 97.
- GIANDOTTI M. (1937) — *Idrologia della Bonifica integrale - Parte prima: Idrologia generale*. S.A.E. Barbera, Firenze.
- GELMINI R. (1966) — *Osservazioni geologiche tra il Monte Cimone e la valle del Dardagna (alto Appennino modenese)*. Mem. Soc. Geol. It., 5.
- GELMINI R. & PELLEGRINI M. (1969) — *Le frane del bacino del Panaro*. Atti Soc. Nat. e Mat. di Modena, 100.
- GERLACH T. & PELLEGRINI G.B. (1972-73) — *Sui processi morfogenetici in atto in un piccolo bacino idrografico delle Prealpi venete. Inizio di uno studio sperimentale e sue finalità*. Atti e Mem. Acc. Patav. di Sc. Lettere ed Arti, 85.
- HORTON R.E. (1954) — *Erosion Development of streams and their Drainage Basins; Hydrophysical Approach to Quantitative Morphology*. Geol. Soc. Am. Bull., 56.
- ISTITUTO DI RICERCA PER LA PROTEZIONE IDROGEOLOGICA NELL'ITALIA MERIDIONALE ED INSULARE, C.N.R. (1973) — *Incontro di studio sui bacini sperimentali. Bacini attrezzati e gruppi di ricerca*. Cosenza, 20-21 dicembre 1973.
- LOSACCO U. (1940) — *Appunti sulla morfologia glaciale dell'Appennino Settentrionale*. Boll. R. Soc. Geogr. It., ser. VII, 5.
- LOSACCO U. (1949) — *La glaciazione quaternaria dell'appennino settentrionale*. Riv. Geogr. It., 56.
- LOSACCO U. (1964) — *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 - F° 86 « Modena »* (II° ed.); Serv. Geol. d'It.
- LOSACCO U. (1967) — *Note illustrative della Carta Geologica d'Italia. F° 86 « Modena »*, Serv. Geol. d'It.
- MEINZER O.E. (1932) — *Outline of methods for estimating Ground-Water supplies*. U.S. Geol. Survey, Water Supply Paper., 494.

- MERLA G. & TREVISAN L. (1969) — *Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000; F<sup>o</sup> 97 « S. Marcello Pistoiese »* (II ed.). Serv. Geol. d'It.
- MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI. CONSIGLIO SUPERIORE SERVIZIO IDROGRAFICO (1959) — *Precipitazioni medie mensili ed annue e numero dei giorni piovosi per il trentennio 1921-1950: Affluenti appenninici del Po a valle del Tanaro (Regione Emiliana)*. A cura dell'Uff. Idrogr. del Po, Parma, Pubbl. n. 24 del Servizio, fasc. 12 a.
- MORATTI L. & PELLEGRINI M. (1972) — *Caratteristiche delle alluvioni e dei dissesti verificatisi nei bacini dei Fiumi Secchia e Panaro (Province di Modena e Reggio Emilia) nel settembre 1972*. Atti Soc. Nat. e Mat. di Modena, 103.
- PANIZZA M. (1973) — *Proposta di legenda per carte della stabilità geomorfologica*. Boll. Soc. Geol. It., 82.
- PAPANI G. (1971) — *Geologia della struttura di Viano (Reggio Emilia)*. Mem. Soc. Geol. It., 10.
- PAPANI G. & TELLINI C. (1973) — *Metodo elementare per elaborare uniformemente carte della stabilità potenziale dei terreni. Studio della parte media della Val Tresinaro*. L'Ateneo Parmense, Acta Naturalia, 9.
- PELLEGRINI M. (1969) — *Considerazioni geologiche su alcuni ponti della Provincia di Modena*. Atti Soc. Nat. e Mat. di Modena, 100.
- STRAHLER A.N. (1952) — *Hypsometric (Area-Altitude) Analysis of erosional topography*. Geol Soc. Am. Bull., 63.
- STRAHLER A.N. (1954) — *Statistical analysis in geomorphic Research*. Journ. of Geol., 62.
- STRAHLER A.N. (1956) — *Quantitative Slope analysis in Geomorphology*. Of. Nav. Res. Proj. NR 389-042, Tech. Rep. 7, Dept. Geol., Columbia Univ.
- TOEBES C. & OURYVAEV V. (1970) — *Representative and experimental basins*. Studies and reports in Hydrology, 4, UNESCO.
- TREVISAN L. (1968) — *I diversi tipi di alvei fluviali e la loro evoluzione*. Atti del Conv. sul Tema « *Le scienze della natura di fronte agli eventi idrogeologici* », Roma 8-10 Nov. 1967. Problemi attuali di scienze e cultura, Quaderno n. 112, Acc. Naz. dei Lincei.

G. Fabbri, P. Baraldi, P. Frassoldati

Laboratorio di Chimica Fisica Applicata  
Istituto di Chimica Fisica, Università di Modena

*RICERCHE SULLE BANDE A BASSA FREQUENZA  
ATTRIBUIBILI AD ACQUA  
DI CRISTALLIZZAZIONE DI OSSALATI METALLICI*

RIASSUNTO

Le necessità di determinare tramite misure spettroscopiche a bassa frequenza le temperature di disidratazione dei sali ha richiesto una precisa localizzazione delle componenti attribuibili a movimenti di librazione dell'acqua di cristallizzazione nei composti esaminati. Si è giunti a ciò sia dal confronto di spettri di sali parzialmente anidrificati, sia sulla base degli spettri dei sali riidratati con acqua pesante. Gli spettri dei sali anidri presentano alcune particolarità che consentono di discutere la simmetria degli ioni ossalici in essi contenuti.

Ricerche ora in corso, eseguite con le tecniche della spettroscopia infrarossa di emissione, sulla decomposizione termica di una serie di ossalati metallici cristallini contenenti acqua di cristallizzazione, pongono il problema di definire dai dati spettrali registrati le precise temperature di disidratazione di questi composti. Il problema, qualora fosse da risolvere sul piano delle normali tecniche della spettroscopia infrarossa di assorbimento, anziché di quella di emissione, non presenterebbe difficoltà di rilievo in quanto gli assorbimenti dell'acqua che compaiono intorno ai 3400 e 1600  $\text{cm}^{-1}$  rappresentano, come noto, dati sufficientemente indicativi in proposito. Se però l'esame è condotto con le tecniche della spettroscopia infrarossa di emissione, le componenti dell'acqua in oggetto non costituiscono più un indice utilizzabile per la valutazione della presenza o meno di acqua nei sali giacché, almeno con le nostre apparecchiature, nella zona di fre-

quenze superiori ai  $1500\text{ cm}^{-1}$  si registra un rapporto segnale/disturbo piuttosto basso, tale da rendere le misure non sufficientemente precise.

L'identificazione dell'acqua di cristallizzazione nei sali tramite la spettroscopia infrarossa di emissione deve pertanto basarsi sull'osservazione di altre componenti spettrali dell'acqua che compaiono a frequenze inferiori a  $1000\text{ cm}^{-1}$ ; le due oscillazioni di librazione dell'acqua che, secondo Sartori e coll. [1] e vari altri AA [2-11] dovrebbero comparire nella zona  $1000\text{-}400\text{ cm}^{-1}$ , sembra possano prestarsi appunto per la loro posizione nello spettro.

Abbiamo registrato pertanto gli spettri di assorbimento della serie di ossalati metallici di nostro interesse per definire con precisione la posizione e le caratteristiche delle componenti riferibili a questi movimenti di librazione dell'acqua; e ciò al fine di utilizzare successivamente i dati in occasione della registrazione degli spettri di emissione a temperature superiori a quelle ambiente.

### *Tecniche sperimentali*

I sali esaminati (ossalati di magnesio, zinco, ferro<sup>II</sup>, cobalto e nichel) sono stati preparati per reazione rispettivamente tra l'ossido del metallo e acido ossalico nel caso del sale di magnesio, e per reazione di doppio scambio fra soluzioni di ossalato di potassio e di sali solubili del metallo negli altri casi, secondo quanto descritto nella letteratura [12].

Il confronto con gli spettri riportati in letteratura [13, 23] ci ha assicurato sull'identità degli ossalati di magnesio e ferro così preparati; nel caso degli ossalati di zinco, cobalto e nichel, per i quali non ci risulta esistano in letteratura spettri infrarossi sufficientemente dettagliati, abbiamo eseguito, per controllo, una determinazione analitica sul catione.

Campioni di sali parzialmente idratati con acqua pesante sono stati ottenuti per riidratazione con acqua deuterata di sali parzialmente anidrificati, secondo quanto più avanti verrà più precisamente specificato.

Gli spettri fra  $4000$  e  $250\text{ cm}^{-1}$  sono stati registrati con uno spettrofotometro Perkin Elmer 457.

### *Risultati e discussione*

#### *Spettri di assorbimento di sali idrati*

In Tab. I sono riportate le frequenze dei massimi di assorbimento registrati fra  $4000$  e  $250\text{ cm}^{-1}$  sui 5 ossalati da noi esaminati. Accanto sono

riportate le assegnazioni proposte da Fujita e coll. [14], assegnazioni che non si discostano praticamente dalle altre note in letteratura [15, 16], per lo ione ossalico a simmetria  $D_2h$ . In Fig. 1a è riportato, a mò di esempio, lo spettro dell'ossalato di cobalto registrato tra 1000 e 250  $cm^{-1}$ , zona per noi di maggiore interesse. Dai risultati di Tab. I si osserva in primo luogo, come fatto generale, il buon accordo fra le frequenze dei massimi da noi

TABELLA I

Frequenze dei massimi di assorbimento rilevati sugli spettri infrarossi degli ossalati idrati e assegnazione delle componenti

$MgC_2O_4$	$ZnC_2O_4$	$FeC_2O_4$	$CoC_2O_4$	$NiC_2O_4$	Asse- gnazione
3395s	3390s	3350s	3360s	3398s	$\nu H_2O$
1660s	1634s	1630s	1620s	1630s	$\nu_9(IR)$
1372m	1364m	1363m	1362m	1362m	$\nu_1(R)$
1325s	1321s	1319s	1318s	1317s	$\nu_{11}(IR)$
928vw	910vw	914vw	914vw	916vw	$\nu_2(R)$
832s	825s	821s	826s	828s	$\nu_{12}(IR)$
688m	745m	724m	760m	754m	$\nu H_2O$
580w	614m	545m	574m	620m	$\nu H_2O$
500s	497s	496s	498s	490s	$\nu_{10}(IR)$
420w	458w	440w	470sh	460sh	$\nu_3(R)$
382m	280m	364w	354w	360w	$\nu MO$
315m		300m	314s	334m	$\nu MO$

registrati e quelle teoricamente previste in letteratura per lo ione ossalico a simmetria  $D_2h$ . Si osservano ancora, sui dati di Tab. I, oltre alla presenza su ogni sale di una componente sui 3400  $cm^{-1}$ , ovviamente riferibile all'acqua di cristallizzazione, la comparsa in ogni caso nella zona compresa fra 500 e 750  $cm^{-1}$  di due bande larghe e di media intensità, che possono essere attribuite, in analogia a quanto proposto da vari AA [17-20] a movimenti di librazione dell'acqua di cristallizzazione. Per questi sali la componente riferibile all'oscillazione di deformazione dell'acqua a 1600  $cm^{-1}$  circa, risulta invece sovrapposta alla larga ed intensa banda carbonilica ( $\nu_9$ ) dello ione ossalico; essa non risulta quindi utilizzabile per ottenere informazioni sullo stato dell'acqua di cristallizzazione.

Per confermare la natura delle due componenti localizzate fra 500 e 750  $cm^{-1}$ , abbiamo eseguito due serie di misure, una prima sui sali dopo

loro riscaldamento a temperature via via più alte, una seconda sugli stessi parzialmente deuterati. Nel primo caso una diminuzione parallela di in-

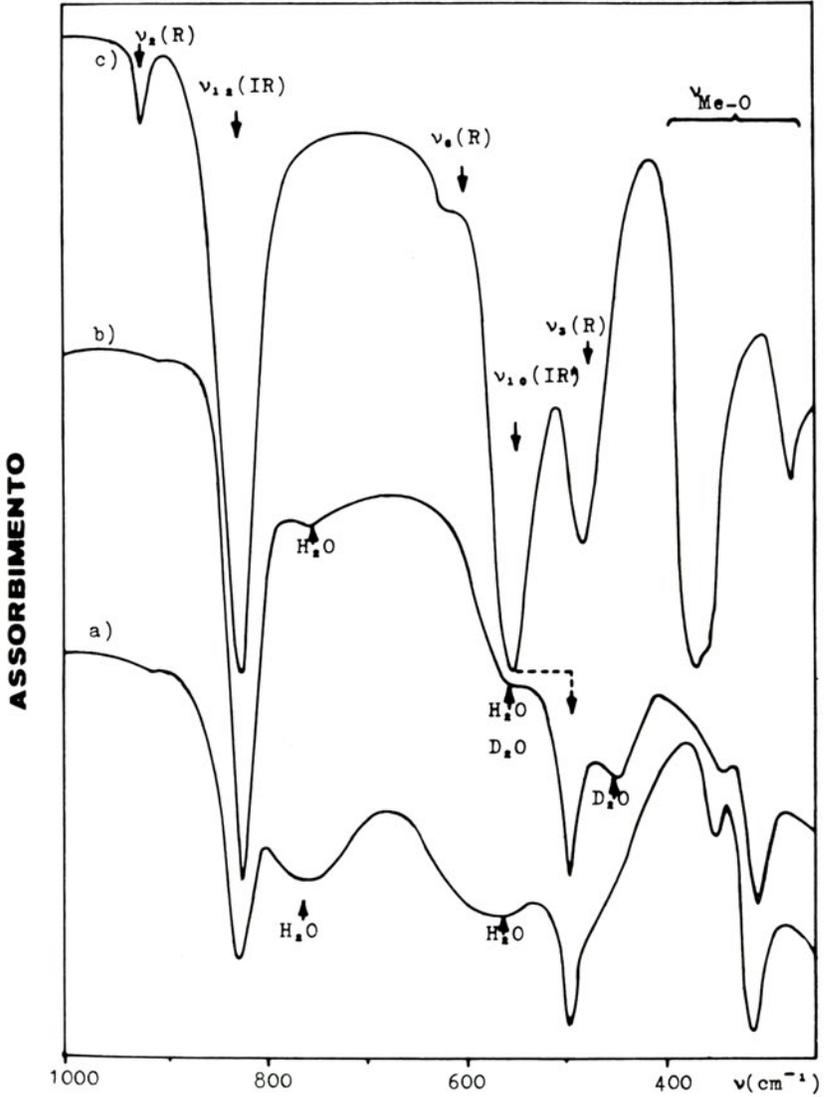


Fig.1- Spettri di assorbimento dell'ossalato di cobalto  
a) idrato, b) deuterato, c) anidro

tensità, all'aumentare della temperatura di riscaldamento dei sali, delle due componenti fra 500 e 750  $\text{cm}^{-1}$  da un lato e di quella a 3400  $\text{cm}^{-1}$  dall'altro, sarebbe risultata un conferma dell'attribuzione delle due prime

TABELLA II

Frequenze dei massimi di assorbimento rilevati sugli spettri infrarossi degli ossalati anidri e assegnazione delle componenti

$\text{MgC}_2\text{O}_4$	$\text{ZnC}_2\text{O}_4$	$\text{FeC}_2\text{O}_4$	$\text{CoC}_2\text{O}_4$	$\text{NiC}_2\text{O}_4$	Assegnazione
1680s	1625s	1620s	1605s	1620s	$\nu_8(\text{IR})$
1388m	1377m	1367w	1374m	1365m	$\nu_1(\text{R})$
1329s	1325s	1319s	1320s	1320s	$\nu_{11}(\text{IR})$
914w	913w	914w	915w	920w	$\nu_2(\text{R})$
804s	820s	812s	821s	822s	$\nu_{12}(\text{IR})$
612vw	608vw	604vw	614vw	612vw	$\nu_6(\text{R})$
514s	538s	539s	548s	544s	$\nu_{10}(\text{IR})$
427m	492m	465wm	480wm	490w	$\nu_3(\text{R})$
358w	334s	348s	360s	330s	$\nu_{\text{MO}}$

TABELLA III

Frequenze dei massimi di assorbimento rilevati sugli spettri infrarossi degli ossalati idrati con acqua pesante e assegnazione delle componenti

$\text{MgC}_2\text{O}_4$	$\text{ZnC}_2\text{O}_4$	$\text{FeC}_2\text{O}_4$	$\text{CoC}_2\text{O}_4$	$\text{NiC}_2\text{O}_4$	Assegnazione
2555s	2550s	2525s	2528s	2550s	$\nu_{\text{D}_2\text{O}}$
2478w	2482w	2452w	2490m	2470w	$\nu_{\text{D}_2\text{O}}$
1655s	1638s	1634s	1620s	1630s	$\nu_8(\text{IR})$
1372w	1364m	1363m	1362m	1362m	$\nu_1(\text{R})$
1325s	1321s	1319s	1320s	1318s	$\nu_{11}(\text{IR})$
1190m	1194m	1184m	1194m	1200m	$\nu_{\text{D}_2\text{O}}$
914vw	908vw	914vw	914vw	916vw	$\nu_2(\text{R})$
823s	814s	812s	816s	822s	$\nu_{12}(\text{IR})$
	548m	535sh	560wm	544m	$\nu_{\text{D}_2\text{O}}$
504s	498s	496s	500s	492s	$\nu_{10}(\text{IR})$
462w	468w	454m	450m	460m	$\nu_{\text{D}_2\text{O}}$
390s	280m	354w	346w	360w	$\nu_{\text{MO}}$
315m		300m	311m	334m	$\nu_{\text{MO}}$

bande ad acqua di cristallizzazione, e così pure la comparsa nei composti deuterati di due nuove bande nelle posizioni caratteristiche.

Per quanto si riferisce alle misure su sali precedentemente riscaldati in stufa, sono state eseguite tre serie di spettri, rispettivamente su composti pretrattati a 80°C, 120°C e 160°C. I risultati di queste misure hanno confermato l'ipotesi nel senso che, se alle temperature di riscaldamento più basse si sono registrate parallele diminuzioni nelle intensità di tutti gli assorbimenti in oggetto su tutti i sali, dopo trattamento a 160°C si è raggiunto l'annullamento dell'intensità delle due bande fra 500 e 750<sup>-1</sup> e ciò contemporaneamente alla scomparsa della componente a 3400 cm<sup>-1</sup>.

L'anidrifizzazione dei sali non si limita a produrre le modificazioni spettrali sopra accennate. In Fig. 1c è riportato, come esempio, lo spettro dell'ossalato di cobalto anidro fra 1000 e 250 cm<sup>-1</sup>.

All'atto della scomparsa delle due larghe bande a 760 e 574 cm<sup>-1</sup>, di cui si è già discusso, si osserva un netto spostamento verso le più alte frequenze della componente  $\nu_{10}$  dello ione ossalico e la contemporanea comparsa di nuove bande di media intensità in posizioni tali da poter essere attribuite, in accordo con quanto noto in letteratura [14-16] alle oscillazioni  $\nu_3$  e  $\nu_2$  dello ione ossalico, inattive in infrarosso per la classe di simmetria D<sub>2h</sub>, e ancora, con debole intensità, di una terza componente attribuibile analogamente alla oscillazione  $\nu_6$ , essa pure classificata inattiva in infrarosso per uno ione ossalico a simmetria D<sub>2h</sub> [14]. Questi fatti si verificano su tutta la serie dei sali esaminati.

Si deve quindi concludere che l'anidrifizzazione ha sul composto in discussione l'effetto di abbassare la simmetria. Sono d'altra parte stati già posti in evidenza in letteratura [14, 22] casi di ioni ossalici con simmetria C<sub>2v</sub>, ad esempio in cristalli di sali complessi.

Gli spettri dei sali riidratati con acqua pesante hanno apportato una ulteriore conferma all'assegnazione delle due componenti fra 500 e 750 cm<sup>-1</sup> ad oscillazioni di librazione dell'acqua di cristallizzazione. La riidratazione con acqua pesante veniva eseguita umettando con acqua deuterata una porzione dei sali riscaldati alle tre temperature già precedentemente specificate (80, 120 e 160°C), con ciò si otteneva nei primi due casi una parziale sostituzione dell'acqua originaria, una completa sostituzione nell'ultimo.

Gli spettri dei sali così trattati presentano tutti, con intensità decrescente all'aumentare della temperatura di pretrattamento, le componenti a 3400 cm<sup>-1</sup> e quelle nella zona fra 500 e 750 cm<sup>-1</sup>; queste componenti sono in effetti appena accennate sui sali pretrattati a 160°C. Accanto a queste bande compaiono nette e di intensità sempre più forte all'aumentare della temperatura di pretrattamento, nuove componenti a frequenze più

basse, come specificato nella Tab. IV. In questa tabella sono infatti riportate, per tutti i sali esaminati, da un lato le frequenze registrate a 3400 e fra 750 e 500  $\text{cm}^{-1}$  sui composti originari, e accanto le frequenze delle nuove bande registrate sui sali trattati con acqua pesante (\*). Il rapporto fra

TABELLA IV

Frequenze in  $\text{cm}^{-1}$  dei massimi di assorbimento attribuibili ad  $\text{H}_2\text{O}$  e  $\text{D}_2\text{O}$  rispettivamente, nei composti indicati.

$\text{MgC}_2\text{O}_4$			$\text{ZnC}_2\text{O}_4$		
$\nu\text{H}_2\text{O}$	$\nu\text{D}_2\text{O}$	$\nu\text{H}/\nu\text{D}$	$\nu\text{H}_2\text{O}$	$\nu\text{D}_2\text{O}$	$\nu\text{H}/\nu\text{D}$
3395s	2555s	1.33	3390s	2550s	1.33
—	2478w	1.37	—	2482w	1.37
688m	1190m	—	745m	1194m	1.36
580w	—	—	614m	548m	1.36
—	462w	1.25	—	468w	1.31

$\text{FeC}_2\text{O}_4$			$\text{CoC}_2\text{O}_4$		
$\nu\text{H}_2\text{O}$	$\nu\text{D}_2\text{O}$	$\nu\text{H}/\nu\text{D}$	$\nu\text{H}_2\text{O}$	$\nu\text{D}_2\text{O}$	$\nu\text{H}/\nu\text{D}$
3350s	2525s	1.32	3360s	2528s	1.33
—	2452w	1.37	—	2490m	1.35
724m	1184m	—	760m	1194m	1.36
545sh	535sh	1.35	574m	460wm	1.36
—	450w	1.21	—	450m	1.27

$\text{NiC}_2\text{O}_4$		
$\nu\text{H}_2\text{O}$	$\nu\text{D}_2\text{O}$	$\nu\text{H}/\nu\text{D}$
3398s	2550s	1.33
—	2470w	1.37
—	1200m	—
754m	544w	1.38
615m	460m	1.33

(\*) Le tabelle riportano, nel caso dei sali trattati con acqua pesante, una frequenza intorno ai 1200  $\text{cm}^{-1}$ . Questa banda è da attribuire all'oscillazione di deformazione dell'acqua pesante (1600  $\text{cm}^{-1}$  nell'acqua non deuterata) che, in questi casi, compare chiara in quanto non ha sovrapposizione con alcuna altra componente dello spettro.

le frequenze dei massimi dei due tipi di bande, compreso in ogni caso fra 1,21 e 1,38 (v. Tab. IV) ci assicura sull'attribuzione di queste componenti ad acqua non deuterata da un lato e deuterata dall'altro, in quanto, come può rilevarsi dalla letteratura [3, 4, 7-9, 11, 17, 19, 20] questo rapporto, nel caso di acqua di cristallizzazione, può assumere valori che si discostano leggermente dal teorico e si pongono fra i limiti di 1,40 [3] e di 1,18 [9] circa. In particolare, i dati di Tab. IV sono un'ulteriore conferma che la serie di componenti presenti fra 500 e 750  $\text{cm}^{-1}$  sui sali idrati da noi esaminati può essere effettivamente attribuita ad acqua di cristallizzazione, e ciò era appunto lo scopo della presente ricerca.

#### BIBLIOGRAFIA

- [1] G. SARTORI, C. FURLANI e A. DAMIANI, *J. Inorg. Nucl. Chem.*, **8**, 119 (1958).
- [2] J. FUJITA, K. NAKAMOTO e M. KOBAYASHI, *J. Am. Chem. Soc.* **78**, 3963 (1956).
- [3] J. VAN DER ELSKEN e D.W. ROBINSON, *Spectroch. Acta*, **17**, 1249 (1961).
- [4] I. NAKAGAWA e T. SHIMANOUCI, *Spectroch. Acta*, **20**, 429 (1964).
- [5] H.J. PRASK e H. BOUTIN, *J. Chem. Phys.*, **45** (9), 3284 (1966).
- [6] R.E. HESTER, K. KRISHNAN e C.W.J. SCAIFE, *J. Chem. Phys.*, **49**, 1100 (1968).
- [7] C. POSTMUS e J.R. FERRARO, *J. Chem. Phys.*, **48**, 3605 (1968).
- [8] J.M. JANIK, J.A. JANIK, G. PYTASZ e T. WASIUTYNSKI, *Phys. Stat. Sol. (B)*, **44**, 497 (1971).
- [9] K. FUKUSHIMA e T. YANAGIDA, *Bull. Chem. Soc. Japan*, **45**, 2285 (1972).
- [10] K. ICHIDA, Y. KURODA, D. NAKAMURA e M. KUBO, *Spectroch. Acta*, **28A**, 2433 (1972).
- [11] J. BERTIE, A.M. HEYNES e O. OEHLER, *Canad. J. Chem.*, **51**, 2275 (1973).
- [12] P. PASCAL, *Nouveau Traité de Chimie Minérale*, Paris 1962.
- [13] J.M. HUNT, M.P. WISHERD e L.C. BONHAM, *Anal. Chem.*, **22**, 1476 (1950).
- [14] J. FUJITA, K. NAKAMOTO e M. KOBAYASHI, *J. Phys. Chem.*, **61**, 1014 (1967).
- [15] H. MURATA e K. KAWAI, *J. Chem. Phys.*, **25**, 589, 796 (1956).
- [16] M.J. SCHMELZ, T. MIYAZAWA, S. MIZUSHIMA, T.J. LANE e J.V. QUAGLIANO, *Spectroch. Acta*, **9**, 51 (1957).
- [17] B.F. PEDERSEN, *Acta Chem. Scand.*, **21**, 801 (1967).
- [18] H.J. PRASK e H. BOUTIN, *J. Chem. Phys.*, **45**, 699 (1966).
- [19] K. FUKUSHIMA, *Bull. Chem. Soc. Japan*, **43**, 39 (1970).
- [20] V.S. TOMAR, H.D. BIST e D.P. KHANDELWAL, *Appl. Spectry*, **24**, 598 (1970).
- [21] H. MURATA, K. KAWAI e J. FUJITA, *J. Chem. Phys.*, **25**, 796 (1956).
- [22] J. FUJITA, A.E. MARTELL e K. NAKAMOTO, *J. Chem. Phys.*, **36**, 324 (1962).
- [23] D. VIGOREUX, M. CAREL e P. VALLET, *C. R. Acad. sci.*, **265C**, 451 (1967).

G. Fabbri, P. Baraldi

Laboratorio di Chimica Fisica Applicata  
Istituto di Chimica Fisica, Università di Modena

## *DECOMPOSIZIONE TERMICA DI SALI DI ACIDI ORGANICI*

### I - Decomposizione di ossalati metallici all'aria

#### RIASSUNTO

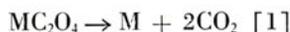
L'utilizzazione della spettroscopia infrarossa di emissione per rilevare le caratteristiche della decomposizione termica di una serie di ossalati metallici ha consentito di porre in evidenza nette differenze di comportamento fra sale e sale. Il mezzo sperimentale utilizzato si prevede, sulla base dei risultati ottenuti, possa risultare assai utile per lo studio dell'adsorbimento di gas su catalizzatori solidi, come ad es. metalli o ossidi. La preparazione di campioni di questi ultimi sotto una forma già attivata, cioè immediatamente utilizzabile per le esperienze, risulta infatti assai semplice operando ad es. sotto vuoto.

#### INTRODUZIONE

La pirolisi degli ossalati di metalli mono e bivalenti è stata oggetto anche di recente di ricerche eseguite principalmente mediante l'impiego di tecaiche termogravimetriche e termodifferenziali. Duval, ad es., [1] sulla base di dati termogravimetrici, ha osservato che, in presenza di aria, si possono ottenere, come prodotti finali della decomposizione degli ossalati, carbonati, ossidi o metalli; più precisamente, sempre secondo Duval [1], operando a temperature inferiori a 500°C, il termine ultimo della decomposizione degli ossalati dei metalli alcalini e alcalino-terrosi sarebbe rappresentato dai carbonati, mentre nel caso dei metalli pesanti o di transizione, l'instabilità dei carbonati, già a temperature relativamente basse, porterebbe alla diretta formazione di ossidi o metalli.

Altre indagini di carattere estensivo sui processi di decomposizione degli ossalati sono state condotte ad es. da Ugai [2], Macklen [3] e Dollimore e coll. [4, 5], i quali, operando in vari ambienti (all'aria, in azoto, in ossigeno o sotto vuoto), hanno ottenuto dati sulle temperature di disidratazione e di decomposizione e sulla natura dei prodotti finali nelle varie condizioni. Anche se tali dati dipendono in genere in modo non trascurabile dalle particolari modalità operative adottate, un loro confronto permette ugualmente di individuare differenze nei meccanismi secondo i quali hanno luogo i processi in oggetto, in dipendenza dall'ambiente in cui vengono condotti; le differenze prodotte dall'ambiente sono infatti generalmente assai più marcate e sostanziali di quelle dovute a modalità operative non completamente coincidenti.

Secondo Dollimore [4] le decomposizioni degli ossalati che non portano al carbonato forniscono il metallo o l'ossido secondo gli schemi:



Sempre secondo Dollimore [4] la decomposizione, per ragioni termodinamiche, avviene secondo lo schema [2] per alcuni ossalati quali ad es. quelli di zinco, magnesio, manganese e stagno, mentre per la gran parte degli altri ossalati essa avverrebbe secondo lo schema [1]; ciò, ovviamente, in ambiente inerte o sotto vuoto.

Se le tecniche termogravimetriche e termodifferenziali permettono di chiarire a fondo certi aspetti dei processi che si verificano durante il riscaldamento, altri aspetti possono essere posti in luce ed approfonditi con l'uso di tecniche sperimentali differenti. Tra queste sono di particolare utilità le tecniche della spettroscopia infrarossa di assorbimento; con esse alcuni AA. hanno studiato la decomposizione di alcuni ossalati quali ad es. quelli di sodio e potassio [6], calcio [7], uranio [8], berillio [9], terre rare [10] e di europio [11]. L'utilizzazione delle tecniche della spettroscopia di assorbimento nell'infrarosso presenta infatti la possibilità di osservare direttamente sugli spettri del campione in esame la formazione di eventuali intermedi di reazione, nonchè di riconoscere con immediatezza la natura sia dei prodotti intermedi che di quelli finali della decomposizione. Il metodo comporta però alcune riserve per quanto riguarda la validità generale dei risultati. Una di queste è costituita dal fatto che il contatto dei campioni solidi sotto forma di polvere cristallina con gli alogenuri alcalini che fungono da supporto o nei quali i campioni sono inglobati (nel caso di dischi di alogenuro), può dar luogo a reazioni, specie a temperature ele-

vate. Nel caso degli ossalati questi fatti sono stati effettivamente posti in chiara evidenza da alcuni AA. giapponesi [12]. Inoltre è da osservare che, qualora gli spettri vengano registrati su campioni prima riscaldati e quindi raffreddati a temperatura ambiente, non si ha garanzia che, per raffreddamento, non avvengano variazioni nella composizione e nelle caratteristiche del campione. Non vi è cioè la sicurezza completa che il campione freddo abbia le stesse proprietà del campione ad alta temperatura. Qualora gli spettri di assorbimento vengano invece registrati su campioni mantenuti a temperatura elevata, la radiazione emessa in queste condizioni (di entità non trascurabile) può interferire modificando la struttura degli spettri di assorbimento.

Tenendo presenti queste considerazioni, ed in vista delle applicazioni dei risultati nel campo dello studio dei fenomeni di adsorbimento e catalisi, abbiamo voluto affrontare il problema impiegando una tecnica originale che consente di evitare le difficoltà accennate. Tale tecnica, recentemente messa a punto in questo laboratorio [13], e già impiegata nello studio della pirolisi del solfato di rame [14], permette di registrare spettri infrarossi di emissione direttamente sul campione sotto riscaldamento. Il campione è disteso, puro, su un supporto metallico ed un'opportuna scelta del supporto garantisce che fra questo e la polvere del campione su di esso disteso non abbiano luogo reazioni, almeno nel campo di temperature di interesse.

### *Parte sperimentale*

I composti esaminati, ad eccezione dell'ossalato di potassio che era un prodotto Erba RP, sono stati preparati e controllati secondo quanto già descritto in una precedente nota [15].

La preparazione dei campioni per la registrazione degli spettri di emissione è stata condotta seguendo le modalità già da noi adottate in precedenti lavori [13, 14] ai quali rimandiamo per ogni dettaglio. Tali campioni venivano portati alle diverse temperature di interesse e quindi venivano registrati gli spettri di emissione tra 1000 e 250  $\text{cm}^{-1}$ . Si rilevavano così le modificazioni spettrali riferibili alle trasformazioni prodotte sui vari composti per effetto del riscaldamento. Lo stato di disidratazione veniva rilevato sulla base della valutazione dell'intensità delle bande dell'acqua a 600-700  $\text{cm}^{-1}$ , come descritto in [15].

La decomposizione del sale veniva rilevata dalla diminuzione di intensità e successiva scomparsa dallo spettro delle bande dello ione ossalico;

concomitantemente divenivano osservabili assorbimenti attribuibili alla presenza di ossidi o carbonati.

L'identificazione dei prodotti solidi di decomposizione è stata condotta, nella maggior parte dei casi, sulla base del confronto degli spettri di assorbimento registrati con quelli noti in letteratura [16, 17]. Nel caso di residui che fornivano spettri privi di bande di rilievo, o con bande non sufficientemente caratteristiche, come ad es. nel caso dei composti di cadmio e stagno, l'identificazione è stata effettuata a mezzo dell'analisi chimica.

### Risultati e discussione

Nelle Tab. I, II e III sono state riportate le frequenze dei massimi di emissione per i 14 ossalati esaminati, rilevati in varie zone di temperature dei campioni. All'interno di questi intervalli di temperatura la struttura degli spettri (numero di componenti e loro posizione) rimaneva su ogni sale invariata. Il passaggio da un intervallo di temperatura all'altro comportava per ogni composto variazioni nel numero delle componenti e nella loro posizione nello spettro (come si può rilevare dai dati delle tabelle) e ciò può essere assunto come indice di variazione nella struttura del sale (disidratazione o decomposizione). Ogni zona di temperatura delle Tab. I, II e III rappresenta quindi per ogni composto un intervallo in cui sono stabili una o più forme. Esse sono riportate al piede delle tabelle.

TABELLA Ia

Spettri di emissione del  $K_2C_2O_4 \cdot H_2O$  in varie zone di temperature (frequenze in  $cm^{-1}$ ).

20-105°C	105-370°C	370-470°C	> 470°C	Attribuzione
900vw*	880vw*	860m*		$\nu_2(R)$
		875m	875m	$\nu K_2CO_3$
			850vw	
772s	770s	754s		$\nu_{12}(IR)$
705m				lib. $H_2O$
		682w	682m	$\nu K_2CO_3$
	615vw*	620w*		$\nu_6(R)$
610m. b				lib. $H_2O$
532s	490s, b	480w		$\nu_{10}(IR)$
350m*	345w*	320m. b*		$\nu_3(R)$
$K_2C_2O_4 \cdot H_2O$	$K_2C_2O_4$	$K_2C_2O_4 +$ $K_2CO_3$	$K_2CO_3$	

TABELLA Ib

Spettri infrarossi di emissione del  $\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  in varie zone di temperatura (frequenze in  $\text{cm}^{-1}$ ).

20-150°C	150-335°C	335-370°C	> 370°C	Attribuzione
940w* 880w*	890vw*	880vw*		$\nu_2(\text{R})$
		871m	871s 840vw	$\nu \text{CaCO}_3$
780s	780s	780m 760m 710w	710m	$\nu_{12}(\text{IR})$ $\nu \text{CaCO}_3$ lib. $\text{H}_2\text{O}$
650m, b	610vw*	610m*		$\nu_6(\text{R})$
520s	526s 490sh	525w 480m		$\nu_{10}(\text{IR})$
420w* 300s, b	390w* 280s, b	300s, b	300s, b	$\nu_3(\text{R})$ $\nu \text{MO}$
$\text{CaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	$\text{CaC}_2\text{O}_4$	$\text{CaC}_2\text{O}_4 + \text{CaCO}_3$	$\text{CaCO}_3$	

TABELLA Ic

Spettri infrarossi di emissione del  $\text{BaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$  in varie zone di temperatura (frequenze in  $\text{cm}^{-1}$ ).

20-100°C	100-290°C	290-380°C	> 380°C	Attribuzione
860w*	850w*	868wm* 851w	851s 835w	$\nu_2(\text{R})$ $\nu \text{BaCO}_3$
773s	772s 763m 758s	772m 763m		$\nu_{12}(\text{IR})$
	605vw*	686w 635w*	686s	$\nu \text{BaCO}_3$ $\nu_6(\text{R})$ lib. $\text{H}_2\text{O}$
650m				
525s	520s	520m 490w		$\nu_{10}(\text{IR})$
410vw*	343m*	340m* 280w	280m	$\nu_3(\text{R})$ $\nu \text{MO}$
$\text{BaC}_2\text{O}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	$\text{BaC}_2\text{O}_4$	$\text{BaC}_2\text{O}_4 + \text{BaCO}_3$	$\text{BaCO}_3$	

TABELLA IIa

Spettri di emissione del  $MgC_2O_4 \cdot 2H_2O$  in varie zone di temperatura (frequenze in  $cm^{-1}$ ).

20-160°C	160-380°C	> 380°C	Attribuzione
900w*	910w*		$\nu_2(R)$
820s	800vs		$\nu_{12}(IR)$
670m, b	615w*		lib. $H_2O$ $\nu_8(R)$
		520s, b	
500w*	510s		$\nu_{10}(IR)$
410w*	430m, b		$\nu_3(R)$
		420s, b	
380m	310m, b		$\nu$ MO
310m			
$MgC_2O_4 \cdot 2H_2O$	$MgC_2O_4$	$MgO$	

TABELLA IIb

Spettri di emissione nell'infrarosso dell'ossalato di rame in varie zone di temperatura (frequenze in  $cm^{-1}$ ).

20-240°C	> 240°C	Attribuzione
910w*		$\nu_2(R)$
820s		$\nu_{12}(IR)$
600vw*		$\nu_8(R)$
	510s	
510s	440sh	$\nu_{10}(IR)$
490sh		
385m*		$\nu_3(R)$
318m		$\nu$ MO
$CuC_2O_4$	$CuO$	

TABELLA IIc

Spettri infrarossi di emissione del  $\text{ZnC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  in varie zone di temperature (frequenze in  $\text{cm}^{-1}$ ).

20-105°C	105-320°C	> 320°C	Attribuzione
900vw*	910vw*		$\nu_2(\text{R})$
815s	810s		$\nu_{12}(\text{IR})$
740m, b			lib. $\text{H}_2\text{O}$
	600w*		$\nu_6(\text{R})$
580m, b			lib. $\text{H}_2\text{O}$
490s	525s		$\nu_{10}(\text{IR})$
		510s, b	
450w*	480m*		$\nu_3(\text{R})$
		380s, b	
300s, l	320s		$\nu \text{ MO}$
$\text{ZnC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	$\text{ZnC}_2\text{O}_4$	$\text{ZnO}$	

TABELLA II d

Spettri infrarossi di emissione del  $\text{CdC}_2\text{O}_4$  in varie zone di temperature (frequenze in  $\text{cm}^{-1}$ ).

20-260°C	> 260°C	Attribuzione
850vw*		$\nu_2(\text{R})$
783s		$\nu_{12}(\text{IR})$
600vw*		$\nu_6(\text{R})$
510s		$\nu_{10}(\text{IR})$
	500w	
430m*		$\nu_3(\text{R})$
270s, b		$\nu \text{ MO}$
$\text{CdC}_2\text{O}_4$	$\text{CdO}$	

TABELLA IIc

Spettri infrarossi di emissione del  $\text{SnC}_2\text{O}_4$  in varie zone di temperature (frequenze in  $\text{cm}^{-1}$ ).

20-280°C	> 280°C	Attribuzione
390w*		$\nu_2(\text{R})$
796s		$\nu_{12}(\text{IR})$
	700sh	
610vw*		$\nu_6(\text{R})$
	600s	
	500s, b	
482s		$\nu_{10}(\text{IR})$
420m*		$\nu_3(\text{R})$
392m*		
	290s, b	
280m		$\nu \text{ MO}$
$\text{SnC}_2\text{O}_4$	$\text{SnO}_2$	

TABELLA III

Spettri di emissione infrarossa del  $\text{PbC}_2\text{O}_4$  in varie zone di temperature (frequenze in  $\text{cm}^{-1}$ ).

20-290°C	> 290°C	Attribuzione
860vw*		$\nu_2(\text{R})$
764s		$\nu_{12}(\text{IR})$
605vw*		$\nu_6(\text{R})$
520s		$\nu_{10}(\text{IR})$
505s		
	450sh	
390m*		$\nu_3(\text{R})$
368m*		
	300s, b	
$\text{PbC}_2\text{O}_4$	$\text{PbO}$	

TABELLA IIg

Spettri infrarossi di emissione del  $\text{FeC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  in varie zone di temperatura (frequenze in  $\text{cm}^{-1}$ ).

20-130°C	130-180°C	> 180°C	Attribuzione
900vw*	905w*		$\nu_2(\text{R})$
810s	805s		$\nu_{12}(\text{IR})$
690m, b		610sh	lib. $\text{H}_2\text{O}$
	605vw*		$\nu_6(\text{R})$
490s	530s		$\nu_{10}(\text{IR})$
		510s, b	
440w*	450m*		$\nu_3(\text{R})$
		420s	
360m	330s		$\nu \text{ MO}$
290s		280s, b	
$\text{FeC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	$\text{FeC}_2\text{O}_4$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	

TABELLA IIh

Spettri infrarossi di emissione del  $\text{CoC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  in varie zone di temperatura (frequenze in  $\text{cm}^{-1}$ ).

20-145°C	145-285°C	> 285°C	Attribuzione
900vw*	915w*		$\nu_2(\text{R})$
825s	820s		$\nu_{12}(\text{IR})$
730m		651s	lib. $\text{H}_2\text{O}$
	610vw*		$\nu_4(\text{R})$
580m, sh		552s	lib. $\text{H}_2\text{O}$
495m	545s		$\nu_{10}(\text{IR})$
450sh*	475m*		$\nu_3(\text{R})$
		380w	
300s	350s		$\nu \text{ MO}$
$\text{CoC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	$\text{CoC}_2\text{O}_4$	$\text{Co}_3\text{O}_4$	

TABELLA IIi

Spettri infrarossi di emissione del  $\text{NiC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  in varie zone di temperature (frequenze in  $\text{cm}^{-1}$ ).

20-180°C	180-290°C	> 290°C	Attribuzione
910vw*	915w*		$\nu_2(\text{R})$
820s	818s		$\nu_{12}(\text{IR})$
740w			lib. $\text{H}_2\text{O}$
	610vw*		$\nu_6(\text{R})$
600m, b			lib. $\text{H}_2\text{O}$
		550sh	
490s	540s		$\nu_{10}(\text{IR})$
		490s, b	
450sh*	485sh*		$\nu_3(\text{R})$
		405s, b	
330m	380s		$\nu \text{ MO}$
$\text{NiC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	$\text{NiC}_2\text{O}_4$	$\text{NiO}$	

TABELLA IIj

Spettri infrarossi di emissione del  $\text{MnC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  in varie zone di temperature (frequenze in  $\text{cm}^{-1}$ ).

20-110°C	110-250°C	> 250°C	Attribuzione
900vw*	910vw*		$\nu_2(\text{R})$
805s	790s		$\nu_{12}(\text{IR})$
700m, b			lib. $\text{H}_2\text{O}$
	610vw*		$\nu_6(\text{R})$
		600s	
580m, b			lib. $\text{H}_2\text{O}$
490s	510s		$\nu_{10}(\text{IR})$
		480s	
430w*	410m*		$\nu_3(\text{R})$
		410w	
290s	290s, b		$\nu \text{ MO}$
$\text{MnC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	$\text{MnC}_2\text{O}_4$	$\text{Mn}_3\text{O}_4$	

TABELLA III

Spettri di emissione del  $\text{Ag}_2\text{C}_2\text{O}_4$  nell'infrarosso in varie zone di temperature (frequenze in  $\text{cm}^{-1}$ ).

20-150°C	> 150°C	Attribuzione
980w*		$\nu_2(\text{R})$
771vs		$\nu_{12}(\text{IR})$
605vw*		$\nu_6(\text{R})$
520s		$\nu_{10}(\text{IR})$
410w*		$\nu_3(\text{R})$
280m. b		$\nu \text{ MO}$

Si osserva in primo luogo dall'esame delle Tab. I, II e III che gli ossalati in discussione possono essere suddivisi, in relazione ai loro prodotti di decomposizione finale, in tre categorie: una prima (Tab. I) che conduce alla formazione di carbonati (ossalati di potassio, calcio e bario), una seconda (Tab. II) che porta alla formazione di ossidi (ossalati di Mg, Cu, Zn, Cd, Sn, Pb, Fe, Co, Ni, Mn) ed una terza (Tab. III) che fornisce come prodotto finale il metallo (ossalato di argento).

Alla prima categoria appartengono gli ossalati dei metalli alcalini e alcalino-terrosi esaminati (Tab. I), salvo l'ossalato di magnesio che si decompone in ossido. Ma questa apparente eccezione trova immediata spiegazione nel fatto che, mentre i carbonati degli altri metalli si trasformano in ossidi, in condizioni atmosferiche, a temperature superiori agli  $800^\circ\text{C}$  [18], il carbonato di magnesio già a  $350^\circ\text{C}$  passa ad ossido con liberazione di anidride carbonica. Questa temperatura è inferiore di alcune decine di gradi a quella in cui si ha la decomposizione dell'ossalato; ciò esclude quindi che il prodotto di questa decomposizione possa essere il carbonato ed ancora che questo nelle nostre condizioni possa rilevarsi negli spettri come forma intermedia.

Alla seconda categoria sono da riferire praticamente tutti i rimanenti ossalati (Tab. II), salvo l'ossalato di argento. Se si considera la bassa stabilità dei carbonati di questi metalli [18, 19] ed insieme le relativamente alte temperature di decomposizione degli ossalati in discussione, sembrerebbe ammissibile anche in questi casi una giustificazione alla formazione degli ossidi analoga a quella formulata per l'ossido di magnesio.

Infine, nel caso dell'ossalato di argento, la maggiore stabilità del metallo rispetto all'ossido [4] favorisce la formazione del primo.

Nelle Figg. 1, 2 e 3 sono disegnati a mò di esempio gli spettri forniti nelle varie condizioni dall'ossalato di calcio, di magnesio e di argento, caratteristici per ognuna delle classi di composti considerati.

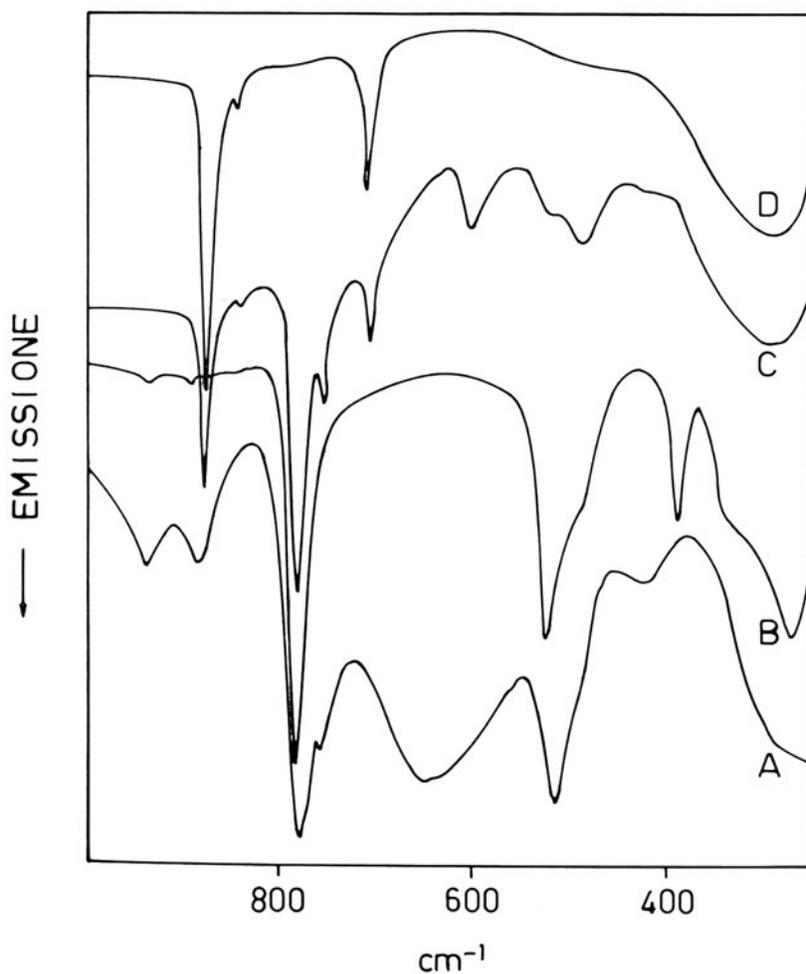


Fig. 1

Spettri infrarossi di emissione dell'ossalato di calcio a 100°C (A), 200°C (B), 350°C (C) 370°C (D).

Nelle Tab. I, II e III sono riportate, accanto alle frequenze dei massimi, rilevate sugli spettri di emissione dei vari ossalati alle temperature segnate, e ad una valutazione delle loro intensità relative, pure le assegnazioni di tali bande; per quelle dello ione ossalico ci siamo riferiti alle

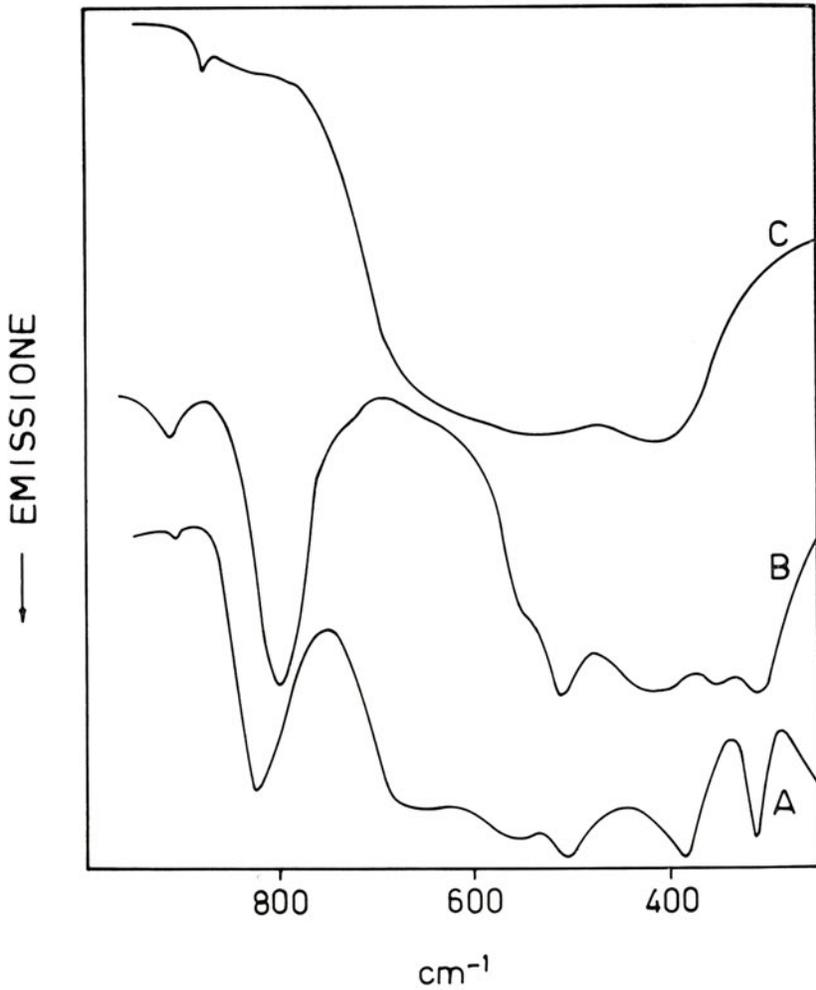


Fig. 2

Spettri infrarossi di emissione dell'ossalato di magnesio a 150°C (A), 200°C (B) e 380°C (C).

assegnazioni proposte da Fujita e coll. [20]. Rileviamo che compaiono negli spettri di emissione dei sali a temperature superiori a quella ambiente, componenti che, per ioni ossalici a simmetria  $D_{2h}$  risultano inattive in infrarosso (vedi [20]); esse, per comodità, sono state contraddistinte con un asterisco nelle tabelle. Queste componenti risultano spesso di debole intensità, ma in alcuni casi (Mg, Ca, Cu, Cd, Sn, Pb, Fe, Co, Ni),

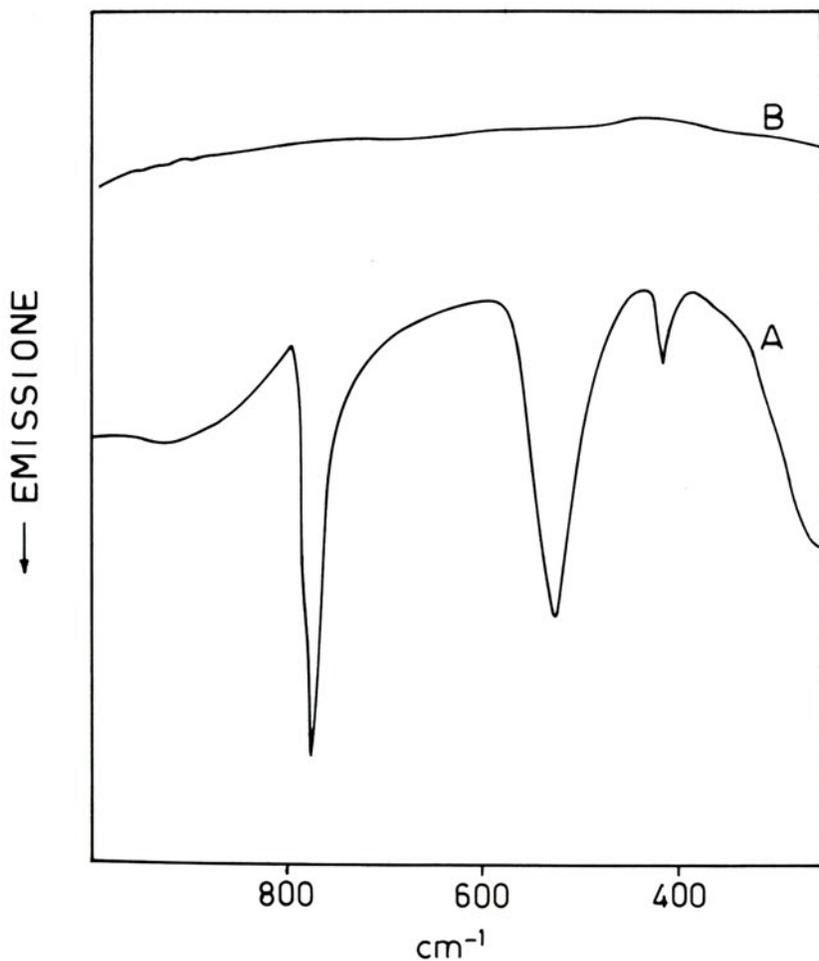


Fig. 3

Spettri infrarossi di emissione dell'ossalato di argento a 120°C (A) e 150°C (B).

specie sui sali anidri, si presentano di intensità media o forte. La registrazione di queste componenti nello spettro sta a dimostrare che l'ipotesi della presenza nei cristalli dei sali di ioni ossalici a simmetria  $D_{2h}$  non corrisponde in pieno allo stato reale dei fatti: l'attività di queste bande in infrarosso implicherebbe infatti la presenza di ioni ossalici a più bassa simmetria. Ancora queste componenti in genere si intensificano con l'anidrifcazione dei sali e il successivo ulteriore riscaldamento. Sulla base di questi dati sembra quindi di poter affermare che la decomposizione degli ioni ossalici è preceduta, nella maggior parte dei casi, da una loro progressiva deformazione che li porterebbe ad un abbassamento via via più marcato della loro simmetria all'aumentare della temperatura. In effetti, già Freeberg e coll. [7], in una loro ricerca sullo spettro dell'ossalato di calcio, avevano osservato la presenza di bande anomale da essi proprio attribuite a ioni ossalici a simmetria  $C_{2v}$ .

Rileviamo infine che, con l'anidrifcazione dei sali, da noi verificata sull'indebolimento e successiva scomparsa delle componenti dell'acqua a  $600-700\text{ cm}^{-1}$ , come descritto in [15], si osserva, nella maggior parte dei casi, la formazione di una banda accanto alla  $\nu_{10}$  dello ione ossalico che via via aumenta di intensità. Contemporaneamente diminuisce l'intensità della banda  $\nu_{10}$  originaria, fino ad essere completamente sostituita dalla nuova al momento della completa disidratazione. Non insistiamo su questo argomento che è già stato oggetto di discussione in una precedente nota, alla quale rimandiamo [15]. Desideriamo solo notare in questa sede che la presenza contemporanea della coppia di bande  $\nu_{10}$  a disidratazione non ancora completa, potrebbe condurre ad ammettere che, in queste condizioni esistano contemporaneamente nel cristallo due diversi tipi di ioni ossalici il cui peso relativo varia in funzione appunto delle condizioni di disidratazione.

Infine, sul piano pratico applicativo, rileviamo che le metodologie da noi utilizzate possono consentire, specie operando sotto vuoto o in ambiente inerte, la preparazione di campioni spettroscopici di ossidi o metalli con particelle di dimensioni estremamente ridotte e già direttamente attivati all'atto della loro formazione. Ciò può essere di interesse nello studio spettroscopico di speci adsorbite e di reazioni catalizzate ad es. su metalli; queste indagini, con i mezzi spettroscopici tradizionali, risultano, come noto, di non facile realizzazione pratica. Attualmente abbiamo in corso ricerche proprio sulla produzione di campioni spettroscopici di metalli ottenuti sotto vuoto per decomposizione di ossalati e sulle loro caratteristiche, in relazione ad una loro utilizzazione per gli scopi accennati.

BIBLIOGRAFIA

- [1] C. DUVAL, *Inorganic Thermogravimetric Anal.*, Elsevier Publ. Co., Amsterdam 1963.
- [2] YA. A. UGAI, *Zhur. Obschei. Khim.* 24, 1315 (1954).
- [3] E. D. MACKLEN, J. *Inorg. Nucl. Chem.* 30, 2689 (1968).
- [4] D. DOLLIMORE, D. L. GRIFFITHS e D. NICHOLSON, *J. Chem. Soc.* 2617 (1963).
- [5] D. DOLLIMORE e D. L. GRIFFITHS, *J. Thermal Anal.* 2, 229 (1970).
- [6] K. O. HARTMANN e I. C. HISATSUNE, *J. Phys. Chem.* 71, 392 (1967).
- [7] F. E. FREEBERG, K. O. HARTMANN, I. C. HISATSUNE e J. M. SCHEMPF, *J. Phys. Chem.* 71, 397 (1967).
- [8] F. CAPPELLINA, V. CARASSITI e G. FABBRI, *Ann. Chim.* 50, 615 (1960).
- [9] R. C. RAU, *Advan. X-Ray Anal.* 4, 19 (1961).
- [10] V. V. SUBBA RAO, R. V. G. RAO e A. B. BISWAS, *Indian J. Chem.* 3, 482 (1965).
- [11] P.K. GALLAGHER, F. SCHREI e B. PRESCOTT, *Inorg. Chem.* 9, 215 (1970).
- [12] K.KAWARITA, A. ITO e O. AMAKASU, *Nippon Kagaku Zasshi* 83, 271 (1962).
- [13] G. FABBRI e P. BARALDI, *Appl. Spectrosc.* 26, 593 (1972).
- [14] G. FABBRI e P. BARALDI, *Ann. Chim.* 62, 740 (1972).
- [15] G. FABBRI, P. BARALDI e P. FRASSOLDATI, questa rivista.
- [16] F. F. BENTLEY, L. D. SMITHSON e A. L. ROZEK, *Infrared Spectra and Charact. Frequencies 700-300 cm<sup>-1</sup>*, Interscience Publ., New York 1968.
- [17] R. A. NYQUIST e R. O. KAGEL, *Infrared Spectra of Inorganic Compounds*, Academic Press, New York 1971.
- [18] *Handbook of Chemistry and Physics*, 50th Ed., The Chem. Rubber Co.
- [19] R. C. MAKENZIE, *Differential Thermal Anal.*, Academic Press 1970.
- [20] J. FUJITA, K. NAKAMOTO e M. KOBAYASHI, *J. Phys. Chem.* 61, 1014 (1957).

D. Coppini - A. Albasini - A. Monzani

Cattedra di Chimica degli Alimenti  
Istituto di Chimica Farmaceutica e Tossicologica della Università di Modena

### *RICERCHE SULL'ACETO BALSAMICO (\*)*

#### RIASSUNTO

In una serie di campioni, costituiti da mosto di uva Trebbiano e da prodotti di acetificazione ottenuti secondo la tradizionale tecnica che porta alla formazione di aceto balsamico, sono state eseguite ricerche per via chimica e gascromatografica, allo scopo di mettere in evidenza le trasformazioni qualitative e quantitative che si manifestano nel tempo nei diversi componenti, in particolare in quelli che contribuiscono in maniera più rilevante alla formazione del « bouquet ».

Dall'esame dei dati ottenuti appare evidente col trascorrere degli anni l'incremento della maggior parte dei componenti e la presenza nei vapori di diverse sostanze volatili dotate di specifiche caratteristiche aromatiche.

In una precedente nota (1) sono stati presi in esame i componenti di alcuni campioni di aceto balsamico provenienti da diverse acetaie secolari e la stessa indagine è stata estesa anche a residui molli e semiseccchi di 100 e più anni, prelevati da barilotti da tempo non più in attività. In detto lavoro sono state eseguite, oltre alle comuni ricerche, anche quelle delle sostanze acetoiniche, dell'acetaldeide, dell'istidina e dell'istamina: tutti questi composti sono risultati presenti, sia negli aceti che nei residui, in dosi piuttosto rilevanti.

La composizione chimica dell'aceto balsamico è molto complessa ed una approfondita indagine, soprattutto in relazione con la particolare tecnica di preparazione, non è ancora stata eseguita.

---

(\*) Ricerche eseguite con il contributo del CNR.

Il primo ad interessarsi di questo prodotto di tradizionale preparazione modenese, è stato Sestini (2), il quale ne fece conoscere le principali caratteristiche, che lo distinguevano da ogni altro aceto non solo per il gradevole aroma che gli è proprio, ma anche per la sua ricchezza in zuccheri e per l'abbondante quantità di altre materie organiche. In tempi più vicini Parisi (3) ha messo in evidenza anche la presenza di composti ritenuti caratteristici della attività microbica, quali acetilmetilcarbinolo, aldeide acetica, acido formico, alcool etilico, glicerina e acido succinico. Canuti e Coppiardi (4) infine, su aceti di venti, sessanta e cento anni circa di età hanno eseguito oltre alle consuete determinazioni analitiche, quelle dell'acetilmetilcarbinolo, dell'indice di iodio e dell'indice picrammico, avanzando peraltro riserve sulla univocità dei metodi di preparazione e sulla identità merceologica tra i prodotti studiati e quelli normalmente esistenti in commercio, tutelati dal D.M. 3-12-1965 (5).

Come è noto, la classica preparazione dell'aceto balsamico richiede un notevole numero di anni, durante i quali, partendo dal mosto concentrato di uva Trebbiano e travasando il prodotto formatosi di anno in anno in successivi barilotti da acetificazione di capacità sempre minore, avviene una lenta fermentazione alcolica, seguita da ulteriori lentissime trasformazioni che portano ad una progressiva concentrazione e ad un insieme di fatti di ossidazione e di combinazione fra i composti originatisi nelle prime fasi, con formazione di quell'insieme di carattere organolettico che dà pregio all'aceto balsamico.

Poichè non risulta dalla letteratura che siano state eseguite ricerche sistematiche su campioni provenienti da singoli barili di una stessa acetaia condotta con tecnica tradizionale, abbiamo ritenuto interessante intraprendere una indagine su una serie di detti campioni, in progressione annuale, onde mettere in evidenza le trasformazioni qualitative e quantitative che si manifestano nel tempo nei diversi componenti, in particolare in quelli che di norma contribuiscono in maniera più rilevante alla formazione del « bouquet ».

L'esecuzione del presente lavoro è stata resa possibile dall'aver potuto disporre di una serie di prodotti di acetificazione, oltre al mosto concentrato di Trebbiano (\*), provenienti da una acetaia più che secolare di conduzione familiare. Detta acetaia, costituita da 11 recipienti (10 barili e barilotti in legno rovere di capacità decrescente da 100 a 10 litri e uno « zucchetto » in terracotta da 6 litri come ultimo della serie) è situata nella zona

---

(\*) Gentilmente forniti dalla Prof. Daria Bertolani Marchetti, che vivamente ringraziamo.

preappenninica della pianura modenese e sistemata, secondo la consuetudine, in un sottotetto esposto a Sud-Ovest. Il procedimento per la manutenzione della serie è quello tradizionale, senza alcuna aggiunta di sostanze aromatiche, caramello od altro.

Le nostre indagini sono state eseguite sul mosto (lasciato fermentare per 24 h e successivamente concentrato a metà volume) utilizzato quale materia prima e su undici campioni del prodotto di acetificazione prelevati nella prima decade di ottobre del 1973 da altrettanti recipienti facenti parte della suddetta acetaia.

Oltre alle ricerche chimiche sui più importanti componenti (Tab. I) è stato messo a punto un metodo per il riconoscimento e il dosaggio semi-quantitativo gas-cromatografico delle sostanze volatili presenti nei vapori del mosto e dei prodotti di acetificazione (Tab. II).

### *Parte sperimentale*

Le comuni determinazioni analitiche e quella dell'acetaldeide sono state eseguite secondo i Metodi Ufficiali di Analisi (6); per diacetile, acetilmetilcarbinolo e 2,3-butilenglicole è stato impiegato il metodo di Hooreman (7) che, prevede la trasformazione di queste sostanze in nicheldimetilglicosima con successiva valutazione spettrofotometrica della soluzione rossa ottenuta.

Per quanto riguarda la determinazione delle sostanze volatili, i vapori sono stati prelevati ponendo ml 2 di liquido addizionato di 5  $\mu$ l di butile acetato iso quale standard interno, in un pallone con tappo a smeriglio della capacità di ml 50, immerso in termostato alla temperatura di 35°. Dopo mezz'ora i vapori liberatisi venivano prelevati mediante un flusso di aria (flusso 300 ml/', durata del prelievo 10'') e inviati nella valvola di iniezione del gas-cromatografo (capacità del serpentino 1 ml). È stato usato un gas-cromatografo Perkin Elmer 881, equipaggiato con colonne in acciaio, lunghezza m.2,  $\varnothing$  1/8'', al 5% di carbowax 1500 sul Cromosorb W 80-100. Flusso del gas di trasporto (N<sub>2</sub>) 30 ml/': aria 500 ml/', idrogeno 40 ml/'. Temperature: iniettore e rivelatore 130°; colonne 25°.

I gascromatogrammi dei campioni esaminati presentano numerosi picchi, alcuni dei quali non del tutto risolti, e di intensità notevolmente diverse.

Per confronto con standard cromatografici è stato possibile finora mettere in evidenza la presenza dei seguenti composti: acetaldeide, metile formiato, metile acetato, etile formiato, etile acetato, metanolo ed etanolo.



Tra questi, i composti presenti in maggior quantità sono risultati nell'ordine il metanolo, l'acetaldeide, l'etile formiato, l'etile acetato e l'etanolo.

In tab. II sono riportati i dati semiquantitativi relativi ai succitati componenti più importanti; tali dati sono stati ottenuti rapportando le

TABELLA II

Campione	Acetaldeide	Etile formiato	Etile acetato	Metanolo	Etanolo
10	$8 \times 10^{-3}$	$3,6 \times 10^{-2}$	4,06	$3,4 \times 10^{-3}$	2,58
9	$8 \times 10^{-3}$	$2,0 \times 10^{-2}$	4,07	$1,8 \times 10^{-3}$	2,52
8	$5,4 \times 10^{-3}$	$1,2 \times 10^{-2}$	2,60	$1,2 \times 10^{-3}$	3,85
7	$6,0 \times 10^{-3}$	$7,0 \times 10^{-3}$	1,66	$9,0 \times 10^{-4}$	4,46
6	$5,0 \times 10^{-3}$	$5,5 \times 10^{-3}$	1,57	$3,0 \times 10^{-4}$	4,34
5	$5,4 \times 10^{-3}$	$7,3 \times 10^{-3}$	1,84	tracce	4,37
4	$2,2 \times 10^{-2}$	$1,1 \times 10^{-2}$	1,61	tracce	5,34
3	$1,0 \times 10^{-2}$	$8,7 \times 10^{-4}$	$1,8 \times 10^{-1}$	tracce	2,20
2	$3,6 \times 10^{-3}$	$7,0 \times 10^{-4}$	$4,4 \times 10^{-2}$	tracce	4,45
1	$1,8 \times 10^{-3}$	$4,0 \times 10^{-4}$	$3,6 \times 10^{-2}$	tracce	6,30
0	$1,5 \times 10^{-3}$	$5,0 \times 10^{-4}$	$3,4 \times 10^{-2}$	tracce	7,60

aree dei picchi dei singoli componenti a quella dello standard interno; le analisi sono state condotte su 11 campioni: il campione 0 è costituito dal mosto, i campioni 1, 2, . . . 10, dai prodotti di acetificazione dei corrispondenti barilotti 1, 2, . . . 10.

### Conclusioni

Dall'esame della Tabella I appare evidente nei successivi campioni l'incremento, col trascorrere del tempo, della maggior parte dei componenti ricercati. Per quanto in particolare si riferisce all'estratto totale e, in proporzione minore, all'acidità fissa si può affermare che i relativi incrementi sono da mettere in relazione con la concentrazione che subisce l'aceto balsamico negli anni che occorrono per la formazione dell'aceto

stesso nella sua completezza. Allo stesso motivo deve attribuirsi anche il forte incremento di sostanza zuccherina, che contribuisce ad impartire all'aceto il caratteristico sapore gradevole e morbido, attenuante l'asprezza dovuta all'acidità. Parte dello zucchero subisce peraltro la fermentazione alcolica con il simultaneo formarsi di alcool etilico dagli zuccheri stessi e di acido acetico per ossidazione dell'alcool, data la contemporanea presenza, evidenziata da Sacchetti (8) nelle sue importanti ricerche microbiologiche sull'aceto balsamico, dei *Zygosaccharomyces* e degli acetobatteri. Per quanto riguarda in particolare l'acidità acetica, la maggior produzione si verifica nei primi anni e l'incremento riscontrato deve anche essere posto in relazione con il continuo concentrarsi del prodotto di acetificazione dal primo all'ultimo barilotto; vi è inoltre da considerare che parte dell'acido acetico si ritrova esterificato.

Delle sostanze acetoiniche, il primo prodotto che si forma nella fermentazione alcolica è, come noto, il 2,3-butilenglicole, da cui deriva per ossidazione microbiologica, l'acetilmetilcarbonolo e quindi il diacetile. In base ai dati rilevati, si può affermare che durante il primo anno si manifesta una notevole produzione di butilenglicole; questa sostanza non dimostra peraltro un forte incremento, evidentemente anche per il motivo che in parte si trasforma in acetilmetilcarbinolo. Quest'ultimo e il diacetile, che contribuiscono alla formazione dell'aroma dell'aceto balsamico, si formano invece in quantità rilevante nel succedersi degli anni, diminuendo soltanto negli ultimi barilotti.

Infine l'acetaldeide, che nel primo anno si ritrova in buona quantità, non presenta un aumento progressivo nel tempo, evidentemente per il suo basso punto di ebollizione, che ne favorisce la evaporazione durante la stagione calda ed a causa della trasformazione ossidativa ad acido acetico.

Dall'analisi dei dati in Tab. II, risultano evidenti alcuni andamenti caratteristici della composizione dei vapori in funzione dell'età dell'aceto. Si può notare infatti, che, mentre il contenuto in etanolo decresce con l'invecchiamento, le quantità di etile formiato, metanolo ed etile acetato aumentano con il passare degli anni e l'acetaldeide sembra essere costante. L'acetato di etile, basso nel mosto e nei primi anni, raggiunge e supera, col tempo, l'alcool etilico. In base a questo ultimo risultato si può quindi arrivare alla conclusione che nei vapori di un « buon » aceto balsamico deve essere presente un quantitativo di acetato di etile dello stesso ordine di grandezza di quello dell'etanolo, assieme a piccole quantità, ben evidenziabili, di acetaldeide ed etile formiato.

Una conferma di tali conclusioni si è ottenuta analizzando, con la medesima tecnica, i vapori di singoli campioni di aceto balsamico, a no-

tevole invecchiamento, provenienti sempre da acetaie a conduzione familiare (Tab. III).

TABELLA III

Campione	Acetaldeide	Etile formiato	Etile acetato	Metanolo	Etanolo
A	$4,00 \times 10^{-3}$	$5,00 \times 10^{-2}$	2,9	tracce	1,40
B	$1,30 \times 10^{-3}$	$2,00 \times 10^{-2}$	$7,7 \times 10^{-1}$	tracce	1,73
C	$1,20 \times 10^{-2}$	$1,00 \times 10^{-2}$	$2,4 \times 10^{-1}$	$1,6 \times 10^{-3}$	$2,5 \times 10^{-1}$
D	$7,27 \times 10^{-3}$	$1,05 \times 10^{-2}$	$7,3 \times 10^{-1}$	$1,1 \times 10^{-3}$	$1,8 \times 10^{-1}$
E	$6,00 \times 10^{-3}$	$1,40 \times 10^{-2}$	$6,5 \times 10^{-2}$	$2,5 \times 10^{-4}$	$1,1 \times 10^{-1}$

Pervenuto il 18 luglio 1975

#### BIBLIOGRAFIA

- (1) COPPINI D., MONZANI A., PLESSI M., *Atti Soc. Nat. Mat. Modena*, 104, 137; 1973.
- (2) SESTINI F., *R. Ist. Tecnico, Forlì*, pag 27; 1867-68.
- (3) PARISI E., *Ann. Chim. Appl.*, 18, 395; 1928.
- (4) CANUÌ A., COPPIARDI G., *Ind. Alim.*, 3, 89; 1969.
- (5) *Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana*, n. 306 del 9-12-1965.
- (6) Ministero dell'Agricoltura e delle Foreste, *Metodi Ufficiali di Analisi per i mosti, i vini e gli aceti*, Istituto Poligrafico dello Stato, Roma, 1958.
- (7) HOOREMAN M., *C.R. Acad. Sci.*, 222, 1257; 1946 e 225, 208; 1947.
- (8) SACCHETTI M., *Boll. Sez. Ital. Soc. Int. Microbiol.*, 22, 1; 1936 — SACCHETTI M., *Sull'aceto balsamico di Modena*, Ed. Agricola, Bologna, 1970.



G. Fabbri - P. Baraldi

Laboratorio di Chimica Fisica Applicata  
Istituto di Chimica Fisica, Università di Modena

## *DECOMPOSIZIONE TERMICA DI SALI DI ACIDI ORGANICI*

### II - Decomposizione di ossalati metallici sotto vuoto

#### RIASSUNTO

Il comportamento di una serie di ossalati al riscaldamento in vari ambienti suggerisce che la decomposizione porti in ogni caso al metallo e che questo si ossidi in presenza di ossigeno. Qualora però la decomposizione venga effettuata in ambiente di azoto, una successiva ossidazione dei metalli con ossigeno atmosferico presenta lati di interpretazione non immediata.

Nell'ambito delle ricerche in corso sulla decomposizione di sali di acidi organici (1, 2) riferiamo in questa nota alcuni risultati ottenuti sulla decomposizione termica di una serie di ossalati metallici, operando sotto vuoto o in atmosfera inerte.

Le ricerche sono state condotte utilizzando le tecniche della spettroscopia infrarossa di emissione già da noi messe a punto e descritte in precedenti note (2, 3) alle quali rimandiamo per ogni dettaglio.

In Tab. I sono riportati i risultati ottenuti facendo avvenire la decomposizione sotto un vuoto dinamico di  $10^{-2}$ - $10^{-3}$  Torr. Nella prima colonna sono elencati i valori delle temperature di disidratazione e nella seconda colonna quelli di decomposizione dei 14 ossalati esaminati; questi valori sono stati desunti dall'analisi degli spettri infrarossi di emissione via via registrati sui campioni sottoposti a riscaldamento. I valori indicati rappresentano, per ogni composto, le temperature alle quali si è osservata nello

spettro la completa scomparsa delle bande riferibili rispettivamente all'acqua di cristallizzazione e di quelle caratteristiche del sale anidro. Nella terza colonna sono elencati per i vari sali i prodotti della loro decomposizione ottenuti per riscaldamento dei sali stessi fino alla temperatura di 500°C; tali prodotti sono stati identificati sia in base al confronto con spettri di assorbimento noti, sia in base all'analisi chimica, come già illustrato nella precedente serie di esperienze (2).

TABELLA I

Temperature (°C) di disidratazione (A) e di decomposizione (B) di ossalati metallici sotto vuoto.

Sale	A	B	Prodotto
$K_2C_2O_4 \cdot H_2O$	90	490	$K_2CO_3$
$MgC_2O_4 \cdot 2H_2O$	150	410	MgO
$CaC_2O_4 \cdot H_2O$	130	400	$CaCO_3$
$BaC_2O_4 \cdot H_2O$	90	410	$BaCO_3$
$ZnC_2O_4 \cdot 2H_2O$	80	330	ZnO
$CdC_2O_4$		315	Cd + CdO
$CuC_2O_4$		280	Cu + $Cu_2O$
$Ag_2C_2O_4$		170	Ag
$SnC_2O_4$		335	SnO
$PbC_2O_4$		350	Pb + PbO
$FeC_2O_4 \cdot 2H_2O$	120	320	$Fe_3O_4$
$CoC_2O_4 \cdot 2H_2O$	125	330	Co + CoO
$NiC_2O_4 \cdot 2H_2O$	160	330	Ni + NiO
$MnC_2O_4 \cdot 2H_2O$	100	320	MnO

In relazione ai tipi di prodotti di decomposizione ottenuti osserviamo subito dalla tabella che in tre casi (ossalati di potassio, calcio e bario) si ha come prodotto finale il carbonato, mentre in altri (sali di magnesio, zinco, stagno e manganese) si ottiene l'ossido; in altri ancora (sali di cadmio, rame, piombo, cobalto e nichel) si ottiene una miscela di ossido e di metallo ed infine, nel caso del sale di argento, il metallo. Senza entrare in questa sede

in una discussione sul confronto con i risultati ottenuti sugli stessi composti per riscaldamento all'aria a pressione atmosferica, notiamo che i sali che in queste esperienze, eseguite in vuoto d'aria, forniscono una miscela di ossido e di metallo, all'aria a pressione atmosferica danno luogo alla formazione del solo ossido. Rileviamo quindi che i prodotti della decomposizione dipendono strettamente non solo dal tipo di catione che costituisce il sale, ma anche dall'ambiente in cui la decomposizione viene condotta.

In questa ricerca abbiamo posto la nostra attenzione particolarmente sui casi in cui il riscaldamento sotto vuoto di aria ha portato alla formazione di una miscela del metallo e del suo ossido (sali di cadmio, rame, piombo, cobalto, nichel); Le figg. 1 e 2 riportano a titolo di esempio gli spettri registrati su campioni di ossalato di rame riscaldati all'aria e sotto vuoto rispettivamente. Mentre nella prima si osserva la comparsa di una

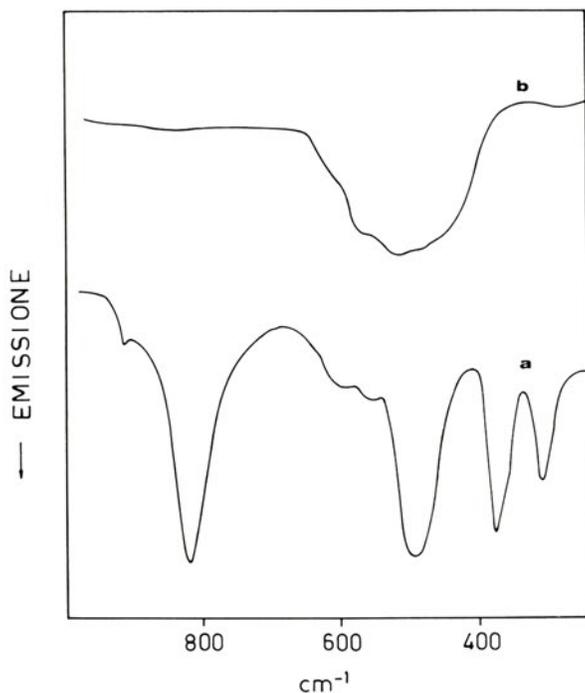


Fig. 1

Spettri di emissione registrati sull'ossalato di rame riscaldato all'aria a 200 (a) e 240°C (b).

intensa banda attribuibile al  $\text{CuO}$ , nella seconda lo spettro indica la formazione di una piccola quantità di  $\text{Cu}_2\text{O}$ . Risultati analoghi furono evidenziati, per i sali di Cd, Cu e Pb, da Ugai (4) e per quelli di Co e Cu da Kornienko (5) operando sotto vuoto; Dollimore e Griffiths (6) operando in atmosfera di azoto ottennero i metalli come prodotti finali della decomposizione degli stessi composti. Questa ulteriore serie di dati pone ancora in evidenza l'importanza che gioca il ruolo dell'ambiente nella definizione

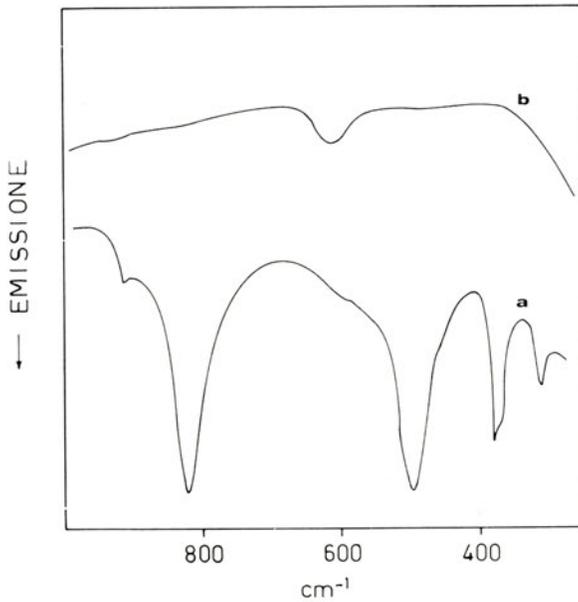
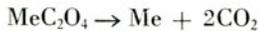


Fig. 2

Spettri di emissione registrati sull'ossalato di rame riscaldato sotto vuoto a 200 (a) e 280°C (b).

dei tipi di prodotti risultanti dalla decomposizione dei sali in esame.

Dollimore e Griffiths (6) interpretano le differenze osservate con la ipotesi che la decomposizione degli ossalati metallici porti in ogni caso alla formazione del metallo secondo lo schema:



Sempre secondo questi AA. il metallo così formatosi si trasformerebbe però immediatamente in ossido in presenza di ossigeno, e ciò renderebbe conto dei risultati ottenuti all'aria e giustificherebbe anche la presenza di quelle quantità di ossido che si ritrovano accanto al metallo operando sotto vuoto d'aria, come effetto di quella piccola quantità di ossigeno pur presente nell'ambiente. In accordo con Dollimore e Griffiths (6) l'ossidazione del metallo in queste condizioni deve comunque essere immediata in quanto, sugli spettri, le componenti caratteristiche dell'ossido compaiono immediatamente, contemporaneamente cioè alla scomparsa di quelle dell'ossalato. Sulla base di questi fatti si dovrebbe allora prevedere che, operando con le nostre tecniche in atmosfera di azoto, si debbano ottenere, nei casi in discussione, i soli metalli anziché miscele di ossidi e metalli; ma ancora che, esponendo successivamente all'aria i metalli così ottenuti, si debba giungere ad una loro immediata trasformazione in ossido.

Le esperienze da noi condotte su questi punti hanno pienamente confermato la prima ipotesi: nel caso infatti che la decomposizione degli ossalati di Cd, Cu, Pb, Co e Ni venga condotta in atmosfera di azoto si ha la formazione del solo metallo, con esclusione quindi di produzione di ossido. Ciò conferma quindi senza equivoci che della formazione della quantità di ossido che si ottiene operando sotto vuoto d'aria è responsabile l'ossigeno atmosferico presente nell'ambiente. Per quanto si riferisce al secondo punto, le nostre esperienze non sarebbero completamente in accordo con le ipotesi di cui sopra. In effetti, immettendo alla temperatura di esperienza aria nella cella contenente i campioni di metalli appena formati per decomposizione dei rispettivi ossalati in atmosfera di azoto, si dovrebbe prevedere una immediata o comunque assai rapida trasformazione di questi metalli in ossidi e con ciò la comparsa e immediata intensificazione nello spettro delle bande riferibili all'ossido. Ciò in effetti avviene, ma con lentezza tale da escludere che la trasformazione del metallo in ossido sia immediata; dalla Fig. 3, si può osservare che, nel caso del Ni, le prime tracce di componenti spettrali riferibili alla presenza di ossido compaiono infatti solo dopo 5 minuti dall'introduzione dell'aria nella cella. Si osserva ancora che la trasformazione si completa non prima di 30 minuti. Questo risultato sperimentale suggerisce inequivocabilmente che il processo di ossidazione del metallo da parte dell'ossigeno atmosferico, quando il primo sia stato formato dall'ossalato in atmosfera di azoto anziché di aria, risulta rallentato in maniera sostanziale. Sulle ragioni di ciò è al momento difficile proporre concrete ipotesi; si potrebbe ad es. supporre che i cristalli del metallo, quando si formano in atmosfera di azoto, vengano immediatamente ricoperti da uno o più strati di questo gas; questi strati adsorbiti ostacolereb-

bero poi un libero immediato contatto fra superficie metallica e ossigeno successivamente introdotto nella cella.

Dati sperimentali precisi che confermino o meno un'ipotesi di questo genere ci sembra possano essere ottenuti da misure termogravimetriche sotto vuoto o in atmosfera controllata. Stiamo quindi ora cercando di approntare ricerche di questi tipo, dato l'interesse che presenta l'argomento anche in relazione al problema delle proprietà non solo di reattività, ma anche di attività catalitiche che l'atmosfera di reazione può indurre.

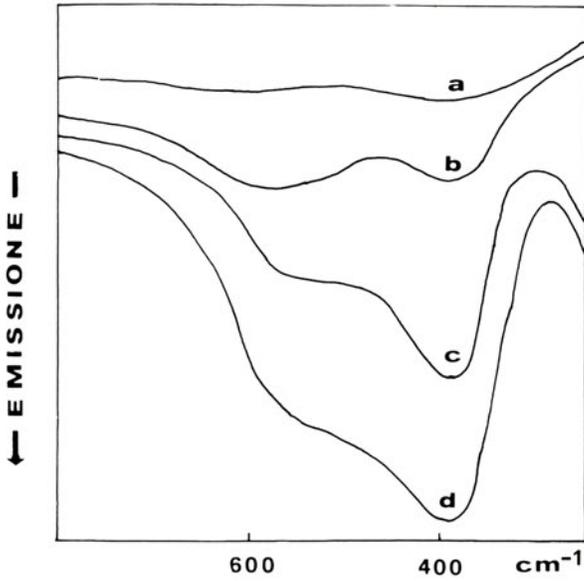


Fig. 3

Spettri di emissione registrati su nichel sotto vuoto (a) e dopo 5 (b), 15 (c) e 30 minuti (d) dalla immissione di aria a pressione atmosferica.

BIBLIOGRAFIA

- (1) G. FABBRI, P. BARALDI e P. FRASSOLDATI, questo volume.
- (2) G. FABBRI e P. BARALDI, questo volume.
- (3) G. FABBRI e P. BARALDI, *Appl. Spectry.*, 26, 593 (1972).
- (4) YA. A. UGAI, *Zhur. Obschei. Khim.*, 24, 1315 (1954).
- (5) V.P. KORNIENKO, *Ukrain. Khim. Zhur.*, 23, 159 (1957).
- (6) D. DOLLIMORE e D.L. GRIFFITHS, *J. Thermal Anal.*, 2, 229 (1970).



**Maria Grazia Giorgini - Bruno Fortunato - Paolo Mirone**

Centro di Spettroscopia Raman, Istituto Chimico G. Ciamician, Università di Bologna  
Istituto Chimico della Facoltà di Ingegneria, Università di Bologna  
Istituto di Chimica Fisica, Università di Modena

***INFRARED AND RAMAN SPECTRA  
AND VIBRATIONAL ASSIGNMENT  
OF MALEIMIDE AND N-DEUTERATED MALEIMIDE***

ABSTRACT

The infrared and Raman spectra of maleimide and N-deuterated maleimide are studied. An assignment of the observed bands is attained on the ground of the usual criteria (depolarization ratios of the Raman bands and contours of the infrared bands in the vapour phase).

INTRODUCTION

The infrared and Raman spectra of compounds containing the group -CO-X-CO- ( $X=O,S$ ) have been studied for some time in our laboratories (1, 2, 3, 4). In particular, the vibrational analysis of maleimide (MI) and of its N-D derivative (DMI) was recently undertaken, and an assignment of the observed frequencies was attained, in view of a normal coordinate treatment.

In a recent paper (5) Woldbaek and coworkers report a vibrational study for the above molecules, where some significant differences appear with respect to our conclusions.

In this note we publish our experimental results, together with the assignments based upon the usual criteria (depolarization ratios of the Raman bands and contours of the infrared bands in the vapour phase).

These assignments are in accordance with the Teller-Redlich product rule.

## EXPERIMENTAL

Maleimide was a Fluka commercial product, and was purified by sublimation. Repeated crystallizations of maleimide from D<sub>2</sub>O yielded N-D maleimide: the bands belonging to the undeuterated compound appeared quite weak in the spectrum and were easily recognized.

Infrared spectra were recorded by means of a Beckman IR-12 grating spectrophotometer. The absorption spectra in the vapour phase were obtained at about 150°C and in the liquid phase at 100°C. For the solid phase spectra, liquid capillary films were allowed to freeze between salt plates.

Raman spectra were obtained by means of a Cary 81 spectrophotometer, equipped with an argon laser source; the line at 514,5 nm was employed as exciting radiation.

## RESULTS AND DISCUSSION

The MI molecule is generally supposed to be planar, at least as regards the ring: indeed we have not found structural data in the literature. It is therefore reasonable to assume a C<sub>2v</sub> symmetry for the free molecule; consequently, the twenty-four normal modes of vibration are classified as follows:

$$9A_1 + 3A_2 + 8B_1 + 4B_2$$

the modes of species B<sub>1</sub> being symmetrical with respect to the ring plane, and those of species B<sub>2</sub> antisymmetrical to it. Furthermore, the vibrations of species A<sub>1</sub> must give polarized Raman lines and the vibrations of species A<sub>2</sub> must be infrared inactive. Nevertheless, it should be remembered that in the condensed states the intermolecular interactions can affect the symmetry of the vibrating system.

We have assumed the following structural parameters:

C-N: 1,39; C-C: 1,47; C=C: 1,30; N-H: 0,99; C=O: 1,19; C-H: 1,08 Å  
 CNC: 107,5°; NCC: 107,7°; NCO: 120,7°; CCH: 122,5°. With these values, the principal moments of inertia turn out to be: I<sub>A</sub> = 126.10<sup>-40</sup> g cm<sup>2</sup>; I<sub>B</sub> = 336.10<sup>-40</sup> g cm<sup>2</sup>; I<sub>C</sub> = 462.10<sup>-40</sup> g cm<sup>2</sup>, where the intermediate axis of inertia coincides with the axis of symmetry. From these data one can predict the absorption band contours in the vapour phase (6): the vibrations of species A<sub>1</sub> must give B-type contours with P-R splittings (at 150°C) of about 12 cm<sup>-1</sup>, those of species B<sub>1</sub> A-type contours with P-R splittings of about 16 cm<sup>-1</sup>, those of species B<sub>2</sub> C-type contours with P-R splittings of 17 cm<sup>-1</sup> approximately. For DMI, where I<sub>A</sub> = 132.10<sup>-40</sup> g



TABLE 2 The vibrational spectrum of N-deuterated maleimide

SOLID Infrared	LIQUID		$\rho_1$	VAPOUR Infrared	ASSIGNMENT
	Infrared	Raman			
3162 m	3162 w	3162 m	0.28		$2 \times \nu_4 = 3164 (A_1)$
3100 ms	3102 mw	3103 ms	0.28		$\nu_1 (A_1); \nu_{13} (B_1)$
2380 s	2510 s	2499 br	p	2600 B	$\nu_2 (A_1)$
1786 m	1791 w	1786 vs	0.36		$2 \times \nu_7 = 1782 (A_1)$
1770 m	1770 sh	1763 vs	0.23		$\nu_3 (A_1)$
1690 sh	1716 vs	1702 sh	0.58		$\nu_{14} (B_1)$
1622 m	1605 w	1613 w			$\nu_{20} + \nu_{16} = 1613 (A_1)$
1578 m	1581 w	1583 s	0.14		$\nu_4(A_1)$
1558 w	1548 w				
1553 w					
1414 m		1400 w			
1340 s	1340 s	1340 ms	0.25	1324 B	$\nu_5 (A_1)$
1330 ms					
	1320 sh	1318 w	0.77		$2 \times \nu_{10} = 1324 (A_1)$
1312 sh					$\nu_{19} + \nu_8 = 1313 (B_1)$
1303 w					$2 \times \nu_8 = 1294 (A_1)$
1287 mw	1285 w	1283 w	p		
1253 m					
1242 m	1229 m	1228 vw			
1207 s	1198 m	1192 w		1218	$\nu_{15} (B_1)$
		1121 vw	0.6		
1090 sh	1083 w				$\nu_{16} (B_1)$
1086 m					
1064 m					
1060 m	1066 mw	1066 ms	0.5	1059 ?	$\nu_6 (A_1); \nu_{17} (B_1)$
970 vw	955 vw	952 w	0.68		$\nu_{10} (A_2)$
890 w	889 w	891 s	0.32		$\nu_7 (A_1)$
858 w					
848 w					
835 s	831 s	832 w	dp	831 C	$\nu_{21} (B_2)$
805 sh	815 sh	814 w		797 A	$\nu_{18} (B_1)$
770 vw	770 vw	768 w	0.72		$\nu_{11} (A_2)$
667 s	662 m	659 sh	0.68	670 A	$\nu_{19} (B_1)$
646 m	647 sh	642 s	0.2		$\nu_8 (A_1)$
603 vw		587 mw	0.5		$2 \times \nu_{12} = 592 (A_1)$
542 mw	530 w	527 mw	0.77	520 A	$\nu_{23} (B_2)$
472 wsh	465 br				$\nu_{20} (B_1)$
418 s	403 mw	399 w	0.85		$\nu_9 (A_1)$
413 s			296 m	0.77	

$\text{cm}^2$  and  $I_C = 468.10^{-40} \text{ g cm}^2$ , the P-R splittings are not appreciably changed. The absorption spectra actually show some clearly shaped contours, and the observed splittings agree well with the predicted ones.

The experimental results are collected in Tables 1 and 2 together with our assignments. Our data are not quite coincident with those of ref. 5.

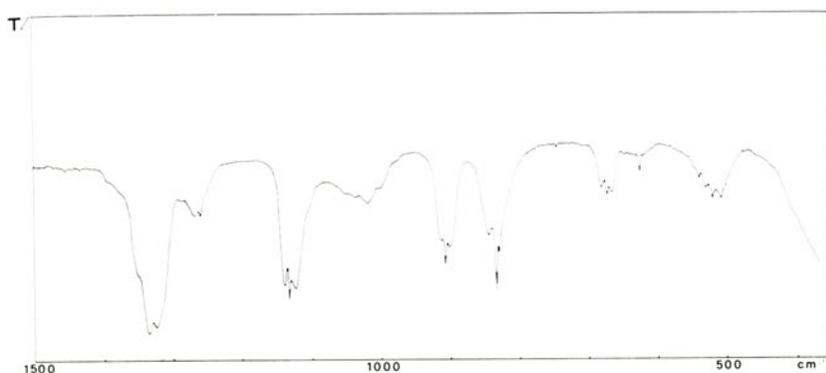


Fig. 1  
Infrared spectrum of maleimide vapour

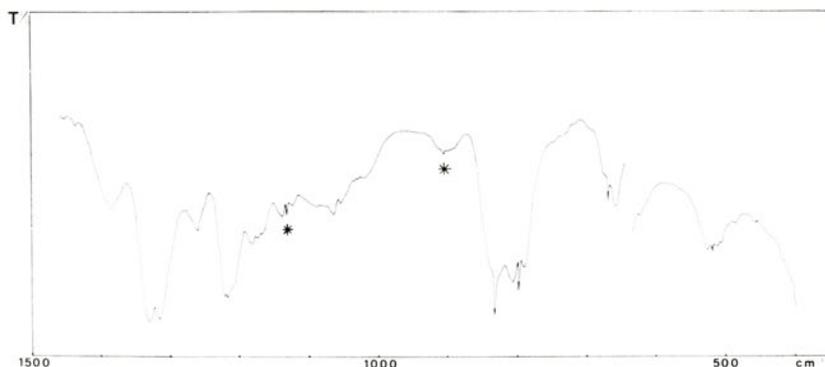


Fig. 2  
Infrared spectrum of N-deuterated maleimide vapour (The asterisks denote bands of maleimide)

Indeed some differences do not appear to be relevant in view of an assignment, but others cannot be neglected.

In MI Woldbaek and coworkers found two strong Raman bands at  $1072$  and  $1067 \text{ cm}^{-1}$ , the former depolarized and the latter polarized. We

carefully re-examined this region with a resolution of  $3\text{ cm}^{-1}$ , but we did not find any evidence of a second band.

Furthermore the same Authors found the Raman band of MI at  $1299\text{ cm}^{-1}$  to be polarized, whereas we measure a depolarization ratio of 0,7 for the same band.

As regards DMI, ref. 5 reports only the solid-phase spectrum, whereas we obtained good-quality liquid and vapour phase spectra, which proved to be very useful in the assignment. In the solid phase spectrum we did not find clear evidence of the bands at  $635$  and  $518\text{ cm}^{-1}$  reported by ref. 5.

Since our assignment is coincident with that of ref. 5 for the species  $A_1$  and  $A_2$ , we will restrict our discussion to the other two species.

Woldbaek and coworkers suggest that a fundamental mode of species  $B_1$  is placed at  $1365\text{ cm}^{-1}$  in MI, and has its counterpart at  $837\text{ cm}^{-1}$  in DMI: they identify this vibration with the N-H (or N-D) in-plane deformation, which would be therefore a group frequency. In this way a fundamental vibration of species  $B_1$  would be very close, in MI, to an  $A_1$  mode at  $1350\text{ cm}^{-1}$ . However there is no conclusive evidence of this in the spectra: in this region we find for both molecules only one band with a neat B-type contour, centered at  $1330$  and  $1324\text{ cm}^{-1}$  respectively; moreover the depolarization ratios of the corresponding Raman bands are rather low (0,25). Alternatively, we propose that a fundamental mode of species  $B_1$  lies at about  $1066\text{ cm}^{-1}$  both in MI and in DMI, and coincides with an  $A_1$  mode in both molecules. Indeed the Raman lines at  $1070\text{ cm}^{-1}$  (MI) and at  $1066\text{ cm}^{-1}$  (DMI) show a rather high depolarization ratio (0,5), while the vapour-phase contours are unclear.

As regards the band of DMI at about  $837\text{ cm}^{-1}$ , its neat C-type contour makes the assignment to the species  $B_2$  unquestionable, in contrast to Woldbaek and coworkers. On the other hand, a  $B_1$  fundamental has been identified by us at  $797\text{ cm}^{-1}$  ( $815$  in the liquid phase) on the ground of its clear A-type contour.

In our assignment, the frequency at about  $1300\text{ cm}^{-1}$  of DMI has been considered to be a combination tone. In this way, three vibrations of species  $B_1$  are significantly affected by deuteration, shifting from  $1300$ ,  $1147$  and  $921$  to  $1195$ ,  $1083$  and  $815\text{ cm}^{-1}$  respectively. This means that the N-H deformation mode is strongly coupled and does not give rise to a group frequency.

As regards the species  $B_2$ , the assignment for DMI given in ref. 5 is open to some criticism. Woldbaek and coworkers place three vibrations of this species at  $850$ ,  $635$  and  $175\text{ cm}^{-1}$ ; these would be unaffected by deuteration, whereas the fourth vibration, identified by them at  $721\text{ cm}^{-1}$  in MI,

would shift to  $518\text{ cm}^{-1}$  in DMI. This assignment seems to be rather unlikely, since such a shift should perturb the frequency at  $635\text{ cm}^{-1}$  and displace it towards higher frequencies (this is also suggested by the calculations of Woldbaek).

Whereas in the vapour-phase spectrum of MI we observe two C-type bands at  $831$  and  $622\text{ cm}^{-1}$ , in agreement with Woldbaek and coworkers, only one, at  $831\text{ cm}^{-1}$ , is found in the spectrum of DMI. However in the liquid-phase spectrum of DMI we find a peculiarly broad band at about  $465\text{ cm}^{-1}$ , which resembles closely the band at  $604\text{ cm}^{-1}$  of MI ( $622\text{ cm}^{-1}$  in the vapour). We feel that this is a better choice than the dubious band at  $518\text{ cm}^{-1}$ , and that the bands at  $604$  and  $465\text{ cm}^{-1}$  are mainly related to the N-H and N-D out-of-plane bending modes respectively.

*Acknowledgement* — The Raman measurements were carried out at the Centro di Spettroscopia Raman, Istituto Chimico G. Ciamician della Università di Bologna.

#### REFERENCES

- (1) P. MIRONE and .P. CHIORBOLI, *Spectrochim. Acta*, 1962, 18, 1425.
- (2) P. MIRONE, B. FORTUNATO and P. CANZIANI, *J. Mol. Struct.*, 1970, 5, 283.
- (3) B. FORTUNATO, M. G. GIORGINI and P. MIRONE, *J. Mol. Struct.*, 1975, 25, 229.
- (4) B. FORTUNATO, M. G. GIORGINI and P. MIRONE, *J. Mol. Struct.*, 1975, 25, 237.
- (5) T. WOLDBAEK, P. KLABOE and C. J. NIELSEN, *J. Mol. Struct.*, 1975, 27, 283.
- (6) T. UEDA and T. SHIMANOCHI, *J. Mol. Spectrosc.*, 1968, 28, 350.



Roberto Bernardi

**IL SISTEMA URBANO MODENESE-REGGIANO-PARMENSE  
(INDAGINE ORIENTATIVA  
SULLE DIMENSIONI E TIPOLOGIA DELL'AREA) (\*)**

PREMESSA

Lo studio delle « aree » dei « sistemi metropolitani », al fine di valutare ed orientare lo sviluppo regionale e territoriale, è oggi, soprattutto nei paesi d'oltralpe, entrato nella problematica della geografia.

Il concetto di metropoli, utilizzato dagli antichi Greci per definire la « città madre » da cui dipendevano le colonie da questa fondate, si è modificato nei tempi tanto che oggi indica una zona altamente urbanizzata, caratterizzata da un nucleo centrale dominante e da un numero più o meno elevato di agglomerati urbani raggruppati intorno al nucleo stesso e da questo strettamente dipendenti. La grandezza e la tipologia del nucleo centrale, che indubbiamente influiscono sulle dimensioni e sulle caratteristiche delle aree e dei sistemi metropolitani, sono anch'esse da tempo oggetto di studi approfonditi.

Per l'Italia potrebbe, ad esempio, risultare consono alla realtà territoriale la definizione fornita dagli americani nel 1949 (1) sulla « metropolitan area », quale area dipendente da un centro abitato con un minimo di 100.000 persone che presenti come caratteristiche essenziali un nucleo storico (area urbana cittadina) di almeno 50.000 abitanti, oltre a divisioni amministrative attigue, aventi caratteristiche simili e, soprattutto, più del 55% di abitanti esercitanti attività non agricole.

---

(\*) Contributo agli studi su « Città, sistemi metropolitani, sviluppo regionale » del Comitato Geografi Italiani pubblicato col finanziamento del Consiglio Nazionale delle Ricerche.

(1) Cfr. Nations Unies, *Méthodes de recensement de la population, Etudes démographiques*, New York, 1949.

Con una visione più ampia del concetto, l'area metropolitana potrebbe essere, e forse a maggior ragione, una regione ove più centri di cospicue dimensioni, vicini ed aventi caratteristiche tipologiche e dimensionali per struttura economica e popolazione simili, esercitino una loro funzione coordinata.

È chiaro che le varie definizioni non devono essere accettate in assoluto onde non ritenere che detti centri debbano essere uguali tra di loro in tutti gli aspetti formali e, soprattutto, funzionali, ma con un minimo di elasticità che permetta, nel contempo, il raggruppamento per tipologie.

Esempio di quanto detto è offerto da alcune regioni inglesi, scozzesi e germaniche, ove esistono insediamenti più o meno sviluppati, ma sufficientemente vicini e legati da tipologie economiche molto simili e tali, quindi, da divenire un unico agglomerato.

Ricordando le previsioni degli urbanisti (2), si può ritenere che il processo di metropolizzazione, cioè l'aumento sproporzionato della popolazione mondiale residente in aree metropolitane con più di 100.000 abitanti, dovrebbe passare nel 2000 dal 19,9% del 1960 al 42%.

Se poi, come si ritiene, nella realtà queste previsioni saranno superate, si formeranno enormi regioni sproporzionatamente popolate ed interdipendenti, che rappresentano sì un nuovo livello di vita e forse una nuova « civiltà » di tipo urbano, ma certamente costituiranno enormi disarmonie nello sviluppo del territorio.

Molti tecnici e studiosi, soprattutto gli urbanisti e i sociologi, hanno esaminato le cause e le conseguenze sul territorio e sugli uomini del formarsi delle « metropoli ». Tutti sono stati concordi nel ritenere dannosa la creazione di smisurati addensamenti umani, nessuno tuttavia è riuscito a proporre valide e logiche alternative di genere di vita, a reperire strumenti tecnici, economici, politici e sociali atti a farla cessare, a definire per le singole plaghe del mondo, che vivono una propria realtà spazio-temporale, una giusta dimensione qualitativa e quantitativa delle metropoli e delle aree metropolitane (3).

---

(2) H. HOYT, *World Urbanisation*, Washington, 1962.

(3) Sul concetto e sulla evoluzione delle aree metropolitane italiane vedasi: Ministero del Bilancio e della Programmazione economica, *Progetto '80*, Libr. Feltrinelli, Milano, 1969. Ministero del Bilancio e della Programmazione economica, centro di studi e piani economici, *Le proiezioni territoriali del progetto 80*, Roma 1971. Interessanti risultano anche gli studi di: G. MERLINI, *Progetto 80 e geografia*, sta in un notiziario di Geografia economica, anno 1, n. 1, Roma, 1970; G. MERLINI, *Considerazioni sulla ricerca su: Città sistemi metropolitani, sviluppo regionale*, sta in: Studi su: « Città, sistemi metropolitani, sviluppo regionale », Istituto di Geografia economica dell'Università di Bologna, Patron editore, Bologna, 1973; A. VALLEGA, *Le proiezioni territoriali del progetto '80: Un'ipotesi di organizzazione regionale*, Università di Genova, Facoltà di Magistero, pubblicazioni dell'Istituto di Scienze geografiche, XIX-1971.

Nel presente lavoro si è voluto indagare la realtà di un territorio caratterizzato da un vivace dinamismo economico, ma ancora non oppresso da tutte le negative caratteristiche delle tipiche aree metropolitane; si è voluto cioè, prima che sia « troppo tardi », prendere in esame un'area che, se non opportunamente studiata e se lasciata libera di uno sviluppo spontaneo e dinamico, potrebbe divenire una vera area metropolitana. Per tale motivo nell'area modenese-reggiano-parmense non si è voluto usare l'espressione « area metropolitana », si è preferito invece usare il termine « sistema urbano », che appare più consono all'attuale realtà del territorio esaminato.

Un'area metropolitana infatti per essere tale, oltre ad una notevole concentrazione di persone, deve presentare una struttura verticistica rispetto al « grande centro » polarizzatore ed egemonico delle attività e delle strutture geografiche, economiche e sociali con conseguenze troppo spesso negative sul paesaggio, sull'ambiente, sull'uomo.

Pur riconoscendo che una regione, complessa per caratteristiche geografiche ed economiche, non può essere che un territorio polarizzato, si deve tendere oggi a far sì che proprio quelle plaghe più dotate e tali da assommare maggiori prerogative di sviluppo e quindi capaci di divenire la realtà trainante dell'economia, possano trasformarsi in grossi accentramenti ove la disarmonia organizzativa impedisca il razionale ed armonico sfruttamento del territorio.

Con l'incessante ed inarrestabile addensamento, si è giunti ad una spiccata disarmonia non solo nelle megalopoli, ove ad esempio si verificano anche disadattamenti sociali confermati dall'aumento dei suicidi (4), ma anche nelle campagne circostanti.

Alla tendenza suesposta di formazione di aree metropolitane, verificatesi negli ultimi decenni in ogni parte del mondo ed anche in Italia sebbene con intensità e macroscopicità minori, si può contrapporre quella che sembra sia individuabile nelle plaghe centro-settentrionali della nostra penisola.

In Emilia soprattutto, vi sono plaghe ove due o più agglomerati urbani uniti da una fitta rete di vie di comunicazione, non distanti tra loro più di poche decine di chilometri, legati da interessi economico-politici comuni, delimitano e definiscono territori che non presentano ancora, e ci si augura non le raggiungano mai, tutte le caratteristiche delle aree metropolitane.

---

(4) J. GOTTMAN, *Megalopolis*, New York, 1961.

Detti agglomerati di primo ordine, quali appunto Modena, Reggio Emilia e Parma, che fungono da centri di coordinamento di territori in cui abitati, che potremmo definire di secondo ordine, costituiscono il « *trait d'union* » tra i centri principali, formano realtà geografiche che meritano meglio la definizione di sistema urbano. Che quello in esame sia un « sistema urbano » individuabile nella « metropoli lineare emiliana » è fuori dubbio. Dimostra ciò, se non altro, la mancanza di un centro metropolitano e l'infrastruttura tipica della metropoli; le ferrovie secondarie ad esempio non sono raccordate fra loro, non vi sono servizi comuni (due Università, tre province, nessun ufficio regionale, nessun giornale comune, tanto che anche il « Carlino » è « esterno » all'area considerata ed ha edizioni provinciali); inoltre la dimensione urbana è certamente ancora « umana » anche se ben si individuano due poli principali (Modena e Parma) che cingono Reggio fungente da saldatura e indotto ad una scelta di più stretta colleganza con Modena.

#### *Delimitazione dell'area del sistema urbano*

Le città sorgono e si sviluppano in determinati luoghi per esplicitare particolari funzioni, fra le quali ve ne può essere una di importanza tale da costituire la ragion d'essere della città stessa (5).

Molte sono le testimonianze di come un nucleo urbano abbia trovato la sua origine nei pressi di un castello, per il quale già era stata scelta una posizione geograficamente atta alla propria difesa. Coll'evolversi dei tempi, tuttavia, le città costruite per svolgere un'unica funzione, quale ad esempio quella difensiva, si vennero a trovare in gravi difficoltà, in quanto la loro ubicazione in luoghi molto protetti spesso era di intralcio allo sviluppo delle attività economiche.

Le tre città prese in considerazione, Parma, Reggio Emilia e Modena, sono un'esauriente campione di centri organizzati in moto tale da non essere influenzati, nella loro espansione e nel loro sviluppo urbano, dalla posizione in cui sono sorte, già di per sè priva di ostacoli naturali. Situate nella Pianura Padana e lungo la via Emilia che le collega, esse distano tra loro poco più di venticinque chilometri; circondate da molti, vicini e ben distribuiti paesi, anche se un tempo capoluoghi di ducati talvolta antagonisti, e quindi dotate di strutture difensive facenti capo ai castelli dei centri minori che dominando ampie porzioni di territorio creavano iatus tra i poli storici, presentavano le condizioni ideali per dive-

---

(5) A. SMAILES, *The Geography of Towns*, Londra, 1962.

nire in seguito un sistema urbano; ciò anche perchè le caratteristiche interne ed esterne di ognuna conferiscono loro, almeno per i caratteri essenziali e primari, un aspetto del tutto simile che ha favorito la mobilità commerciale dei nostri tempi la quale, a sua volta, ha trasformato i punti di difesa in centri di contatto e di mercato.

Illustrato cosa s'intende per sistema urbano, nasce il problema di quali indici adottare per la sua individuazione e limitazione geografica. Nella scelta di questi poi, sorge l'esigenza che risultino validi per le diverse plaghe del territorio in esame e che forniscano una visione, la più oggettiva possibile, dei fatti e fenomeni più salienti. È necessario fare uso di indici significativi riferiti alla popolazione (che, d'altra parte, è la componente più importante di un'area metropolitana) capaci, nel contempo, di fornire indicazioni sulle caratteristiche economiche e sociali.

Il problema maggiore per la geografia resta comunque quello della oggettività delle interpretazioni che, anche se basate sui risultati di « indici », non riescono quasi mai ad evitare completamente la soggettività. La molteplicità degli indici scelti contribuisce tuttavia ad una visualizzazione ed interpretazione impersonale della realtà. Basti ricordare, come esempio, la differente linea di condotta seguita per la delimitazione di territori altamente urbanizzati dall'International Urban Research (6) che ha risolto il problema considerando la percentuale della popolazione dedita ad attività non agricole sul totale ed annettendo al centro principale dell'area tutti quei Comuni, Dipartimenti, Contee, ecc. in possesso di un tasso percentuale superiore al 65%.

Il Bureau of Census, per la localizzazione di una « Standard Metropolitan Area », negli Stati Uniti d'America ha impiegato, invece, la densità territoriale senza fissare un limite rigido: il Comune da unire a quello principale doveva avere una densità almeno pari alla metà di quella del centro maggiore.

Anche in Italia si sono effettuati studi in materia e, tra i più validi, si noti quello di A. Sestini (7), il quale per risolvere il problema considera sia la percentuale di attivi extragricoli sia la densità territoriale e, infine, quello di A. Acquarone che, oltre alle percentuali di industrializzazione ed attività terziarie fa ricorso ad un indice di carattere socio-economico o meglio ad una densità socio-economica « intesa come consisten-

---

(6) INTERNATIONAL URBAN RESEARCH, *The World's metropolitan areas*, 1959.

(7) A. SESTINI, *Qualche osservazione geografico-statistica sulle conurbazioni italiane*, in « Studi geografici in onore di R. Biasutti », Firenze, 1958.

za e frequenza degli scambi e dei rapporti fra area centrale e zone circostanti » (8).

Risulta pertanto indispensabile, prima di ogni altra cosa, scegliere quali indici adottare per il presente studio, inteso a delineare e circoscrivere il « sistema urbano » della parte centro-occidentale dell'Emilia-Romagna.

In base alle considerazioni suesposte, si è ritenuto che il sistema urbano emiliano comprendente parte delle tre province di Parma, Reggio Emilia e Modena, possa essere individuato usando i seguenti indici:

- 1) densità territoriale;
- 2) percentuale della popolazione dedita ad attività extragricole;
- 3) percentuale della popolazione non attiva;
- 4) percentuale della popolazione addetta all'industria;
- 5) percentuale della popolazione addetta ad attività terziarie;
- 6) grado di concentrazione della popolazione addetta all'industria per Km<sup>2</sup>;
- 7) grado di concentrazione della popolazione addetta ad attività terziarie per Km<sup>2</sup>;
- 8) grado di concentrazione (effetto città) dei tre nuclei centrali (Parma, Reggio Emilia e Modena) sui Comuni vicini.

Per calcolare il grado di concentrazione, l'influenza cioè dei centri maggiori su quelli minori, si è adottata, per la sua semplicità, la seguente formula:

$$E_c = \frac{P - p}{d} \text{ dove:}$$

- $E_c$  = Effetto città del centro principale su quello minore;  
 $P$  = totale popolazione residente del centro principale;  
 $p$  = totale popolazione residente del centro minore;  
 $d$  = distanza dei due centri.

(A questo punto ci pare opportuno rilevare la relatività di questa formula in quanto applicabile in una zona ideale comprendente solamente due centri e uno maggiore dell'altro. Siccome nella realtà tale situazione

---

(8) A. ACQUARANE, *Grandi città e aree metropolitane in Italia*, Bologna, 1961.

ottimale non esiste, detta formula risulterebbe certamente più esatta se esposta come segue:

$$E_{ct} = E_{cp} - \Sigma E_c .$$

In questo modo l'effetto città totale ( $E_{ct}$ ) su di un centro  $x$  sarà dato dalla differenza tra quello del centro principale ( $E_{cp}$ ) con tutti gli effetti città dei centri vicini sul centro  $x$  e maggiori di quest'ultimo.

Ad esempio l'effetto città di Reggio Emilia su Rubiera risulta:  $E_{ct} = E_c$  di Reggio Emilia - ( $E_c$  di Modena su Rubiera +  $E_c$  di Carpi su Rubiera +  $E_c$  di Correggio su Rubiera +  $E_c$  di Sassuolo su Rubiera ecc.).

Per comodità di calcolo, però, si è stabilito di scegliere la formula più semplice e limitatamente per ciascun capoluogo provinciale sui rimanenti centri della provincia.

Per ciò che concerne l'elaborazione degli indici si è ritenuto di non doverli rilevare su tutti i Comuni delle tre province in oggetto, in quanto già dai primi risultati è apparso come i territori estendentisi ai margini meridionali e settentrionali delle province potevano, senza ombra di dubbio, essere tralasciati perchè abbondantemente al disotto dei valori medi e quindi la rilevazione avrebbe unicamente reso più difficoltoso il calcolo senza nulla aggiungere all'esattezza dell'indagine).

Grazie alla densità e alle percentuali della popolazione non agricola e non attiva si è ritenuto di poter valutare il *grado di urbanizzazione*. Considerando le percentuali degli addetti all'industria e alle attività terziarie nonchè valutando la densità degli addetti in tali settori per Km<sup>2</sup>, è stato indagato il *tipo di urbanizzazione*. Utilizzando le formule in precedenza esposte e quella di Reilly (9) si è inteso evidenziare la *capacità di attrazione* fra gli agglomerati maggiori e quelli minori.

Definito come indagare il territorio e quali caratteristiche evidenziare per comprendere la sua appartenenza o meno al sistema urbano in oggetto, restava il problema di quale parte del territorio modenese-reggiano-parmense prendere in esame; nonchè quali valori considerare « soglia limite » per poter attribuire o meno un dato comune all'area meritevole d'indagine.

---

(9) W.J. REILLY, *The Law of Retail Gravitation*, New York, 1931. A completamento dell'analisi sulle capacità o forza d'attrazione, si è ritenuto indispensabile fruire anche della formula di Reilly onde valutare non solo in quale misura i diversi centri si attraggano commercialmente e demograficamente, ma anche, delimitando le aree di commercio, definire i limiti del sistema.

TABELLA I  
Indici di localizzazione per comune (valori ricavati dai dati ISTAT 1971) - Prov. di Modena

C O M U N I	densità abitanti Kmq	% popolaz. non agricola	% popolaz. non attiva	% popolaz. addetta industria	% popolaz. addetta att. terz.	popolaz. add. industria X Kmq	popolaz. add. att. terz. X Kmq	effetto città : 1.000
<i>APPARTENENTI AL « SISTEMA »</i>								
CAMPOGALLIANO	150	30	54	22	8	31	12	18,4
CARPI	422	38	54	18	20	79	87	6,7
CASTELFRANCO EMILIA	193	31	56	19	12	35	23	11,6
CASTELNUOVO RANGONE	287	32	56	23	9	64	26	12,6
FIORANO MODENESE	388	43	52	14	29	54	11,5	8,8
FORMIGINE	343	35	57	15	20	69	69	14,1
MARANELLO	279	38	54	29	9	82	26	9,1
MODENA	930	37	59	18	19	171	181	—
NONANTOLA	165	30	54	20	10	32	16	16,2
S. CESARIO SUL PANARO	173	30	50	20	10	33	17	10,4
SASSUOLO	919	40	57	17	23	162	216	7,5
SOLIERA	183	30	55	23	7	41	13	12,4
SPILAMBERTO	319	31	57	19	12	61	37	10,8
VIGNOLA	793	37	57	11	26	91	206	6,9
<i>ESTERNI AL « SISTEMA »</i>								
BASTIGLIA	169	21	55	14	7	24	13	13,0
BOMPORTO	137	19	53	14	5	20	7	9,7
CASTELVETRO	134	31	55	26	5	35	6	9,1
CAVEZZO	227	21	56	14	7	33	16	6,3
NOVI DI MODENA	176	22	55	18	4	32	8	4,9
PRIGNANO SUL SECCHIA	45	9	51	5	4	2	1	4,2
RAVARINO	149	16	54	10	6	16	9	8,3
SAVIGNANO SUL PANARO	269	33	54	19	14	49	38	9,1
SERRAMAZZONI	58	11	60	4	7	2	4	4,9
S. PROSPERO	107	15	52	11	4	12	4	8,4

TABELLA II  
Indici di localizzazione per comune (valori ricavati dai dati ISTAT 1971) - Prov. di Reggio Emilia

C O M U N I	densità abitanti Km <sup>2</sup>	% popolaz. non agricola	% popolaz. non attiva	% popolaz. addetta industria	% popolaz. addetta att. terz.	popolaz. add. industria X Km <sup>2</sup>	popolaz. add. att. terz. X Km <sup>2</sup>	effetto città : 1.000
<i>APPARTENENTI AL « SISTEMA »</i>								
ALBINEA	105	30	57	21	9	22	9	12,4
BAGNOLO IN PIANO	219	32	56	23	9	52	20	13,3
CADELBOSCO SOPRA	142	30	55	20	10	27	13	15,3
CASALGRANDE	308	56	37	49	7	155	23	6,6
CAVRIAGO	372	38	33	33	5	123	22	17,5
CORREGGIO	258	31	56	19	12	51	31	6,3
MONTECCHIO	257	30	60	21	9	57	23	8,2
REGGIO EMILIA	556	35	60	16	19	89	107	—
RUBIERA	336	33	59	27	6	103	22	10,0
SAN MARTINO IN RIO	221	30	57	21	9	46	20	8,8
SANT'ILARIO DENZA	398	35	58	24	11	98	45	7,6
SCANDIANO	341	52	41	16	36	57	124	10,2
<i>ESTERNI AL « SISTEMA »</i>								
BIBBIANO	221	28	60	20	8	45	19	8,7
CAMPAGNOLA	166	28	53	21	7	35	12	4,8
CAMPEGINE	149	25	59	18	7	28	11	7,8
CASTELNUOVO SOTTO	195	28	59	19	9	38	18	8,1
CASTELLARANO	106	33	58	26	7	28	8	4,7
GATTICO	105	25	57	18	7	19	7	5,6
GUALTIERI	174	28	60	20	8	36	15	4,9
NOVELLARA	180	28	60	20	8	36	15	5,9
QUATTRO CASTELLA	188	30	58	19	11	26	13	7,6
RIO SALICETO	169	29	55	22	7	40	12	5,2
ROLO	242	26	60	17	9	39	29	3,6
SAN POLO DENZA	132	26	61	15	11	20	15	5,7
VEZZANO SUL CROSTOLO	91	31	59	19	12	16	10	8,9
VIANO	57	24	59	13	11	7	6	6,3

TABELLA III  
Indici di localizzazione per comune (valori ricavati dai dati ISTAT 1971) - Prov. di Parma

C O M U N I	densità abitanti Kmq	% popolaz. non agricola	% popolaz. non attiva	% popolaz. addetta industria	% popolaz. addetta att. terz.	popolaz. add. industria X Kmq	popolaz. add. att. terz. X Kmq	effetto città : 1.000
<i>APPARTENENTI AL « SISTEMA »</i>								
COLLECCHIO	166	33	58	23	10	39	17	15,0
FIDENZA	247	33	62	17	16	41	39	6,3
MONTECHIARUCOLO	132	30	59	17	13	21	16	10,5
NOCETO	112	30	60	13	17	14	17	12,7
PARMA	699	35	62	17	18	118	121	—
SALSOMAGGIORE	214	36	58	4	32	9	71	4,5
SORBOLO	163	34	58	19	15	30	24	14,0
<i>ESTERNI AL « SISTEMA »</i>								
BUSSETO	103	19	60	13	6	13	7	4,2
FELINO	111	24	58	19	5	21	6	9,1
FORNIVO	108	25	61	13	12	14	12	6,7
FONTANELLATO	115	19	61	14	5	17	6	9,3
FONTEVIVO	160	27	60	21	6	34	10	9,9
LANGHIRANO	92	33	58	24	9	22	8	7,2
MEDESANO	79	31	57	14	7	11	6	8,4
LESGNANO DI BAGNI	47	10	59	7	3	3	1	8,1
MEZZANI	97	15	58	8	7	8	7	7,8
PELLEGRINO PARMENSE	25	10	56	5	5	1	1	3,4
SALA BAGANZA	102	20	59	13	7	13	7	12,5
SORAGNA	91	18	60	12	6	11	5	7,1
TORRILE	78	23	60	18	5	14	4	9,6
TRAVERSETOLO	103	18	62	12	6	12	6	8,5
TRE CASALI	90	16	62	12	4	11	4	8,6

Sono stati pertanto considerati i Comuni giacenti lungo la fascia della via Emilia oltre a quelli ad essi limitrofi o con caratteristiche di elevato sviluppo economico e demografico ben noti. Non sono stati presi in esame, di conseguenza, quei Comuni della montagna o della profonda pianura che, per la loro distanza e per il fatto di avere un'economia tradizionalmente diversa o distaccata da quella dei capoluoghi provinciali, già è noto non facciano direttamente parte del sistema urbano considerato.

Riguardo al problema del metodo da adottare per attribuire un Comune al sistema urbano modenese-reggiano-parmense ci si è attenuti alla regola della « media delle medie », così tutti quei comuni che per almeno 4 degli 8 fenomeni indagati presentavano valori inferiori alla media sono stati esclusi dalle indagini successive e non riconosciuti come facenti parte integrante del sistema urbano.

Le « soglie limite » sono risultate:

densità di 150 ab. per Km<sup>2</sup>; 30% di popolazione non agricola sul totale della popolazione residente; 55% di popolazione non attiva sul totale della popolazione residente; 20% di popolazione addetta all'industria sul totale della popolazione residente; 10% di popolazione addetta alle attività terziarie sul totale della popolazione residente; 50 abitanti addetti all'industria per Km<sup>2</sup>; 20 abitanti addetti ad attività terziaria per Km<sup>2</sup>; un indice di 10.0 di effetto città dei tre capoluoghi sui propri comuni.

Utilizzando il predetto sistema, selezionando i vari comuni presi in esame (vedansi tabelle 1, 2, 3), è risultato che i comuni col più alto grado di organizzazione di vita urbana e quindi facenti parte del sistema sono:

14 nella provincia di Modena e cioè: Campogalliano, Carpi, Castelfranco Emilia, Castelnuovo Rangone, Fiorano Modenese, Formigine, Maranello, Modena, Nonantola, San Cesario sul Panaro, Sassuolo, Soliera, Spilamberto e Vignola;

12 nella provincia di Reggio Emilia e cioè: Albinea, Bagnolo in Piano, Cadelbosco Sopra, Casalgrande, Cavriago, Montecchio, Reggio Emilia, Rubiera, San Martino in Rio, Sant'Ilario d'Enza e Scandiano;

7 nella provincia di Parma e cioè: Collecchio, Fidenza, Montechiarugolo, Noceto, Parma, Salsomaggiore e Sorbolo (10).

---

(10) Osservando i dati riportati nelle tabelle per tipologia di fenomeno e per comune nonché il cartogramma con indicati i limiti del sistema urbano individuato, molteplici sono le considerazioni che potrebbero essere fatte sia sulle caratteristiche delle subaree interne al sistema, sia sul perchè dell'appartenenza o meno di un comune alla zona di interesse. Pur non escludendo quindi la necessità di ulteriori successive indagini, premeva nel presente lavoro, seppure in rapida sintesi, evidenziare una realtà territoriale (l'esistenza di un sistema urbano centro-emiliano) segnalando, nel contempo, una metodologia d'indagine.



*Grado e tipo di urbanizzazione del sistema*

Le precedenti osservazioni sulla densità, la distribuzione e la tipologia della popolazione consentono di valutare il grado di urbanizzazione del sistema.

La densità della popolazione, mutata con notevole dinamismo negli ultimi vent'anni, è certamente l'indice più significativo di sviluppo urbano. Oltre ai tre comuni capoluoghi, nell'area considerata ne esistono altri che formano, con questi, plaghe di addensamento urbano e demografico. L'intera area può essere suddivisa anche considerando i vari fattori che hanno causato l'accentramento e la conseguente densità.

La Via Emilia è stata la causa prima del consistente popolamento dei comuni da questa attraversati. Fidenza, S. Ilario d'Enza, Rubiera e Castelfranco Emilia, quali comuni siti tra i capoluoghi, sono quelli che maggiormente, per la loro funzione di collegamento tra le città, hanno risentito del fatto di essere attraversati dalla Via Emilia stessa.

La concentrazione dell'industria ceramica è certamente la causa della rilevante densità demografica raggiunta da Scandiano, Casalgrande, Sassuolo, Formigine e Fiorano Modenese.

L'antica fiorente tradizione agricola connessa al recente sviluppo dell'industria di trasformazione e a quella meccanica (automobilistica) fa dei comuni di Vignola, Spilamberto, San Cesario sul Panaro e Maranello una terza area di concentrazione demografica.

L'industria della maglieria ha certamente contribuito al raggiungimento dell'attuale densità nei comuni di Carpi, Campogalliano, Correggio e San Martino in Rio.

La quinta zona d'addensamento demografico è costituita, infine, dal comune di Salsomaggiore, ove le acque termali hanno favorito lo sviluppo di un centro turistico-curativo tra i maggiori d'Italia.

I rimanenti comuni facenti parte del sistema urbano modenese-reggiano-parmense, fungendo da tessuto connettivo delle aree in precedenza individuate, sebbene attualmente non presentino alte densità di popolazione, ben presto, con l'ulteriore sviluppo economico delle aree polarizzanti, risulteranno le plaghe naturali delle nuove attività produttive e della popolazione. La diversa tipologia di sviluppo e la varietà di concentrazione della popolazione già esistente fanno intuire che la parte del territorio emiliano presa in esame, ma non solo questa, rischia nella sua ulteriore evoluzione di creare squilibri sociali, economici e geografici, tanto più gravi se, come è avvenuto a Torino, Milano, Roma e Napoli, si giungerà alla creazione di un'area metropolitana nella quale le città, sovrastature

ed irrazionali, saranno legate da e ai comuni ad esse limitrofi, differenziati unicamente dalla intensità ma non dalla tipologia dello sviluppo.

Per valutare il tipo di urbanizzazione del sistema, risulta indispensabile considerare le variazioni quali-quantitative della popolazione anche solo nell'ultimo decennio. Si riscontrano infatti variazioni degli addetti nei diversi settori economici tali da aver arrecato in questi uno sviluppo differenziato.

L'agricoltura, se pur tecnologicamente progredita, non è riuscita a trattenere tutte le forze necessarie ad un suo sviluppo parallelo a quello degli altri settori economici. A questo fenomeno di riduzione, non tanto del numero quanto della qualità (età e preparazione tecnica) degli addetti all'attività primaria, si possono ricondurre cause di carattere demografico e socio-economico. Il considerevole movimento migratorio ha, infatti, interessato le classi più giovani con conseguente invecchiamento della popolazione rurale. I nuclei familiari poi, si sono fortemente ridotti nella loro composizione media ed, inoltre, molti dei componenti, un tempo coadiuvanti agricoli (le donne, gli anziani ed i ragazzi) oggi si dedicano ad attività artigianali-industriali, sia pure svolte nel proprio domicilio.

Per meglio chiarire la situazione venutasi a creare nei comuni dell'area di nostro interesse, più delle parole può risultare utile l'osservazione dei censimenti dai quali si evince come il totale della popolazione sia globalmente aumentato, mentre ovunque si è verificata una regressione degli addetti all'agricoltura.

Sempre in riferimento ai comuni di Parma, Reggio Emilia e Modena, un esame più analitico permette di rilevare le variazioni percentuali degli addetti dei diversi settori economici verificatesi nell'ultimo decennio (vedi tab. 4). Chiaramente si evidenziano variazioni abbastanza omogenee fra i tre capoluoghi stessi, soprattutto per quanto riguarda l'agricoltura e l'industria, e, nello stesso tempo, una situazione singolare cir-

TABELLA IV

*Variazioni percentuali della popolazione in condizione professionale per rami di attività economica nei decenni 1961-1971 - Fonte ISTAT*

C O M U N I	agricoltura	industria	attività terz.	popolazione non attiva
PARMA	— 35.7%	+ 10.8%	+ 20.1%	+ 18.3%
REGGIO EMILIA	— 43.4%	+ 17.9%	+ 30.2%	+ 12.8%
MODENA	— 42.8%	+ 11.9%	— 21.8%	+ 43.5%

coscritta al Comune di Modena, ove ad un decremento del settore agricolo si accompagnano un calo del 21,8% nel settore terziario e un elevato incremento (del 43,5) della popolazione non attiva.

Questi due fatti trovano la loro ragion d'essere nello sviluppo industriale verificatosi soprattutto nell'ultimo decennio, con conseguente richiesta di personale diversamente qualificato e l'aumento generale del benessere: quasi tutti i giovani hanno preferito continuare gli studi piuttosto che dedicarsi subito al lavoro dopo aver conseguito la licenza media; molte donne hanno optato per il lavoro a domicilio (particolarmente nella zona di Carpi). Da ciò è derivato questo forte (ma in realtà forse inferiore di quanto appaia dalle statistiche) incremento della popolazione non attiva, e il settore produttivo che ne ha risentito maggiormente è stato quello terziario.

#### *Grado di attrazione nel e del sistema*

Evidenziate le caratteristiche più salienti dell'area, significativo è ora prenderla in esame come zona entro la quale le città e i paesi svolgono tra loro una reciproca azione che si estrinseca soprattutto nel settore commerciale delimitando aree di attrazione, sovente ben diverse delle consuete ripartizioni amministrative.

Utile risulta individuare dette aree e stabilire sino a qual punto le città del sistema urbano svolgono la loro funzione di attrazione ma, soprattutto, cercare di stabilire quale delle tre città in futuro potrà fungere da « località centrale di primo ordine » acquisendo la capacità di determinare una espansione guidata delle dimensioni e dello sviluppo delle città limitrofe.

Le nuove industrie tenderanno così a localizzarsi ad una distanza tale da quest'ultima che permetterà loro un più rapido e facile commercio con minori costi di trasporto (viabilità migliore, distanza ridotta dal mercato di assorbimento dei prodotti) e di mano d'opera (più qualificata e più numerosa). Ne consegue la possibilità di giungere alla formazione di una grande area urbana, che assumerà le caratteristiche della vera metropoli in tutta la sua complessità ma che, se sarà bene organizzata, non avrà i difetti di questa. Interessante quindi seguire lo sviluppo commerciale ed industriale della zona con il conseguente ampliamento delle città all'interno di essa.

Lo strumento che permette di stabilire con sufficiente precisione l'area di influenza di una città, il suo grado di attrazione commerciale e,

di conseguenza, la sua espansione urbana e demografica è la formula di Reilly, che si esprime nei seguenti termini:

$$\frac{V_a}{V_b} = \left( \frac{P_a}{P_b} \right)^N \times \left( \frac{D_b}{D_a} \right)^n \text{ dove:}$$

- $V_a$  = ammontare delle vendite che la città  $a$  attrae da una città intermedia  $m$ ;
- $V_b$  = ammontare delle vendite attratte dalla città  $b$  nei confronti di  $m$ ;
- $P_a$  = popolazione della città  $a$ ;
- $P_b$  = popolazione della città  $b$ ;
- $D_a$  = distanza fra  $a$  ed  $m$ ;
- $D_b$  = distanza fra  $b$  ed  $m$ ;
- $N$  ed  $n$  sono due costanti:  $N$  assume valore unitario mentre il valore tipico di  $n$  è prossimo a due (11).

La formula quindi la si può esprimere come segue:

$$\frac{V_a}{V_b} = \frac{P_a}{P_b} \times \left( \frac{D_b}{D_a} \right)^2$$

La formula di Reilly (12) ci serve quindi come punto di partenza per risolvere un altro problema.

P. D. Converse dell'Università dell'Illinois, ha studiato il modo di determinare l'entità del commercio al dettaglio di articoli non comuni che una data località perde in favore di un determinato centro e l'entità di quelli che riesce a mantenere in loco. Partendo dalla formula originale di Reilly, Converse ha sostituito alla città  $b$  la località che si vuole considerare risolvendo per  $D_b$ . Conoscendo i valori di  $V_a$  e  $V_b$  nonchè i dati della popolazione e la distanza delle località di volta in volta considerate ha eseguito i calcoli per trovare la gravitazione di un centinaio di località comprese nell'area di Illinois. Risolvendo per  $D_b$  questo centinaio di equazioni ha trovato che la media dei valori si aggira attorno a quattro. Tale dato è stato posto nella formula dando ad esso il nome di « fattore di inerzia ». La suddetta formula ci permette quindi di stabilire sia la proporzione del commercio al dettaglio di articoli non comuni che è sot-

---

(11) Le due incognite dell'equazione sono dunque  $N$  ed  $n$ , cioè l'esponente del rapporto che concerne le distanze. Dette incognite sono state risolte da Reilly con metodi empirici, sulla base di minuziose analisi riguardanti sette grandi città e un migliaio di località minori del Texas.

(12) REILLY W. J. - *op. cit.*

tratta ad una località in favore del centro urbano di gravitazione, sia quella che rimane in loco; vale a dire:

$$\frac{V_a}{V_b} = \frac{P_a}{P_b} \times \left( \frac{4}{D_a} \right)^2$$

Se la località di cui si tratta perde una parte considerevole del suo commercio in favore di due centri importanti anzichè uno, allora il fattore d'inerzia diventa otto.

Detto ciò, risulta utile considerare le tre città in un contesto geografico più ampio per poter meglio osservare la loro tendenza nell'attrarre commerci a discapito di località limitrofe. Così facendo è possibile avere indicazioni sulle dimensioni che questo sistema policentrico verrà ad avere in un prossimo futuro. Ciò permetterà inoltre di valutare gli squilibri esistenti e quindi di programmare la struttura interna dell'area, con un anticipo tale da garantire funzionalità e razionalità sufficienti a controbilanciare gli aspetti negativi che un'area di tali dimensioni comporta.

Considerando ciascuna delle tre città come località intermedia di due centri d'attrazione, è possibile stabilire verso quale di questi è e sarà maggiormente attratta. Prendendo in osservazione il centro di Reggio Emilia, compreso tra i centri gravitazionali di Modena e Parma, si avranno, applicando la formula citata, le seguenti equazioni:

$$\frac{V_a}{V_b} = \frac{174.665}{128.844} \times \left( \frac{4}{27} \right)^2 = 2,9 \left( \frac{PR}{RE} \right)$$

$$\frac{V_a}{V_b} = \frac{171.222}{128.844} \times \left( \frac{4}{25} \right)^2 = 3,4 \left( \frac{MO}{RE} \right)$$

Lo stesso procedimento può essere usato per i due altri centri di Modena (con Bologna) e Parma (con Piacenza) (13):

$$\frac{V_a}{V_b} = \frac{502.421}{171.222} \times \left( \frac{4}{40} \right)^2 = 2,9 \left( \frac{BO}{MO} \right)$$

$$\frac{V_a}{V_b} = \frac{109.283}{174.665} \times \left( \frac{4}{69} \right)^2 = 0,002 \left( \frac{PC}{PR} \right)$$

---

(13) I centri di Parma e Modena messi a rapporto con quello di Reggio Emilia hanno fornito un quoziente molto basso e quindi privo di ogni interesse ai fini dell'analisi. Infatti:

$$\frac{V_a}{V_b} = \frac{128.844}{171.222} \times \left( \frac{4}{25} \right)^2 = 0,016 \left( \frac{RE}{MO} \right)$$

$$\frac{V_a}{V_b} = \frac{128.844}{174.665} \times \left( \frac{4}{27} \right)^2 = 0,013 \left( \frac{RE}{PR} \right)$$

Come si può osservare dai risultati ottenuti, non vi è una grande dispersione commerciale e conseguentemente di popolazione fra le varie città prese in esame, anche se tra le tre interessate, Reggio Emilia è quella che subisce evidentemente la maggior influenza, soprattutto verso Modena (indice = 3,4), mentre Parma rimane ad un livello inferiore, seppur di poco (indice = 2,9). Questo è chiaramente esplicabile dal fatto che, oltre Modena, vi è Bologna, la quale con la sua sfera gravitazionale riesce ad influire di riflesso sulla stessa città di Reggio Emilia.

Tutto ciò induce a concludere che, se le città in esame continueranno ad espandersi con l'attuale ritmo e non vi saranno fattori esterni o interni che causeranno sistematiche modificazioni strutturali, il baricentro di attrazione verrà a cadere in prossimità di Modena, il che porterà in un primo tempo ad un isolamento della zona di Parma e, in seguito, all'attrazione della stessa verso il nuovo nucleo urbano formatosi fra i due comuni di Reggio Emilia e Modena con i paesi loro confinanti.

#### *Osservazioni conclusive*

Lo studio sull'area urbana centro emiliana certamente non si esaurisce nelle presenti brevi note, mantenute tali per motivi contingenti. Non si è voluto ad esempio sviluppare una indagine approfondita sulle « località centrali » emiliane seguendo la traccia ben indicata dalle numerose opere esistenti (14), nè individuare gli « schemi relazionali interni ed esterni » all'area atti ad evidenziare, grazie all'intensità e alla tipologia dei traffici, la struttura del sistema gravitazionale.

È apparso tuttavia chiaramente quali sono le dimensioni e i confini dell'area urbana modenese-reggiano-parmense che si presenta come un sistema gravitazionale autonomo, seppur connesso alla conurbazione nastroforme bolognese-romagnola di ordine superiore e a quella, meno chiaramente individuabile e di ordine inferiore, piacentina-cremonese.

Non privo di indicazioni è a nostro avviso aver dimostrato l'esistenza nell'area modenese-reggiano-parmense di una struttura urbana policentrica

---

(14) CHRISTALLER W., *Central Places in Southern Germany*, Prentice Hall, 1966. BONETTI E., *La teoria delle località centrali*, Ist. Geogr. Fac. Economia & Commercio, Università di Trieste, 1964. BERRY J.L., - GARRISON W., *Recent Development of Central Places Theory*, « Region Sc. Ass., Paper and Proceed. », IV, 1958. BERRY J.L. - PRED A., *Central Places Studies. A bibliography of theory and applications*, « Bibl Series Regional Research Inst. », Philadelphia, 1965. MAINARDI R., *Metodi di analisi delle reti urbane. Bibliografia annotata*, « Documenti » del Centro di Documentazione, 3, Milano, 1970. UNIONE ITALIANA C.C.I.A.A., *Carta Commerciale d'Italia a cura di Tagliacarne G.*, Milano, Giuffrè, 1968.

ove le funzioni di centralità del sistema si attuano nei due capoluoghi estremi, Modena e Parma, entrambi autonomi fra loro, e non in quello geografico, Reggio, ove storicamente sono mancate le possibilità di sviluppare, come è stato possibile nelle capitali dei ducati, il potere culturale, decisionale e commerciale, cioè le funzioni urbane più tipiche, quelle terziarie e quelle quaternarie.

Grazie allo sviluppo dei centri minori siti nella pianura o nel primo pedemonte la struttura interna del sistema, un tempo tipicamente lineare, si va via via trasformando in reticolare; ciò si verifica soprattutto nel modenese-reggiano ove l'industrializzazione di Sassuolo e Carpi ha superato i limiti comunali creando aree che, espandendo verso nord e verso sud il sistema urbano, tendono a spezzare l'egemonia della Via Emilia.

La tendenza dell'area reggiana a seguire, almeno in parte, l'economia industriale modenese ha fatto sì che soprattutto i suoi comuni orientali abbiano acquisito una struttura urbana; di contro la parte occidentale si assottiglia creando quasi uno *iatus* che, parzialmente, isola l'area parmense del sistema in esame.

I comuni reggiano-parmensi immediatamente esterni al sistema urbano individuato, quelli cioè di Traversetolo, S. Polo d'Enza, Bibbiano, Gattatico e Campegine costituiscono naturalmente i territori di prima espansione del futuro sviluppo.

Dallo studio effettuato si deduce infine che pur necessitando di programmi e piani di organizzazione territoriali, l'area esaminata ha in sé caratteristiche geografiche, sociali ed economiche tali da orientare le scelte future non in quelle plaghe già troppo cariche di « fenomeno urbano » o limitrofe ai principali « centri gravitazionali », ma in quei comuni ora « in ombra » o « esterni » e, pur tuttavia, gli unici atti ad accogliere le nuove realizzazioni industriali e a fungere da « tessuto connettivo » del futuro più esteso e completo « sistema urbano centro-emiliano ».



L. Campi - M. Masali

Cattedra di Antropologia della Università di Modena e Torino

**STUDIO ANTROPOLOGICO DI UN REPERTO  
DI ETÀ ROMANA DI FINALE EMILIA**

RIASSUNTO

Uno scheletro di epoca romana (III secolo) è stato analizzato da un punto di vista osteologico.

Il soggetto risulta essere una giovane donna (13-15 anni), di alta statura, costituzione longilinea e ossa robuste. Il cranio dolicocefalo indica, per mezzo del metodo di WANKE, caratteristiche intermedie tra Romani, Etruschi e Nordici.

SUMMARY

A skeleton from a roman grave (III<sup>rd</sup> century) has been analyzed from the osteologic point of view.

The subject results to be a young female (13-15 years) with high stature, longitipical constitution and robust bones. Her dolicocephalic skull indicates by the WANKE method intermediate characteristic between Romans, Etruscans and Nordic average.

*Nota introduttiva*

Il presente lavoro rientra nel programma di studi della cattedra di Antropologia di Modena e dell'Istituto di Antropologia di Torino che ha lo scopo di organizzare una sistematica documentazione sui reperti umani provenienti da scavi archeologici, al fine di fornire informazioni sulla biologia delle antiche popolazioni che hanno abitato le nostre regioni.

I dati opportunamente archiviati potranno, in futuro, costituire sorgente di informazioni utilizzabili a livello statistico. Attualmente il materiale oggetto di questo studio si trova depositato presso il museo del « C.A.R.C. » di Finale Emilia.

### *Premessa*

Oggetto di questo studio è un reperto umano di epoca romana, rinvenuto nel settembre del 1968 nel fondo Bottarda situato nel comune di Finale E. Lo scavo è stato effettuato dal gruppo «C.A.R.C.» avente sede in detto comune.

La tomba è del tipo a cassa, composta da 14 manubriati, di cui 10 impiegati per la fabbricazione delle sponde e 4 per la copertura. Il ritrovamento non è isolato in quanto nella stessa zona sono stati ritrovati un pozzo (nel cui interno è stato recuperato uno scheletro completo di *Equus caballus*), un muretto, tracce di tombe e di fondazioni di una villa.

Nell'area circostante sono state trovate anche monete del III secolo d.C. per cui si può ritenere che anche la sepoltura risalgia a quell'epoca.

### *Materiali e metodi*

La metodologia seguita in questo studio è volta alla determinazione delle caratteristiche fisiche fondamentali del soggetto esaminato e cioè: sesso, età e tipologia fondamentale da un punto di vista antropologico seguendo in particolare le metodiche di ACSADI e NEMESKERI (1970).

Come prima cosa si è proceduto alla rilevazione delle misure osteometriche principali (MARTIN e SALLER, 1956-66). L'attrezzatura usata a questo scopo comprende la tavola osteometrica di RIED, il calibro a branche diritte, il compasso a branche curve e il mandibulometro.

Dalla elaborazione di questi dati è stato possibile calcolare sia gli indici cranici che quelli scheletrici. Sono state quindi eseguite le fotografie delle principali ossa studiate.

La statura è stata calcolata, con varie metodologie, dalla lunghezza delle ossa lunghe degli arti.

Per il calcolo della capacità cranica si è fatto uso del metodo diretto, impiegando il miglio, e anche delle formule di LEE e PEARSON (1901) per il calcolo indiretto.

La stima del sesso è stata fatta in base alle caratteristiche somatiche del cranio e del bacino.

L'età è stata determinata studiando lo stato di obliterazione delle suture escraniche e lo stadio di ossificazione delle ossa.

Con il metodo di WANKE (1955) sono stati effettuati alcuni confronti tra gli indici cranici del reperto e quelli di alcune popolazioni di cui sono note le medie dei singoli indici.

Nella realizzazione del presente lavoro sono stati operati dei confronti con i dati di CAPITANIO (1973), CORRAIN (1971), DORO GARETTO (1974), FACCHINI (1968, 1969, 1970), MARTUZZI VERONESI (1971, 1960), MASSARI (1957), MESSERI (1954), PARENTI (1954, 1960), PUCCIONI (1914, 1915), SCAGLIONI (1965).

Lo scheletro, in generale, si presenta molto ben conservato, il cranio è quasi completo, presenta solo una rottura nella base, a sinistra del foro occipitale.

I denti erano tutti presenti al momento della morte, sono andati perduti però gli incisivi superiori, il secondo premolare destro superiore e il secondo incisivo sinistro inferiore. Il terzo molare invece non era ancora spuntato al momento della morte. Lo scheletro mette inoltre in evidenza la giovane età del soggetto in quanto le epifisi delle ossa lunghe non sono ancora saldate alle diafisi. Anche le tre ossa pelviche (ileo, ischio e pube) sono ancora separate.

I principali dati osteometrici rilevati e gli indici calcolati sono esposti nella tabella (1).

TABELLA I

MISURE E INDICI

OMERO	DEX	SIN
lunghezza massima	260	256
larghezza diafisi	18	18
spessore diafisi	19	19
circonferenza minima diafisi	60	59
Indice di robustezza	23.67	23.04
Indice diafisario	94.73	94.73 (platibrachia)
RADIO		
lunghezza massima	194	190
lunghezza fisiologica	192	189
larghezza massima diafisi	13	13
spessore massimo diafisi	10	10
perimetro minimo diafisi	43	43
Indice di robustezza	22.16	23.68
Indice diafisario	76.92	76.92
Indice brachiale (rapporto radio-omero)	74.61	74.21

ULNA	DEX	SIN
lunghezza massima	205	206
lunghezza fisiologica	184	183
larghezza diafisi	11	11
spessore diafisi	13	12
circonferenza minima	38	38
Indice di robustezza	18,53	18,44
Indice diafisario	84,61	91,66 (euryenia)
CLAVICOLA		
lunghezza massima	103	110
diametro sagittale della diafisi	11	11
diametro verticale della diafisi	8	7
perimetro della diafisi	34	34
Indice di robustezza	33	30,9
Indice clavicolo omerale	39,01	42,96
SCAPOLA		
larghezza morfologica della scapola	81	
lunghezza morfologica della scapola	120	
lunghezza massima della fossa glenoidea	34	
larghezza massima della fossa glenoidea	24	
Indice scapolare	67,5	(brachimorfa)
Indice della fossa	70,54	
FEMORE		
lunghezza massima	382	384
larghezza a metà diafisi	23	23
spessore a metà diafisi	25	25
circonferenza minima diafisi	76	77
Indice di robustezza	19,89	20,05
Indice pilastrico	108,69	108,69 (debole)
TIBIA		
lunghezza massima	301	303
diametro trasverso a metà diafisi	22	21
spessore trasverso a metà diafisi	27	25
circonferenza minima	70	70
Indice di robustezza	23,25	23,1
Indice cnemico	81,48	84 (euricnemia)
Indice crurale (rapporto femore-tibia)	78,79	78,90
FIBULA		
lunghezza totale	265	265
diametro trasverso a metà diafisi	11	11
diametro sagittale a metà diafisi	13	12
cinconferenza minima	35	33
Indice di robustezza	13,20	12,45
Indice intermembrale	66,47	64,91
BACINO		
Altezza massima	174	/
corda della cresta iliaca	120	123
lunghezza massima del pube	66	/
lunghezza massima dell'ischio	78	/
lunghezza massima dell'ileo	108	108
indice di lunghezza coxale	69	
indice di Schultz	84,60	
indice di larghezza dell'ileo	111	113

CRANIO

larghezza della calvaria	129	
lunghezza della calvaria	180	
altezza della calvaria	130	
larghezza minima frontale	95	
larghezza del foro occipitale	29	
lunghezza del foro occipitale	33	
altezza faccia con mandibola	102	
larghezza bi-zigomatica	116	
altezza faccia senza mandibola	58	
altezza dell'orbita	33	
larghezza dell'orbita	38	
larghezza della apertura piriforme	24	
altezza della apertura piriforme	45	
profondità faccia	100	
lunghezza della base	97,5	
Capacità cranica:		
miglio	1375 cc	
secondo Pearson e Lee:	1358,7cc	(altezza auricolare)
	1282,9cc	(altezza basio-bregma)

Indici:

cranio orizzontale	71,66	(dolicoocranio)
vertico longitudinale	72,22	(ortocranio)
vertico trasversale	100,72	(ipsicranio )
frontale	73,64	(eurimetopia)
del foro occipitale	87,87	(largo)
facciale totale	87,93	(leptoprosopia)
facciale superiore	50	(mesenia)
orbitale	87,37	(ipsiconchia)
nasale	53,33	(camerrino)
gnatico di Flower	102,56	(mesognato)
di Hrdlinka	84,14	(medio)
di Topinard	86,40	(medio)
di Giardina	85,32	(medio)
Z	58,70	(medio)

MANDIBOLA

Diametro bi-condiloideo	112	
larghezza bi-goniaca	70	
lunghezza massima	66	
altezza branca montante	43	
larghezza branca montante	35	
altezza sinfisi	31	
spessore della sinfisi	13	
altezza al foro mentoniero	28	
spessore al foro mentoniero	13	
angolo goniaco	133°	
angolo mentoniero	83°	

Indici:

mandibolare	54,90	(lung. media)
fronto-goniaco	73,68	(mandib. larga)
gonio-condiloideo	62,50	(branche poco divaricate)
della branca	81,39	(alta)
di robustezza	46,4	(alto)

### *Risultati*

La determinazione dell'età del soggetto si è rivelata abbastanza complessa in quanto i caratteri che di solito vengono presi in considerazione sono risultati essere poco indicativi. Infatti le suture escraniche sono tutte completamente aperte indicando una età inferiore ai venti anni. La dentatura manca dei quattro ultimi molari, i quali avevano appena cominciato a perforare l'osso al momento della morte, denotando un'età compresa tra i tredici e diciotto anni.

Tenendo poi presente che la saldatura delle epifisi delle ossa lunghe alle diafisi inizia dal diciassettesimo anno di età e che nel nostro caso erano ancora tutte separate, e tenendo inoltre presente che le tre ossa pelviche (ancora separate) si saldano tra loro alla pubertà, si è giunti alla conclusione che il soggetto in questione non avesse più di tredici-quindici anni.

Data la giovane età anche la determinazione del sesso è stata abbastanza problematica perchè le ossa hanno fornito caratteri contrastanti.

Nel bacino alcuni caratteri sono nettamente femminili: l'incisura ischiatica che è molto larga e l'ala iliaca notevolmente convessa.

È invece un carattere maschile la forma ovale del forame otturatorio.

Gli indici di larghezza coxale e di Schultz rientrano nel campo maschile.

Le osservazioni sul cranio fanno propendere invece per il sesso femminile in quanto si nota: la glabella poco sporgente, le orbite rotondeggianti, alte, le apofisi mastoidee piccole, le arcate sopraciliari poco rilevate, gli archi zigomatici sottili, le creste occipitali e le linee nucali poco evidenti. Anche l'angolo goniaco è femminile.

La preponderanza di queste ultime caratteristiche ha indotto ad indicare, come più probabile, il sesso femminile.

Si è cercata una conferma a questa ipotesi con l'analisi discriminante (GILES e ELLIOT 1962a, 1962b), ma il risultato ottenuto è fuori da ogni categoria prevista dalla tabella, probabilmente a causa della giovane età del soggetto. Dato però che supera gli estremi del livello femminile si può ritenere attendibile l'ipotesi formulata.

La statura è stata calcolata facendo uso delle formule di DUPERTUIS e HADDEN, di TROTTER e GLESER e delle tavole del MANOUVRIER. Le medie dei risultati ottenuti sono rispettivamente le seguenti:

1486.62 mm, 1471.26 mm, 1526 mm.

L'ultimo risultato è stato però calcolato solo sul femore e la tibia perchè le lunghezze delle altre ossa lunghe non sono comprese nella tabella.

Si tratta quindi di un soggetto dalla statura solo apparentemente bassa; se, infatti, teniamo presente la sua giovane età vediamo che è superiore alla media, specialmente se riferita a quel tempo.

Presenta inoltre una notevole robustezza, come è facilmente rilevabile dagli indici calcolati.

L'indice brachiale evidenzia la maggior lunghezza dell'omero rispetto al radio, mentre l'indice crurale pone in evidenza una maggiore lunghezza della tibia nei confronti del femore.

L'indice intermembrale indica una maggiore lunghezza dell'arto inferiore.

L'indice clavicolo omerale pone in evidenza il fatto che la clavicola è molto corta (denotando una struttura snella) e che esiste una forte asimmetria tra il lato destro e quello sinistro. Il soggetto fortemente longilineo presentava anche una probabile scogliosi (purtroppo non è stato possibile fare il rachigramma), situazione tipica di un eccesso di crescita che potrebbe anche essere messa in relazione alle possibili cause di morte.

Il cranio presenta fronte larga, faccia stretta, orbite alte, naso largo, faccia mediamente sporgente. Gli indici cranici hanno inoltre evidenziato che il cranio è stretto, alto e di media lunghezza.

Al fine di determinare le caratteristiche fondamentali del soggetto è stato fatto un confronto, mediante il metodo di WANKE (1955), degli indici cranici calcolati con quelli noti di alcune popolazioni e precisamente:

Nordici, Armenoidi, Mediterranei, Paleoeuropei, Romani ed Etruschi.

Il risultato, esposto nella tabella (2), ha indicato una affinità a Nordici, Romani ed Etruschi per, rispettivamente, il 29%, 29% e 27%.

L'esito è interessante perchè offre la possibilità di ipotizzare la fusione, in queste regioni, delle nuove popolazioni di oltr'alpe con quelle insediatesi in loco in epoche anteriori.

### *Ringraziamenti*

Si ringrazia per la collaborazione data a questo studio il gruppo « C.A.R.C. » di Finale Emilia.

TABELLA II

METODO DI WANKE

Indici	Finale	Nordici	Mediterran.	Armenoidei	Paleo Europ.	Romani	Etruschi
1. Cranico orizzontale	71,66	76	69	86	73	77,45	76,75
2. Facciale super.	50,00	55	56	53	44	53,97	54,45
3. Nasale	53,33	46	44	43	58	47,72	46,46
4. Orbitale	87,37	87	77	85	70	81,71	82,51
DIFFERENZE DELLE SINGOLE MEDIE CON I DATI DI FINALE							
1.		4,34	2,66	14,31	1,34	5,79	5,09
3.		5,00	6,00	3,00	6,00	3,97	4,45
2.		7,33	9,33	10,33	4,67	5,61	6,87
4.		0,37	10,37	2,37	17,37	5,66	4,86
Cubi delle differenze							
1.		81,7465	18,8210	2948,8145	2,4061	194,1045	131,8722
2.		125,0000	216,0000	27,0000	216,0000	62,5707	88,1211
3.		393,8328	812,1662	1102,3029	101,8475	176,5584	324,2427
4.		0,0506	1115,1576	13,3120	5240,8225	181,3214	114,7912
Sommatoria cubi		600,6299	2162,1448	4091,4294	5561,0761	614,5550	659,0272
Arrotondamento		601	2162	4091	5561	615	659
Inverso $\Sigma$ x 100,000		166,3893	46,2534	24,4439	17,9823	162,6016	151,7450
Somma inversi = 569,4155							
inverso / inversi %		29,2210	8,1229	4,2928	3,1580	28,5558	26,6494
Arrotondamento % su 100		29	8	4	3	29	27

BIBLIOGRAFIA

- ACSADI G. Y. e NEMESKERI J., 1970. History of human life span and mortality. Akadémiai Kiado - Budapest.
- CAPITANIO M.A., 1973. I resti scheletrici umani, riferibili agli inizi dell'età del bronzo, finora ritrovati a Loc di Romagnano (TR). Rendiconti Soc. di cultura e preistoria tridentina. (9): 7-43.
- CHIARUGI G., 1968. Istituzioni di anatomia dell'uomo. Società Editrice Libreria. 10<sup>a</sup> Edizione
- COMAS J., 1966. Manual de Antropologia física. Universidad Nacional, Mexico.
- CORRAIN C. e CAPITANIO M.A., 1971. Resti umani antichi del territorio atesino (PD). Oblatio. Como.
- DORO GARETTO T., 1974. Studi antropologici di reperti provenienti da scavi archeologici. Tesi di Laurea Università di Torino (in preparazione).
- DORO GARETTO T. e MASALI M., 1975. Studio antropologico dei reperti ossei di Cassano Spinola (AL). *Novinostra* 3: 20-25.
- FACCHINI F. Le antiche popolazioni del territorio Emiliano Romagnolo. *Emilia preromana* n° 7. 1972/3/4/5.
- FACCHINI F., 1968. I resti scheletrici del sepolcreto gallico di S. Martino in Gattara (RA). *Studi Etruschi* 36 (2): 73-97.
- FACCHINI F. e GUERRA M.S., 1970. La necropoli romana di Bagnacavallo. I rinvenimenti scheletrici. *Studi Romagnoli* 21.
- FUMAGALLI S., 1961. Elementi di storia naturale dell'uomo. Levrotto e Bella - Torino.
- LEE A. e PEARSON F., 1901. A first study of the correlations of the human skull. *Phil. Trans of the Roy. Soc. Sez. A.*, t. 196: 225-264.
- MARTIN R. e SELLER K., 1956-66. *Lehrbuch der anthropologie in Systematische Darstellung*. Fischer Verlag, Stuttgart.
- MARTUZZI VERONESI F., 1971. Nota sui resti scheletrici antichi di S. Ilario d'Enza (RE). *Atti Soc. Nat. e Matem. di Modena*, 102: 51-56.
- MARTUZZI VERONESI F. e MALACARNE G., 1960. Note antropologiche su reperti Romani e Medioevali del territorio di Classe (RA). *Arch. per l'Antropologia e l'Etnologia*. vol. 98 (3): 144-164.
- MASALI M. e DAVIDE D., 1970. La misura dell'uomo. Levrotto e Bella - Torino.
- MASSARI C., 1957. Ossa umane dell'età del Bronzo rinvenute a Grotta Misa (Ischia di Castro - VT). *Riv. Scienze preistoriche* 12: 219-248.
- MESSERI P., 1954. Resti scheletrici di età enea rinvenuti a Felcetone (Marenmma laziale). *Riv. Sc. Preistoriche* (9): 186-218.
- OLIVIER G., 1960. *Pratique Anthropologique*. Vigot. Paris.
- OLIVIERI L., 1963. *Antropologia e Antropometria*. Idelson. Napoli.
- PARENTI R., 1954. Ossa umane provenienti da un deposito della età del bronzo in località Galleraie. *Riv. Sc. Preistoriche* 9: 3-78.
- PARENTI R., VANNI V. e CONVALLE R., 1960. Studio antropologico dei reperti scheletrici rinvenuti nella « grotta del Leone » presso Agnano (PI). *Arch. per l'Antrop. e l'Etnol.* 90.
- PUCCIONI N., 1914. Gli eneolitici della buca Tana di Maggiano (LU.) *Arch. per l'Antrop. e l'Etnol.* 44: 93-142.
- PUCCIONI N., 1915. Esplorazione di alcune grotte della Versiglia. *Arch. per l'Antrop. e l'Etnol.* (45): 25-76.
- SCAGLIONI A., 1965. Resti scheletrici antichi del tipo mediterraneo reperiti a S. Lazzaro di Modena. *Atti Sac. Nat. e Mat. di Modena* 96.
- WANKE A., 1955. Indywidualne okreslanie taksonomiczne. *Przeg. Antrop. Wroclaw.* 21 (22).



E. Ottaviani - B. Fratello

Istituto di Anatomia Comparata dell'Università di Modena

***I PROCESSI DEGENERATIVI DEI NEURONI  
GANGLIARI SPINALI DURANTE LO SVILUPPO***

***2° - Reazione alla colchicina ed origine delle picnosi temperatura-dipendenti.***

RIASSUNTO

Nei girini di Anfibii anuri allevati a 18°C e trattati con colchicina il blocco delle mitosi provoca una riduzione del numero di degenerazioni cellulari. Questa riduzione si realizza in due successive tappe: nella prima ora del trattamento e dopo tre ore. La prima riduzione è dovuta al mancato apporto delle metafasi tardive e delle anafasi precoci. La seconda riduzione si effettua sulle degenerazioni delle cellule che da poco hanno terminato il ciclo mitotico.

Nei girini allevati a temperatura più bassa (14°C) la colchicina non provoca alcuna variazione entro le prime 4 ore di trattamento. Le picnosi che si osservano in questi animali, come pure quelle che permangono dopo 4 ore di trattamento alla temperatura più alta, sono da attribuire a cellule in fase quiescente.

SUMMARY

Cell degeneration in the spinal ganglia of the tadpoles of *Bufo bufo* L. brought at 18°C came from the advanced metaphases and the early anaphases for 1/3, from the new cells for about 2/3 and for less than 1/10 from the cells not yet affected by the mitotic cycle. This last group corresponds to the cell degeneration found in animal brought up at lower temperature (14°C). The time needed by cell degeneration from the late metaphases and from the early anaphases to disappear is less than 60'.

In una precedente Nota (FRATELLO e OTTAVIANI, 1974) abbiamo analizzato le relazioni tra temperatura e frequenza dei processi degenerativi nei gangli spinali durante lo sviluppo di un Anfibio anuro: nelle larve allevate a più bassa temperatura le degenerazioni cellulari sono in minor numero, mentre il numero dei neuroni al termine non ne risulta influenzato. Ciò in conseguenza di una più rapida moltiplicazione cellulare negli animali allevati a temperatura più alta, ed alla presenza di neuroni a ciclo larvale breve (PRESTIGE, 1965; FRATELLO, 1968).

Ci siamo proposti di stabilire in quale fase del ciclo cellulare le cellule degenerino ed abbiamo ritenuto possibile raggiungere tale obiettivo provocando, per azione della colchicina, un aumento del numero di metafasi ed una riduzione di anafasi e telofasi (MILLS, 1939): ci si attende in conseguenza un numero maggiore o minore di picnosi qualora siano interessate al processo degenerativo le metafasi o le fasi terminali della cariocinesi.

HUGHES e TSCHUMI (1958) e PRESTIGE (1965) hanno stabilito quale frequenza e vita media abbiano i processi degenerativi nel neurasse e nei gangli spinali delle larve di Anfibi anuri a seguito della riduzione sperimentale del campo periferico.

MILLS (1939) ha analizzato le variazioni dell'indice mitotico nella epidermide larvale di *Rana* trattata per oltre 4 ore con concentrazioni diverse di colchicina; è ora noto (AHERNE e CAMPLEJOHN, 1972) che, dopo 4 ore, le metafasi bloccate dalla colchicina degenerano e scompaiono, sovrapponendosi così alle eventuali degenerazioni spontanee, per cui i dati riportati da MILLS (1939) non possono essere utili nello stabilire l'origine di queste ultime. Questo Autore fra l'altro osserva una regolare progressione di cellule in profase, un aumento delle picnosi ed un arresto nell'accumulo delle metafasi, che appunto attribuisce alla degenerazione delle metafasi bloccate; pertanto per calcolare il tempo di mitosi utilizza anche le degenerazioni cellulari valutandole quali metafasi.

La nostra esperienza, che non supera 4 ore, è stata condotta a due diverse temperature onde poter disporre dei necessari controlli, sia delle relazioni fra temperatura e degenerazioni cellulari, sia fra temperatura ed azione della colchicina.

#### *Materiale e metodo*

Girini di *Bufo bufo* L. allo stadio di branchia destra opercolata (stadio 24 sec. Rossi, 1959), ottenuti dalla medesima covata, allevati da 48

ore in due gruppi distinti a 14°C ed a 18°C, sono stati mantenuti al buio per tempi variabili da 0 a 4 ore in una soluzione acquosa di colchicina  $5 \times 10^{-4}$ M. concentrazione che per MILLS (1939) comporta nell'epidermide di girini di rana la totale scomparsa dopo 4 ore di anafasi e telofasi. Ad intervallo di un'ora sono stati fissati in liquido di Sanfelice 3 animali trattati e 3 animali di controllo, mantenuti anche essi al buio ma in acqua distillata; inclusi in paraffina-celloidina e orientati dalla norma trasversale, sono stati affettati in serie a 7  $\mu$  di spessore e colorati con emallume acido di Mayer.

Nei risultati gli animali di controllo si riferiscono a quelli sacrificati all'inizio del trattamento ( $t_0$ ), che non presentano alcuna significativa differenza con quelli mantenuti al buio per 4 ore; il secondo, terzo, quarto e quinto gruppo si riferiscono agli esemplari trattati con colchicina rispettivamente per una, due, tre, quattro ore.

I computi delle popolazioni cellulari, delle mitosi e delle picnosi sono stati eseguiti sui primi sei gangli spinali con obiettivo 100x ad immersione. Tali computi riguardano tutte le fette; nella stima delle popolazioni cellulari si è tenuto conto solo delle cellule nel cui nucleo era presente il nucleolo, e ciò per evitare l'errore di un doppio conteggio.

I primi tre nervi spinali formano il plesso brachiale, la cui componente maggiore è data dal secondo nervo spinale; i nervi dal 4° al 6° non formano plessi ed innervano la pelle ed i muscoli del tronco. Un nervo spinale esclusivamente motore è presente, anteriormente al primo, nell'embrione e nella giovane larva (GAUPP, 1899), per cui i gangli osservati appartengono ai nervi secondo-settimo: si è preferita però la terminologia dell'adulto, i cui nervi spinali sono tutti misti.

### *Risultati*

Dimensioni delle popolazioni cellulari, indici mitotici e frequenze delle varie fasi della mitosi nei gangli spinali non sono significativamente diverse tra animali di controllo allevati a 14°C e quelli allevati a 18°C. Sono d'altronde più numerose le immagini di degenerazione cellulare nei gangli spinali sia brachiali che toracici degli animali allevati a temperatura più elevata (tab. I). Le picnosi sono uniformemente distribuite tra i vari gangli e la frequenza, sia in rapporto al numero delle cellule che in rapporto al numero delle mitosi, è significativamente diversa nei due gruppi di controllo.

TABELLA I

MEDIA CELLULE, MITOSI E PICNOSI PER GANGLIO NEI CONTROLLI							
	ganglio temp.	1°	2°	3°	4°	5°	6°
CELLULE	14° C	187±42	308±138	269±81	271±49	237±64	115±93
	18° C	186±22	397±51	312±24	252±42	165±36	132±42
MITOSI	14° C	4,0	8,2	9,5	9,2	6,2	2,5
	18° C	4,2	14,0	6,0	6,0	5,5	2,7
PICNOSI	14° C	0,2	0,2	0,2	0	0,5	0
	18° C	2,3	3,3	2,3	1,3	3,3	1,0

A seguito del trattamento con colchicina, nel corso del quale non si registra alcuna variazione del numero di cellule per ganglio, si ha una riduzione del numero di profasi fin dalla prima ora, decremento che alla temperatura di 18°C si registra anche nelle ore successive, mentre alla temperatura inferiore è seguito da una progressiva e compensativa ripresa (tab. II).

Alla scomparsa di anafasi e telofasi fin dalla seconda ora del trattamento corrisponde un accumulo delle fasi intermedie delle mitosi. La discriminazione, nell'ambito delle metafasi, fra quelle in cui i cromosomi sono ancora avvolti a gomito pur essendo già scomparsi membrana nucleare e nucleolo (e da noi tabulate come prometafasi) e le metafasi in cui i cromosomi sono disposti più o meno regolarmente in piastra e comunque meglio distinti (tabulate come metafasi tipiche) ha consentito di mettere in evidenza una diversa frequenza di queste due classi nei due gruppi. Negli animali allevati a 18°C la frazione di cellule bloccate in metafase aumenta progressivamente, mentre negli animali allevati a 14°C il loro numero rimane basso e sono le prometafasi ad aumentare progressivamente. Una valutazione dell'effettivo numero di citodieresi bloccate dalla colchicina a 14°C richiederà pertanto che si sommino al numero delle metafasi anche quello delle prometafasi. Risulta in tal modo che il numero delle mitosi bloccate al termine del trattamento è 4-5 volte quello iniziale, pari al 70-80% delle figure mitotiche (le differenze fra i due lotti non sono significative).

Le picnosi nel corso del trattamento non subiscono a 14°C alcuna variazione significativa, a 18°C invece la frequenza delle picnosi subisce un brusco calo con l'inizio del trattamento, passando da 9,4 a 4,1 (numero di picnosi per 1000 cellule) al termine della prima ora di trattamento con un valore  $X^2$  altamente significativo ( $X^2 = 11$ ). Dalla prima alla terza ora di trattamento le picnosi non presentano variazioni significative, mentre si osserva un significativo calo ( $X^2 = 7.6$ ) alla quarta ora (picnosi % = 0,2). Anche rispetto al totale di mitosi e picnosi, dall'inizio alla fine del trattamento le picnosi a 18°C passano dal 15% circa delle prime tre ore allo 0,4% della quarta ora.

### *Discussione*

Il blocco delle mitosi in metafase operato dalla colchicina ha comportato, negli animali allevati a 18°C, la riduzione del numero di picnosi, conseguenza al fatto che è venuto a mancare il contributo delle anafasi e telofasi completamente assenti fin dalla seconda ora di trattamento. Tale ridu-

TABELLA II

TEMPE- RATURA	TEMPO	CELLULE	MITOSI % cellule	PICNOSI % cellule	PROFASI % cellule	PROME- TAFASI % cellule	METAFASI % cellule	ANAFASI % cellule	TELOFASI % cellule
14° C	0	6543	28	0,4	14,1	1,4	8,2	3,2	1,2
	60'	2300	19,1	2,2	5,2	0,4	11	1,3	1,3
	120'	3834	29,5	2,6	3,4	19,0	6,8	0	0
	180'	3621	73,7	1,6	29,3	29,3	15,2	0	0
	240'	2016	68,9	1,5	19,8	48,6	0,5	2	0
18° C	0	8678	26,5	9,4	11,6	2,2	9,4	2,4	0,8
	60'	4901	20,8	4,1	5,9	0,8	13,8	0,2	0,2
	120'	3915	31,4	5,6	2,3	0	29,1	0	0
	180'	5534	39,6	6,1	4,1	1,8	33,4	0	0,2
	240'	4029	42,9	0,2	2	0,2	41,2	0	0

zione non si effettua con progressione regolare, ma con due brusche variazioni: la prima, entro la prima ora di trattamento, mentre permangono cellule in anafase e telofase, è provocata dalla scomparsa delle cellule in tarda metafase o in precoce anafase al momento del blocco; la seconda, dopo tre ore di trattamento continuo, quando anafasi e telofasi sono scomparse da più di ora, è da attribuire alla morte di cellule che da poco hanno superato la fase M.

Al termine del trattamento le cellule in degenerazione sono ugualmente frequenti a 14°C ed a 18° C; il fatto che lo colchicina non modifichi in modo significativo le frequenze delle picnosi a 14°C dimostra che a questa temperatura le sole cellule a degenerare sono quelle che non hanno iniziato il ciclo mitotico. A tali cellule sono da imputare anche le figure picnotiche che è possibile osservare negli animali allevati alla temperatura più alta e trattati con colchicina per più di tre ore. Al totale delle picnosi osservate negli animali di controllo allevati a 18°C contribuiscono pertanto per circa un terzo cellule che hanno appena superato la metafase, per circa due terzi cellule di nuova generazione, per la restante piccola frazione ( $< 0.1$ ) cellule ancora non interessate al ciclo mitotico; solo queste ultime forniscono il quadro picnotico degli animali allevati a temperatura più bassa.

Come ipotizzato nella precedente Nota (FRATELLO e OTTAVIANI, 1974) sono queste ultime le cellule che hanno terminato il loro ciclo funzionale e che pertanto vengono eliminate indipendentemente dalla temperatura di allevamento; con la stessa metodica è ora possibile accertare la loro frequenza anche in altri stadi di sviluppo.

Né le cellule in profase né quelle in metafase vanno in immediata degenerazione in quanto le variazioni percentuali di queste cellule nel corso del trattamento non concordano con quelle delle picnosi: così è per l'aumento di profasi e metafasi dopo la seconda ora di trattamento negli animali allevati a 14°C e delle metafasi in quelli allevati a temperatura più alta, mentre il numero delle picnosi o è costantemente basso o tende a diminuire.

Altro effetto della colchicina, reso evidente nei tempi brevi dalla più bassa delle due temperature, è l'iniziale depressione del numero di cellule che entrano in metafase, cui fa seguito un incremento compensativo; lo stesso fenomeno osservano MacLEOD e DAVIDSON (1968) nelle cellule meristematiche di *Vicia faba*, ove la durata del periodo depresso è maggiore alle dosi più alte. Possono aver provocato tale effetto sia l'inibizione dello stimolo mitogenico, analogamente a quanto la colchicina provoca sui linfociti umani in coltura (WANG e GUNTHER, EDELMAN, 1975), e la depres-

sione dei processi metabolici, sia la riduzione della durata della profase, quale osservano MUELLER, GAULDEN e DRANE (1971) nei neuroblasti di cavalletta. Quest'ultimo fenomeno, a parità di cellule che entrano in profase, comporterebbe una riduzione delle profasi presenti all'istante in cui agisce il fissativo. Nell'impossibilità di stabilire quale delle due possibilità si sia realizzata, non è determinabile la normale durata della mitosi nei neuroblasti gangliari degli embrioni di *Bufo bufo* L.. Solo dalla scomparsa di anafasi e telofasi dopo la prima ora di trattamento, e dal rapporto che nei controlli vi è tra queste e le altre figure cariocinetiche possiamo con molta approssimazione ritenere tale durata compresa tra 5 e 7 ore: ricordiamo che BRUGAL (1971) ha stabilito per le cellule del telencefalo degli embrioni dell'anfibio urodelo *Pleurodeles waltlii* una durata della mitosi di 4 ore a 17°C e di 8 ore a 12°C.

La durata della fase picnotica di una cellula in degenerazione è diversa da tessuto a tessuto, da specie a specie e forse anche da cellula a cellula, in relazione con il suo contenuto in enzimi lisosomiali (AHERNE e CAMPLEJOHN, 1972); nelle cellule delle corna ventrali del midollo spinale dell'anfibio anuro *Xenopus laevis* è stata stimata in 3,2 ore (HUGHES, 1961); nel nostro materiale la loro scomparsa è indubbiamente più rapida e per le picnosi provocate dalle cellule in tarda metafase sfuggite al blocco della colchicina non è superiore ad un'ora e ciò è reso evidente dal brusco calo di frequenza che si registra fin dalla prima ora, cui non fa seguito una significativa variazione nelle due ore successive (i valori di  $X^2$  per le picnosi della prima, seconda e terza ora non sono significativi per una differenza sia in rapporto al numero di cellule che in rapporto al numero di mitosi).

Dal confronto fra le due temperature appare evidente come l'azione della colchicina sia più drastica a 18°C non tanto nella efficienza del blocco delle metafasi, completo in ambedue i lotti sperimentali, quanto nella riduzione del numero di profasi e nella conseguente riduzione del numero di mitosi bloccate in metafase: le possibilità di agire sui microtubuli si sono cioè pienamente realizzate in ambedue i casi, mentre gli effetti sulle biosintesi macromolecolari sono più accentuati a temperatura più alta. In relazione con la temperatura è anche il grado di contrazione dei cromosomi bloccati dalla colchicina, che a 14°C rimangono per la maggior parte ancora in prometafase (« clotted C-metaphases » a differenza del tipo usuale « scattered »), con un effetto analogo a quello ottenibile con dosi inferiori di alcaloide (MOHRI, 1973).

Dalla distribuzione delle picnosi nei vari gangli risulta che negli Anfibi anuri la situazione differisce da quella osservata da HAMBURGER e LEVI-

MONTALCINI (1949) in pulcino ove le picnosi sono assenti nei gangli che innervano l'arto anteriore.

Concludendo: le picnosi presenti nei gangli spinali dei girini di *Bufo bufo* allevati a 13°C sono date per 1/3 dalle degenerazioni di mitosi in tarda metafase e precoce anafase, per circa 2/3 da cellule di recente generazione e, per una frazione inferiore ad un decimo, da cellule ancora non interessate al ciclo mitotico. A quest'ultima frazione corrispondono le picnosi che si ritrovano anche negli animali allevati a temperatura più bassa. Il tempo necessario a che le figure picnotiche, date dalle mitosi in tarda metafase e precoce anafase, scompaiano è inferiore ai 60', tempo almeno 3 volte inferiore del tempo richiesto dalle picnosi dei neuroni spinali di *Xenopus leavis* a seguito dell'amputazione di un arto.

BIBLIOGRAFIA

- AHERNE W. e CAMPLEJOHN R.S. (1972) — On correcting the error due to metaphase degeneration in stathmokinetic studies. *Exp. Cell. Res.*, 74, 496-502.
- BRUGAL G. (1971) — Etude autoradiographique de l'influence de la température sur la prolifération cellulaire chez les embryons âgés de *Pleurodeles waltlii* Michad. (Amphibien, Urodèle). *Wilhelm Roux' Archiv*, 168, 205-225.
- FRATELLO B. (1968) — Accrescimento e sviluppo dei gangli spinali dell'arto anteriore di un Anfibio urodelo. *Rend. Acc. Naz. Lincei* (serie VIII), 45, 620-625.
- FRATELLO B. e OTTAVIANI E. (1974) — I processi degenerativi dei neuroni gangliari spinali durante lo sviluppo. 1°. Effetti della temperatura in *Bufo bufo* L. (Amphibia). *Boll. Soc. Med. Chir. Modena*, 74, (N. 6), 1-5.
- GAUPE E. (1969) — Lehre vom Nervensystem. In: ECKER'S A. e WIEDERSHEIM'S R. (Eds.) *Anatomie des Frosches*, Braunschweig.
- HAMBURGER V. e LEVI-MONTALCINI R. (1949) — Proliferation, differentiation, and degeneration in the spinal ganglia of the chick embryo under normal and experimental conditions. *J. Exp. Zool.*, 111, 457-502.
- HUGHES A. (1961) — Cell degeneration in the larval ventral horn of *Xenopus laevis* (Daud.) *J. Embryol. Exp. Morph.*, 9, 269-284.
- HUGHES A. e TSCHUMI P.A. (1958) — The factors controlling the development of the dorsal root ganglia and ventral horn in *Xenopus laevis* (Daud.). *J. Anat.*, 92, 498-527.
- MACLEOD R.D. e DAVIDSON D. (1968) — Changes in mitotic indices in roots of *Vicia faba* L. III. Effects of colchicine on cell cycle times. *Exp. Cell. Res.*, 52, 541-554.
- MILLS O.K. (1939) — Variations in the rate of mitosis in normal and colchicine-treated tadpoles of *Rana pipiens* and *Amblystoma jeffersonianum*. *J. Morph.*, 64, 39-113.
- MOHRI S. (1973) — Analytical studies of the effects of colchicine on mouse L cells. III. Change in C metaphase rate in total metaphase and transition between the clotted and the scattered type caused by colchicine. *Tokushima J. Exp. Med.*, 20, 19-23.
- MUELLER G.A., GAULDEN M.E. e DRANE W. (1971) — The effects of varying concentrations of colchicine on the progression of grasshopper neuroblasts into metaphase. *J. Cell Biol.*, 43, 253-265.
- ROSSI A. (1959) — Tavole coronologiche dello sviluppo embrionale e larvale del *Bufo bufo* L. *Monit. Zool. Ital.*, 66, 1-17.
- WANG J.L. e GUNTHER G.R., EDELMAN G.M. (1975) — Inhibition by colchicine of the mitogenic stimulation of lymphocytes prior to the S. phase. *J. Cell Biol.*, 66, 128-144.

Modena, 20 dicembre 1975.

F. Lombardo - E. Ottaviani

Istituto di Anatomia Comparata dell'Università di Modena

*L'ATTIVITÀ MITOTICA NEL CORSO  
DELLO SVILUPPO DELLA RETINA DI UN TELEOSTEO*

RIASSUNTO

È stata valutata l'attività mitotica nel corso della morfogenesi e dell'accrescimento dell'occhio del teleosteo *Gambusia affinis*.

Nei primi stadi (embrioni di 2 e 3,5 mm.) le mitosi sono presenti nello strato più interno di tutta la retina e nell'epitelio pigmentato. Successivamente (embrioni di 4,5 mm.) le mitosi si osservano solo alla periferia della retina. Attività mitotica nel margine retinico si osserva anche nei giovani esemplari di 1 e 3 settimane.

Si è concluso che il margine retinico rappresenta il tessuto cambiale che provvede all'accrescimento dell'area retinica anche dopo la nascita.

SUMMARY

The mitotic activity was evaluated during the eye morphogenesis and growth in the Teleost *Gambusia affinis*.

In the early stages (2-3,5 mm. embryos) the mitoses are present in the innermost layer of all the retina and in the pigmented epithelium. Subsequently (4,5 mm. embryos) proliferating cells are found only in the periphery of the retina. The mitotic activity in the retinal margin is present also at the birth and in young specimens (1-3 weeks).

It was concluded that the retinal margin is the only source of cells for the retinal growth i.e. the meristematic tissue accounting for the considerable increase of the retinal area also after birth.

La retina degli Anfibi aumenta in estensione e in spessore anche dopo la metamorfosi fino al raggiungimento della taglia somatica specifica: ciò è dovuto alla formazione di nuove cellule alla periferia della retina per proliferazione del margine retinico (HOLLYFIELD, 1968, 1971). Una valutazione quantitativa dell'attività mitotica nell'Urodelo *Triturus cristatus* (OTTAVIANI, 1974) ha dimostrato che la proliferazione cellulare è estesa, nel periodo embrionale, sia alla periferia che al fondo dell'occhio e si restringe, nel periodo larvale, al margine retinico che pertanto assume il valore di tessuto cambiale. Mancano i dati per stabilire se queste caratteristiche dello sviluppo della retina neurale degli Anfibi siano comuni ad altri Anamni benchè siano note le capacità rigenerative della retina dei Teleostei (MATTHEWS, 1933; LOMBARDO, 1968) dovute all'attività proliferativa del margine retinico (LOMBARDO, 1972). Questo dato indica che nei Teleostei adulti il margine retinico ha valore di blastema, ma non ci permette di stabilire se esso sia un tessuto cambiale e cioè la fonte delle cellule che provvedono all'accrescimento della retina neurale durante lo sviluppo normale in omologia con quanto si verifica negli Anfibi. Pertanto, allo scopo di verificare se il margine abbia o meno questa proprietà anche nei Teleostei abbiamo analizzato l'andamento dell'attività mitotica durante lo sviluppo normale della retina neurale.

#### *Materiale e metodo*

Per la presente ricerca è stato impiegato il Teleosteo *Gambusia affinis* (BAIRD e GIRARD, 1854). Gli stadi di sviluppo sono stati definiti in base alla lunghezza tenendo presente sia la morfologia esterna che il grado di differenziamento di alcuni organi. Tra gli stadi considerati sono stati utilizzati ai fini dei computi mitotici alcuni embrioni (2 mm.; 3,5 mm.; 4,5 mm.) e individui alla nascita (8 mm.) come pure individui giovani di una settimana (8,5 mm.), di 3 settimane (9 mm.) ed adulti (30 mm.). Gli animali sono stati fissati in liquido di Sanfelice, inclusi in celloidina-paraffina e sezionati in serie trasversali di 5-7  $\mu$ ; i preparati sono stati colorati in parte con il metodo di Feulgen e in parte con il metodo di Mallory-Azan. I computi mitotici sono stati effettuati su sezioni alterne allo scopo di evitare doppi conteggi, resi possibili dal fatto che il diametro delle cellule in mitosi (7  $\mu$ ) uguaglia o supera lo spessore delle sezioni. Le aree retiniche sono state calcolate approssimando l'occhio ad una sfera con un diametro che è la media tra i diametri dorsoventrale e lateromediale e tenendo conto che la retina occupa i due terzi della superficie interna dell'occhio.

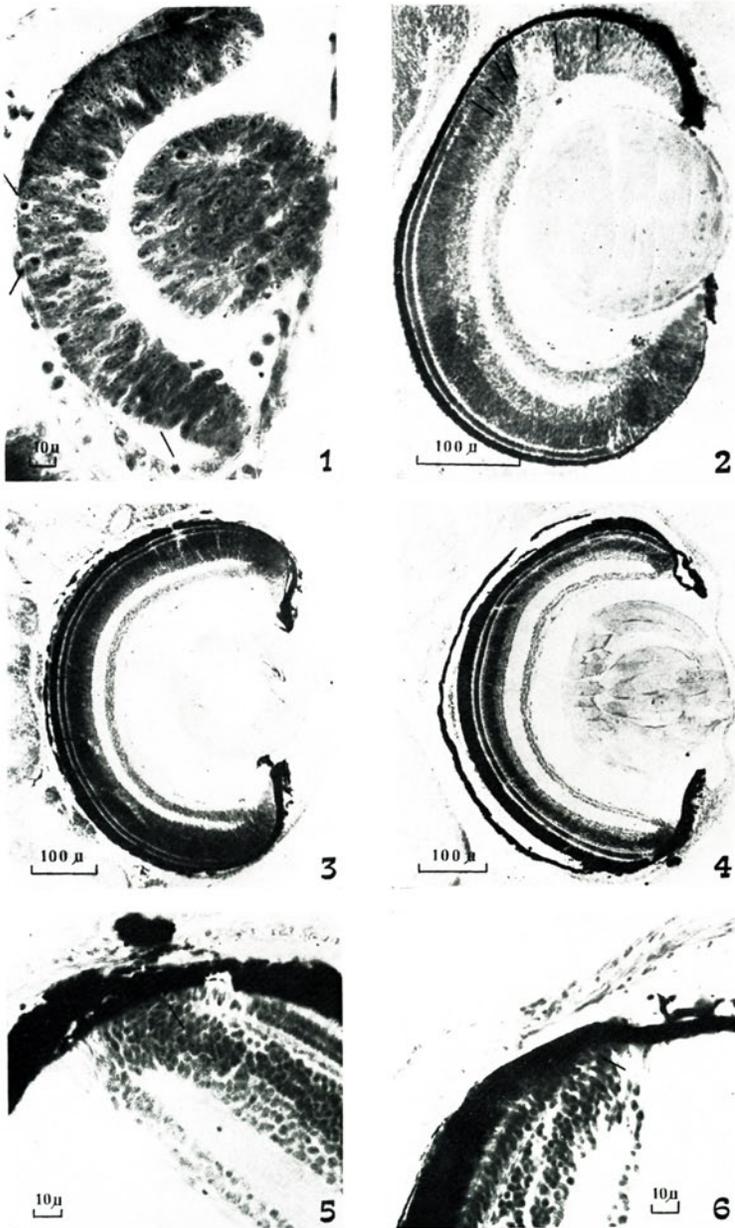
### Risultati

*Stadio di 2 mm. di lunghezza:* l'area della retina è di circa 0,06 mm.<sup>2</sup>. La retina è più spessa al fondo (40  $\mu$ ) che alla periferia (25  $\mu$ ); essa è ovunque costituita da strati di cellule a stretto contatto tra di loro senza l'interposizione di fibre (fig. 1). Le cellule del foglietto monostratificato che rappresenta il primordio del *tapetum* sono ancora prive di pigmento e presentano una morfologia diversa nel fondo, dove sono appiattite e nelle due porzioni periferiche dove sono cubiche: le mitosi in questo strato (6,8%) appaiono concentrate tra le cellule cubiche periferiche. Nella retina neurale esse sono presenti sia al margine retinico (18,2%) che nel fondo dell'occhio (75%) (vedi tab.); nell'uno e nell'altro caso sono però prevalentemente concentrate negli strati cellulari più prossimi al primordio dell'epitelio pigmentato.

*Stadio di 3,5 mm. di lunghezza:* l'occhio appare più grande che nello stadio precedente e la retina è notevolmente più estesa (0,31 mm.<sup>2</sup>). A questo stadio la porzione centrale della retina, al fondo dell'occhio, è già stratificata per l'interposizione di fibre, mentre la porzione periferica mantiene ancora le caratteristiche dello stadio precedente (fig. 2). L'attività mitotica è, in valori assoluti, assai più alta che nello stadio 2 mm. (vedi tab): essa è prevalentemente addensata (95,5%) nella porzione periferica o margine retinico dove però si mantiene nello strato cellulare più prossimo all'epitelio pigmentato, come nello stadio precedente. La frequenza delle mitosi è molto diminuita sia nella porzione centrale stratificata della retina neurale (1,3%) che nell'epitelio pigmentato (3,2%).

*Stadio di 4,5 mm. di lunghezza:* l'area retinica è ulteriormente estesa (0,47 mm.<sup>2</sup>) ed appare stratificata sia nella porzione centrale che in quella periferica ad eccezione dell'anello di cellule che costituisce il margine retinico (fig. 3). Tutta l'attività mitotica (100%) (vedi tab.) è concentrata nel margine retinico ed i quadri mitotici sono costantemente localizzati nello strato prossimo al *tapetum*. Le cellule dell'epitelio pigmentato appaiono completamente differenziate e le loro frange si insinuano tra i segmenti esterni delle cellule visive: nessuna mitosi si osserva tra questi elementi.

*Stadio di 8 mm. di lunghezza (nascita):* l'area retinica è un po' più estesa (0,51 mm.<sup>2</sup>) che nello stadio precedente ed è ulteriormente ispessita sia nella porzione centrale (150  $\mu$ ) che in quella periferica (110  $\mu$ ) (fig. 4): ciò è dovuto all'allungamento dei segmenti esterni ed all'ispessimento degli strati nucleari e plessiformi. L'attività mitotica, modesta in valore assoluto (vedi tab.), continua ad essere presente esclusivamente nel margine retinico (fig. 5).



Stadio 2 mm. (fig. 1), stadio 3.5 mm. (fig.2), stadio 4.5 mm. (fig. 3), stadio 8 mm. (nascita) (fig. 4), stadio 8 mm. (nascita): margine retinico (fig. 5), stadio 9 mm. (3 settimane): margine retinico (fig. 6). Sono indicate alcune mitosi.

TABELLA

STADIO (lungh. mm )	NUMERO MEDIO MITOSI	MITOSI %			AREA RETINA (mm <sup>2</sup> )
		m.r. <sup>(1)</sup>	r.n. <sup>(2)</sup>	e.p. <sup>(3)</sup>	
2	44	18,2	75,0	6,8	0,06
3,5	280	95,5	1,3	3,2	0,31
4,5	182	100	—	—	0,47
8	5	100	—	—	0,51
8,5	6	100	—	—	0,69
9	8	100	—	—	0,95
30	—	—	—	—	2,45

- (1) m.r. = margine retinico (porzione periferica non stratificata della retina neurale)  
 (2) r.n. = retina neurale (porzione stratificata della retina neurale)  
 (3) e.p. = epitelio pigmentato

Negli individui giovani di una settimana (8,5 mm. di lunghezza) e di 3 settimane (9 mm. di lunghezza) non si hanno ulteriori cali della attività mitotica che, pur bassa, continua ad essere presente nel margine retinico (fig. 6) con valori della stessa entità (vedi tab.) di quelli che sono stati riscontrati alla nascita.

Nell'adulto (30 mm. di lunghezza) l'area retinica (2,45 mm.<sup>2</sup>) è circa quattro volte quella che si aveva alla nascita; lo spessore della retina è aumentato sia nella porzione centrale (180  $\mu$ ) che in quella periferica (140  $\mu$ ) per l'aumento dello spessore sia degli strati nucleari che di quelli delle fibre e per il completo sviluppo dei segmenti esterni dei fotorecettori. L'attività mitotica è assente in ogni settore della retina neurale.

### Discussione

Dai dati esposti risulta che:

1. Nei primi due stadi embrionali considerati (2 e 3,5 mm.) le mitosi sono prevalentemente localizzate nello strato più prossimo all'epitelio pigmentato sia in periferia che sul fondo dell'occhio; nell'epitelio pigmentato esse sono localizzate alla periferia. Nello stadio successivo (4,5 mm.) l'attività mitotica diviene particolarmente elevata, in valori assoluti, nel margine retinico, mentre è assente nel fondo dove la stratificazione è già definita; in questo stadio il *tapetum* appare pigmentato e in esso non sono riscontrabili mitosi.

2. Dalla nascita fino al raggiungimento delle dimensioni specifiche dell'occhio l'attività mitotica al margine della retina, pur essendo più bassa in valori assoluti rispetto agli stadi embrionali, si mantiene costante. Negli altri settori della retina essa è del tutto assente.

La localizzazione delle mitosi nei primi stadi dello sviluppo della retina del Teleosteo *Gambusia* è analoga a quella riscontrata nel corso dello sviluppo della retina degli Anfibi (SENTEIN, 1946; HOLLYFIELD, 1968, 1971) e degli Uccelli (FUJITA, 1962) e come in questi casi richiama l'omologia con la localizzazione delle mitosi nel corso dello sviluppo del tubo neurale. Infatti nel tubo neurale le mitosi si riscontrano nello strato cellulare immediatamente a ridosso dell'epitelio ventricolare; poichè la retina rappresenta una estroflessione del tubo neurale, tale strato è da ritenere omologo a quello più prossimo all'epitelio pigmentato. A questo strato possiamo dare il nome, analogamente a quanto è stato fatto negli Uccelli (FUJITA, 1962), di strato matrice.

L'esaurirsi dell'attività mitotica nella porzione centrale della retina, in coincidenza con l'inizio della stratificazione in questa zona, ed il contemporaneo potenziamento dell'attività mitotica nello strato matrice del margine retinico, indicano che la retina dei Teleostei si accresce alla periferia. La presenza di uno strato matrice al margine della retina, documentata dalla persistenza dell'attività mitotica dopo la nascita, spiega il notevole aumento dell'area retinica dalla nascita all'età adulta. Pertanto le modalità dello sviluppo e dell'accrescimento della retina nei Teleostei sono simili a quelle osservate negli Anfibi, nei quali è stato dimostrato che le cellule visive (SAXÉN, 1954) e le cellule gangliari (JACOBSON, 1968 a, 1968 b) più periferiche sono le ultime a differenziarsi e che il margine è la fonte delle cellule che provvedono ad aumentare la superficie e lo spessore della retina (HOLLYFIELD, 1968, 1971; OTTAVIANI, 1974).

La continua aggiunta di nuovi elementi nervosi alla periferia della retina non appare in contrasto con l'esistenza di aree specifiche di terminazione dei neuroni retinici nel tetto ottico dei Pesci (SPERRY, 1948, 1955) in quanto l'esistenza di *Matrixzonen* nel tetto ottico dei Teleostei (RICHTER e KRANZ, 1970) rende verosimile la possibilità di un ampliamento delle aree tettali in analogia con quanto è stato verificato negli Anfibi (GAZE e WATSON, 1965).

La notevole attività mitotica che si riscontra nel margine retinico nel corso dei fenomeni rigenerativi della retina nell'adulto (LOMBARDO, 1972) documenta la persistenza del valore di blastema di questo settore retinico nei Teleostei. Questo dato ci consente di affermare una ulteriore omologia con gli Anfibi in quanto sia negli Urodela (HASEGAWA, 1958; GAZE e WATSON, 1965; KEEFE, 1973) che negli Anuri (LOMBARDO, 1969) il margine della retina è una fonte di cellule per i processi rigenerativi.

L'estinguersi dell'attività mitotica nell'epitelio pigmentato prima della nascita (embrioni di 4,5 mm.) pone il problema della provenienza delle cellule che provvedono a estendere il *tapetum* durante il successivo accrescimento della retina. Il fatto che l'unico centro attivo di proliferazione cellulare durante questa fase di sviluppo sia rappresentato dal margine retinico può far supporre che le sue cellule indifferenziate possano modularsi in più sensi, ma i dati in nostro possesso non consentono di affamarlo. Né d'altra parte c'è la possibilità che le cellule dell'epitelio pigmentato dei Teleostei si dividano visto che neppure nel corso dei fenomeni rigenerativi (LOMBARDO, 1972) si riscontrano mitosi, a differenza di quanto hanno osservato STONE (1950) e KEEFE (1973) negli Urodela.

BIBLIOGRAFIA

- FUJITA S. (1962) — Kinetics of cellular proliferation. *Exp. Cell Res.*, 28, 52-60.
- GAZE R.M. e WATSON W.E. (1968) — Cell division and migration in the brain after optic nerve lesions. In: WOLSTENHOLME G.E.W. e O'CONNOR M. (Eds.), *Growth of the Nervous System*, Churchill, London.
- HASEGAWA M. (1958) — Restitution of the eye after removal of the retina and lens in the newt, *Triturus pyrrhogaster*. *Embryologia*, 4, 1-32.
- HOLLYFIELD J.G. (1968) — Differential addition of cells in *Rana pipiens* tadpoles. *Dev. Biol.*, 18, 163-179.
- HOLLYFIELD J.G. (1971) — Differential growth of the neural retina in *Xenopus laevis* larvae. *Dev. Biol.*, 24, 264-286.
- JACOBSON M. (1963 a) — Development of neuronal specificity in retinal ganglion cells of *Xenopus*. *Dev. Biol.*, 17, 202-218.
- JACOBSON M. (1963 b) — Cessation of DNA synthesis in retinal ganglion cells correlated with the time of specification of their central connections. *Dev. Biol.*, 17, 219-232.
- KEEFE J.R. (1973) — An Analysis of Urodelian Retinal Regeneration. IV: Studies of the cellular source of retinal regeneration in *Triturus cristatus carnifex* using <sup>3</sup>H thymidine. *J. Exp. Zool.*, 184, 239-258.
- LOMBARDO F. (1968) — La rigenerazione della retina negli adulti di un Teleosteo. *Rend. Acc. Naz. Lincei* (ser. VIII), 45, 631-634.
- LOMBARDO F. (1969) — La rigenerazione della retina neurale negli adulti di Anfibi anuri. *Arch. It. Anat. Embriol.*, 75, 29-44.
- LOMBARDO F. (1972) — Andamento e localizzazione delle mitosi durante la rigenerazione della retina di un Teleosteo adulto. *Rend. Acc. Naz. Lincei* (ser. VIII), 53, 323-326.
- MATTHEWS S.A. (1933) — Changes in the retina of *Fundulus* after cutting of the optic nerve and of the blood vessels running to the eye. *J. Exp. Zool.*, 66, 175-187.
- OTTAVIANI E. (1974) — Attività mitotica nella retina durante lo sviluppo normale di un Anfibio urodelo. *Rend. Acc. Naz. Lincei* (ser. VIII), 57, 718-722.
- RICHTER W. e KRANZ D. (1970) — Autoradiographische Untersuchungen über die Abhängigkeit des <sup>3</sup>H-Thymidine-Index vom Lebensalter in den Matrixzonen des Telencephalons von *Lebistes reticulatus* (Teleostei). *Z. mikr.-anat. Forsch.*, 81, 530-560.
- SAXÉN L. (1954) — The development of the visual cells. Embryological and physiological investigations on Amphibia. *Ann. Acad. Sci. Fenn.* (ser. A<sub>4</sub>), 23, 1-107.
- SENTEIN P. (1946) — Mise en évidence des zones germinatives de l'oeil par le blocage des mitoses chez de larves d'Amphibiens. *C.R. de la Soc. de Biol.*, 140, 185-187.
- SFERRY R.W. (1948) — Patterning of central synapses in regeneration of the optic nerve in Teleosts. *Physiol. Zool.*, 21, 351-361.
- SPERRY R.W. (1955) — Functional regeneration in the optic system. In: WINDLE W.F. (Ed.), *Regeneration in the central nervous system*, Thomas, Springfield Ill.
- STONE L.S. (1950) — The role of retinal pigment cells in regenerating retina of adult salamander eyes. *J. Exp. Zool.*, 113, 9-31.

M. Pellegrini - L. Zarotti

Istituto di Geologia Università di Modena

***UN ESEMPIO DI EROSIONE ACCELERATA IN ALVEO:  
IL T. TIEPIDO PRESSO MARANELLO (MODENA) (\*)***

RIASSUNTO

Nella presente nota viene descritto un fenomeno di erosione concentrata manifestatosi in un tratto dell'alveo del T. Tiepido, affluente del F. Panaro (provincia di Modena). Poichè si è potuto disporre di osservazioni e misure effettuate a più riprese a partire dal 1964, è stato possibile seguire l'evoluzione del fenomeno, praticamente dal suo manifestarsi, ed individuarne con sicurezza le cause, rappresentate soprattutto dall'escavazione di materiale inerte dall'alveo: il prelievo di ghiaia dà infatti origine ad un processo erosivo nel substrato argilloso; il quantitativo di argilla asportato spontaneamente dal corso d'acqua supera quello della ghiaia escavata artificialmente. Si è pertanto potuto seguire a piccola scala un processo che da diversi anni è in atto in tutti i corsi d'acqua principali del versante appenninico della Pianura Padana, del quale molto spesso è difficile individuare le cause che hanno provocato un apparente ringiovanimento dei profili d'equilibrio, in relazione sia all'ampiezza dei tratti soggetti ad escavazione ed erosione, sia alla mancata possibilità di quantificare i prelievi di materiali inerti.

RÉSUMÉ

On décrit un phénomène de surcreusement observé dans un coin le long du torrent Tiepido, affluent du F. Panaro (Province de Modena). Dès 1964 on a fait des observations et des mesures qui ont permis de suivre

---

(\*) Lavoro stampato con il contributo finanziario del CNR (C.T. 75.00685.05-115.5949, responsabile Prof. M. Pellegrini).

l'évolution du phénomène et de repérer que l'excavation des graviers a donné lieu au surcreusement. En effet l'excavation des graviers a donné origine à l'érosion du substratum argileux; l'argile élevé naturellement par le cours d'eau dépasse le matériel graveleux prélevé artificiellement. On a ainsi suivi, à petite échelle, un phénomène qui, dès quelques années, a été observé le long des tous les cours d'eau du versant apennin de la Plaine du Po; de ces cours d'eau est souvent difficile connaître pourquoi il y a un apparent renouvellement du profil d'équilibre, car les zones intéressées par l'excavation et le creusement sont très étendues et car il n'est pas possible connaître combien de matériel graveleux a été enlevé.

### *Introduzione*

Il fenomeno della ripresa del ciclo erosivo dei corsi d'acqua non rappresenta certamente una novità, poichè dagli anni '50 ad oggi quasi tutti i corsi d'acqua italiani e quelli padani in particolar modo ne sono stati più o meno intensamente interessati: i corsi d'acqua della provincia di Modena però, sono stati forse tra quelli nei quali l'abbassamento dell'alveo ha raggiunto valori tra i più elevati. Infatti in taluni tratti dei F. Secchia e Panaro si sono registrati abbassamenti di anche 7-8 metri, come sta a testimoniare l'altezza di alcuni manufatti di regimazione costruiti di recente per ripristinare le quote originarie (presso Rubiera sul F. Secchia, a Spilamberto sul Panaro, ecc.). Il problema della ripresa del ciclo erosivo, è stato affrontato, soprattutto per quanto riguarda le cause, spesso con opinioni differenti, da numerosissimi studiosi: esiste infatti una letteratura che per la sua ampiezza non è qui il caso di citare. Per quanto riguarda il territorio modenese, è sufficiente ricordare le note di PELLEGRINI & ROSSI (1967), PELLEGRINI (1969 a, b) e di MORATTI & PELLEGRINI (1972), che si sono occupati direttamente o indirettamente del fenomeno e delle sue implicazioni nell'ambito dei bacini dei Fiumi Secchia e Panaro.

Pur essendo quindi consapevoli che il problema dell'abbassamento degli alvei non rappresenta oramai una novità, soprattutto come si è detto nell'ambito della Pianura Padana, ci è sembrato tuttavia interessante ritornare sull'argomento, illustrando un esempio abbastanza singolare, quel-

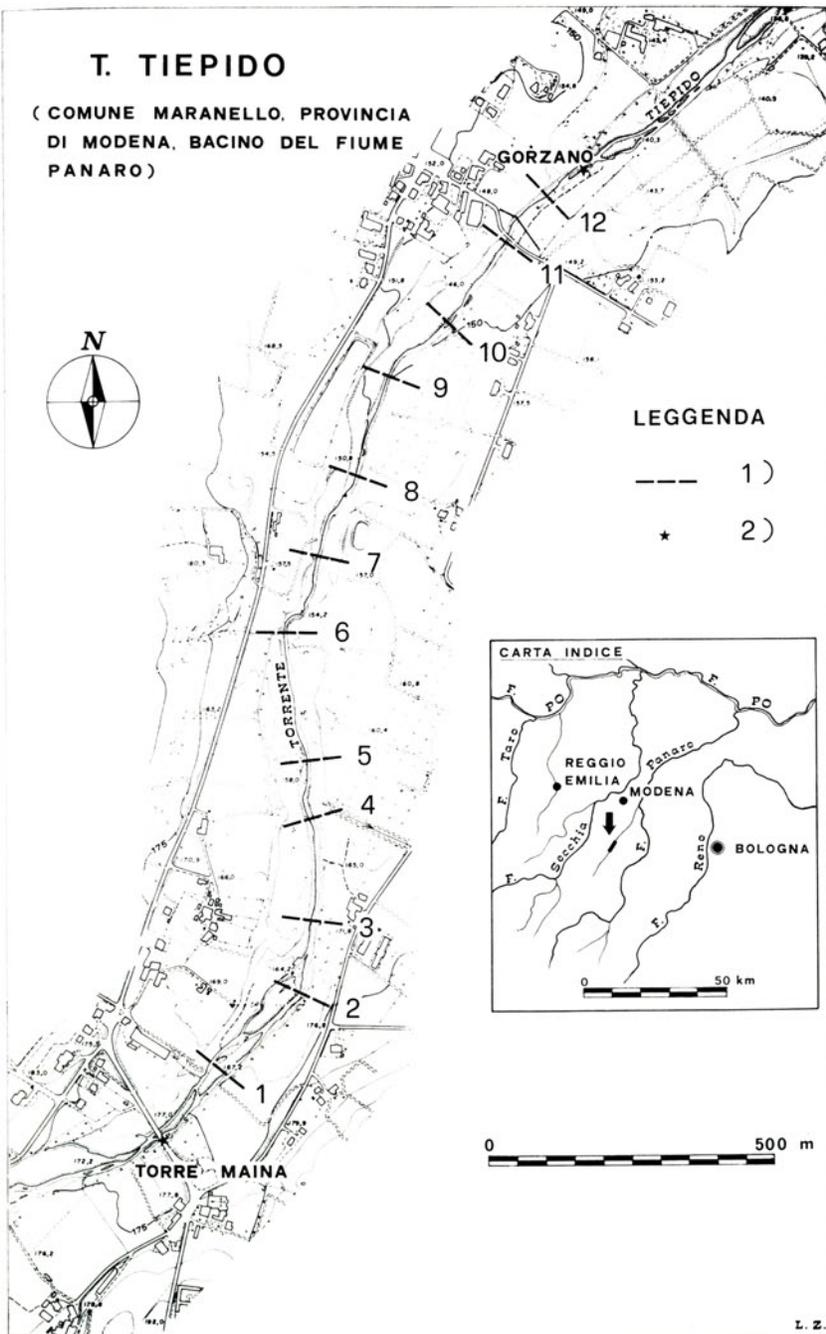
Fig. 1



Carta indice e topografia della valle del T. Tiepido nel tratto interessato dal fenomeno erosivo studiato. *Leggenda:* 1) traccia delle sezioni trasversali illustrate nella Fig. 3; 2) estremità della curva di fondo della Fig. 2.

# T. TIEPIDO

( COMUNE MARANELLO, PROVINCIA  
DI MODENA, BACINO DEL FIUME  
PANARO )



lo del T. Tiepido, affluente di sinistra del F. Panaro: si tratta infatti di una erosione molto accentuata, ma piuttosto localizzata e quindi facilmente studiabile e per la quale si disponevano osservazioni e misure ripetute a partire dal settembre 1964. Contemporaneamente alle osservazioni relative all'evoluzione del fenomeno, si sono registrati anche gli interventi antropici sul corso d'acqua, per cui oggi si può avere un quadro sufficientemente completo anche delle cause e dei rapporti tra cause ed effetti. Le ultime misure di campagna sono state effettuate nel luglio 1975, cioè immediatamente prima che iniziassero i lavori di costruzione di una serie di traverse, progettate dal Genio Civile per la regolarizzazione dell'asta fluviale e che attualmente (gennaio 1976) hanno completamente modificato la morfologia dell'alveo.

#### *Inquadramento idrografico e geologico del bacino del T. Tiepido*

Il T. Tiepido è un affluente di sinistra del F. Panaro, al quale confluisce nella media pianura, immediatamente a nord della Via Emilia; la parte montana del bacino, sottesa dalla sezione di q. 150 metri (sbocco in pianura, presso il ponte di Gorzano) ha una superficie di circa 47,6 Km<sup>2</sup>, modellata quasi esclusivamente in formazioni argillose (prevalentemente « Argille scagliose » *s.l. Auct.*) e fliscioidi, poco o nulla permeabili; fanno eccezione alcune piccole placche di terreni semiautoctoni oligomiocenici e qualche terrazzo ghiaioso di versante. La copertura vegetale è praticamente assente, prevalendo forme erosive tipiche dei terreni argillosi; la quota massima del bacino è rappresentata dagli 850 metri del crinale compreso tra Serramazzone e S. Dalmazio.

Il tratto di alveo considerato nel presente studio corrisponde alla estrema parte collinare del bacino, immediatamente prima dello sbocco in pianura, e più precisamente dal ponte di Torre Maina (q. 177) al ponte di Gorzano (q. 148) in Comune di Maranello, per una lunghezza di circa 2 Km. La geologia del tratto di asta considerato è relativamente semplice: la valle è caratterizzata da una serie di terrazzi alluvionali e marini di varia età (recenti, würmiani e prewürmiani) che si addossano ad affioramenti di argille grigio-azzurre fossilifere, rappresentanti la transizione tra il Pliocene e il Calabrianò. Questi stessi terreni affiorano attualmente anche sul fondo dell'alveo, dove talora sono stati incisi per alcuni metri: qui la stratificazione appare sempre netta, anche se le bancate sono piuttosto potenti. Gli strati immergono generalmente di 10°-25° verso i quadranti settentrionali, cioè tendono ad immergersi al di sotto della pianura antistante. Le argille sono riccamente fossilifere e caratterizzate da un grandissimo numero

di forme di Gasteropodi e Lamellibranchi, tipici di una *facies* litorale e sino ad ora non ancora studiati.

Le alluvioni dell'alveo e quelle dei terrazzi di fondovalle, sono le solite che si rinvencono in quasi tutti i corsi d'acqua appenninici, essendo costituite da ghiaie ad elementi calcarei in prevalenza, ben arrotondate e discretamente eterometriche (fino a 30 cm di diametro), con notevole matrice limo-sabbiosa. L'originario spessore della copertura alluvionale dell'alveo nel tratto considerato si aggirava dai 50 cm ai 2 metri.

Per quanto riguarda le caratteristiche idrologiche del corso d'acqua, esso ha un regime tipicamente pluviale di tipo appenninico, con una portata massima di piena prevedibile in 25 m<sup>3</sup>/s circa, valore quest'ultimo ricavato applicando le note formule di GIANDOTTI (1937) e VISENTINI (1938), per la determinazione rispettivamente dei tempi di corrivazione e delle portate di massima piena.

#### Attuale morfologia dell'alveo e sua evoluzione

Come abbiamo accennato in precedenza, relativamente all'alveo del T. Tiepido, disponevamo di misure a partire dal 1964. A quella data la curva di fondo dell'alveo era press'a poco intermedia tra quella superiore a tratto spezzato e quella inferiore punteggiata, riportata in fig. 2; la pri-

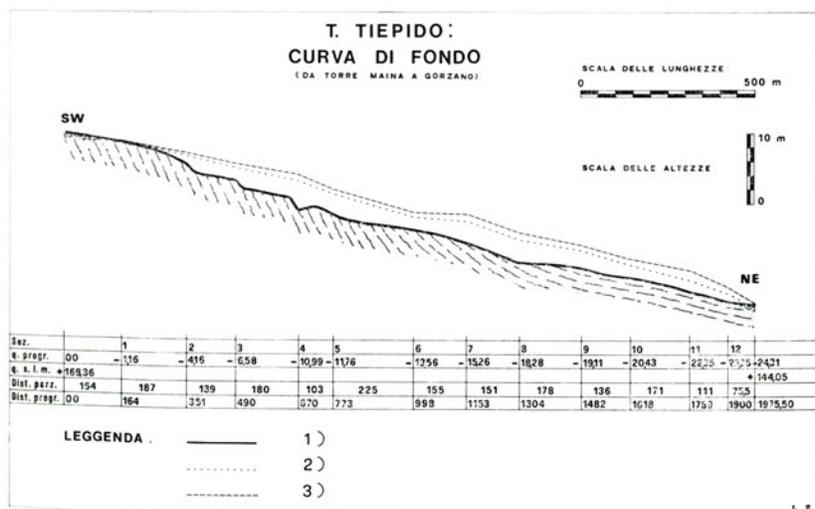


Fig. 2

Curva di fondo del T. Tiepido tra Torre Maina e Gorzano. *Leggenda*: 1) curva di fondo nel luglio 1975; 2) superficie di contatto tra copertura ghiaiosa alluvionale e substrato argilloso pliocenico-calabrianico; 3) curva originaria, antecedente al 1964.

ma curva è stata desunta riferendosi alle quote delle zone di alveo, immediatamente adiacenti al solco di erosione. Le due curve, ricavate da misure dirette in campagna, illustrano pertanto rispettivamente la curva di fondo prima dell'inizio del fenomeno erosivo e quella dell'alveo quando il corso d'acqua aveva eroso la copertura alluvionale e raggiunto il substrato argilloso; nel 1966 la curva di fondo non si era ancora del tutto identificata con la curva inferiore, cioè quella punteggiata che corrisponde al contatto tra la copertura ghiaiosa e il substrato di argille plioceniche, poichè solo qua e là affioravano queste ultime (Fig. 9 di PELLEGRINI & ROSSI, 1967). Nel luglio 1975 la situazione morfologica dell'alveo era quella corrispondente alla curva di fondo illustrata nella fig. 2, con tratto continuo in grassetto, e dalle sezioni trasversali della fig. 3. A questa data l'alveo appare pertanto profondamente inciso, fino a 5 metri dalle quote originarie e incassato tra ripide pareti di argilla formanti uno stretto solco, sul cui fondo, durante i periodi di magra, si osservano sottili e discontinui veli di ciottoli, presto rimossi durante i successivi periodi di morbida, a testimonianza del netto prevalere dei fenomeni di erosione-trasporto su quelli di deposito. Da notare, poi, come nel tratto più a monte (sezioni da 1 a 5) compaiono nette rotture di pendenza, dimostranti una condizione di non-equilibrio, tipica di un'erosione regressiva ancora in atto. Il fenomeno erosivo, contrariamente a quanto ci si dovrebbe aspettare, si è propagato anche verso valle rispetto ai punti di prelievo di materiale lapideo, identificabili all'incirca tra le sezioni 5 e 9 (Fig. 3), probabilmente in conseguenza della maggiore velocità con la quale giungeva l'acqua dopo aver percorso il tratto situato immediatamente a monte. A valle della sezione 12 il fenomeno erosivo si smorza rapidamente e la copertura alluvionale ghiaiosa torna ad essere praticamente continua; un chilometro circa più a valle, presso Pozza di Maranello, le condizioni morfologiche dell'alveo appaiono pressochè normali. Non si notano invece fenomeni di sovralluvionamento conseguenti all'erosione dell'argilla del substrato, nonostante i grandi quantitativi asportati dal corso d'acqua, fatto questo da imputarsi alle modalità di erosione e di trasporto dei materiali fini che, in sospensione, soprattutto durante i periodi di piena, possono venire dispersi a distanze notevoli.

Per quanto riguarda le conseguenze del fenomeno erosivo, oltre al dissesto generale dell'alveo, si è verificato un grave lesionamento di due passerelle in muratura, una pedonale ed un'altra per autoveicoli, presso Gorzano (Fig. 8). Se non fossero state costruite le opere di sistemazione idraulica iniziate nell'agosto 1975, l'erosione regressiva avrebbe sicuramente interessato anche il ponte di Torre Maina, forse però con effetti meno vistosi poichè esso possiede fondazioni su palificate.

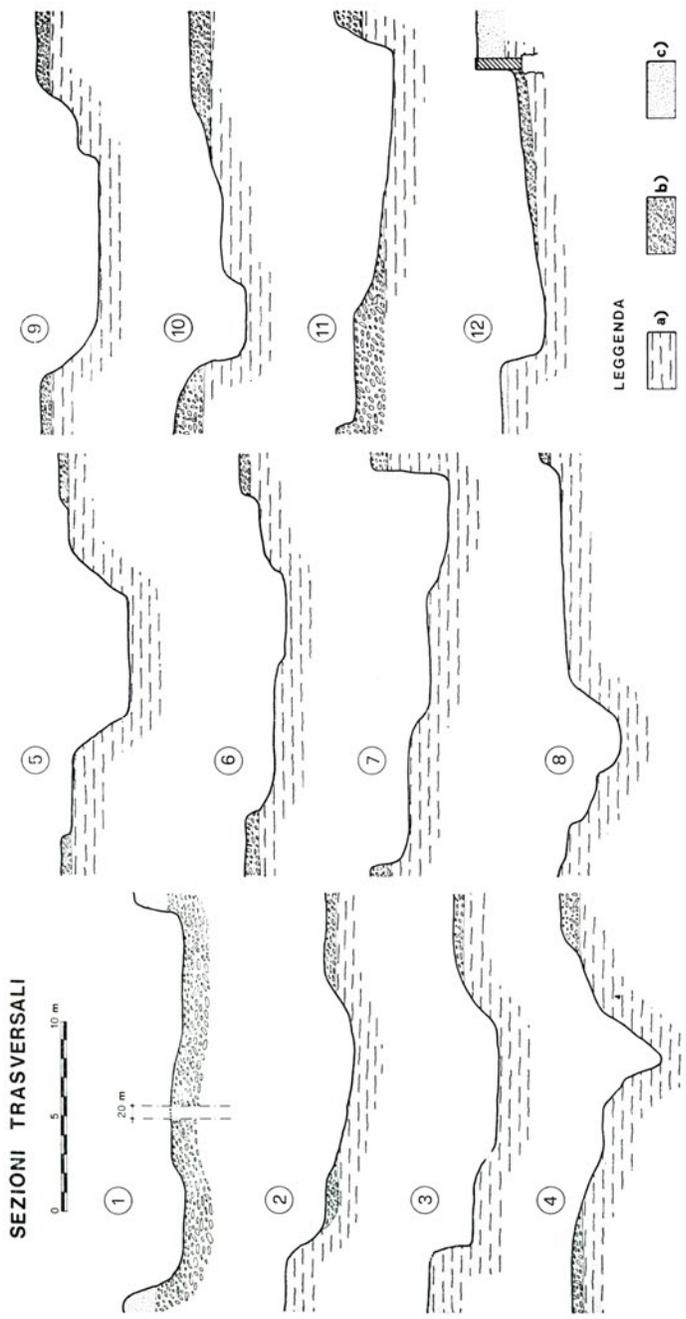


Fig. 3

Sezioni trasversali dell'alveo del T. Tiepido tra Torre Maina e Gorzano (luglio 1975); la numerazione si riferisce alle tracce riportate in Fig. 1.  
*Leggenda:* a) argille grigio-azzurre fossilifere del Pliocene-Calabrianio b) alluvioni prevalentemente ghiaiose; c) alluvioni limo-sabbiose.



Fig. 4

Inizio del tratto in erosione, dove nel letto del torrente cominciano ad affiorare argille plioceniche; sullo sfondo il ponte di Torre Maina.



Fig. 5

L'alveo del T. Tiepido, nei pressi della sezione 4 (luglio 1975)

*Considerazioni conclusive*

La limitata estensione del fenomeno erosivo, almeno in forme così marcate, e la velocità stessa dell'instaurarsi del fenomeno (poco più di 10 anni) permettono di escludere senz'altro delle cause naturali, che solitamente sono responsabili di modificazioni che si esplicano a vasta scala e in periodi di ben più lunga durata. La cause sono pertanto senz'altro di tipo artificiale e anzi sono identificabili con assoluta certezza con la rimozione o l'asportazione di ghiaia e, secondariamente, con la discarica di detriti nelle zone immediatamente adiacenti al canale principale del corso



Fig. 6

L'alveo nel marzo 1967, nei pressi della sezione 7.

d'acqua. Quest'ultima causa appare però essere irrilevante e può solo aver favorito, mediante il restringimento delle sezioni, un fenomeno erosivo provocato dall'asportazione o dal semplice rimaneggiamento della copertura ghiaiosa alluvionale. Si può calcolare che siano stati asportati o rimaneggiati oltre 17.000 m<sup>3</sup> di ghiaia, dopo di che il corso d'acqua ha eroso spontaneamente, in meno di 8 anni, 29.500 m<sup>3</sup> delle argille sottostanti ad una media annua di circa 3.700 m<sup>3</sup>. Da ciò si dimostra chiaramente che l'escavazione di ghiaia non è responsabile in assoluto dei fenomeni erosivi lungo gli alvei, ma ne è tuttavia l'unica causa o per lo meno la principale, nel

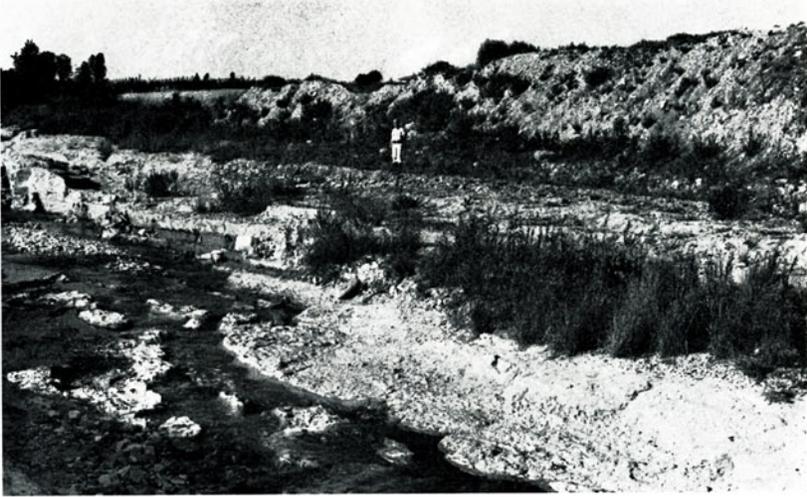


Fig. 7

La stessa sezione della figura precedente nel luglio 1975: l'inquadratura e la prospettiva della fotografia non sono esattamente identici per il cambiamento delle quote del punto di ripresa. Sullo sfondo un accumulo di ghiaia prelevato dall'alveo.



Fig. 8

Effetti dell'erosione dell'alveo: le passerelle di Gorzano nel luglio 1975.

senso che essa innesca un fenomeno erosivo conseguente alla rimozione di quel *pavé* o *pavage* (GOGUEL, 1959; PELLEGRINI, 1969 a, b) che in condizioni naturali non può essere rimosso se non dalle piene eccezionali, a frequenza secolare o plurisecolare. Il successivo restringimento delle sezioni e la conseguente maggior velocità di deflusso dell'acqua, soprattutto durante i periodi di piena, accentuano il fenomeno che tende a trasmettersi, pur in maniera attenuata, anche a valle dei tratti ove esso si è iniziato (ad es. zona delle passerelle di Gorzano nel caso considerato), oltre che, naturalmente, verso monte. L'esempio del T. Tiepido, soprattutto per la immediatezza con cui si sono osservati certi fenomeni, per la loro piccola scala e per la distribuzione delle osservazioni nel corso del tempo, conferma pertanto che l'escavazione di ghiaia, indipendentemente dalle quantità estratte, come già aveva intuito nel secolo scorso LOMBARDINI (1865), modifica in maniera sensibile la morfologia degli alvei e di conseguenza anche le caratteristiche idrauliche dei corsi stessi. Infine, sarà interessante osservare quale sarà l'effetto dei manufatti in corso di ultimazione, soprattutto per quanto riguarda le modificazioni di morfologia dell'alveo stesso e i materiali coi quali avverrà l'alluvionamento dei tratti sottesi dalle briglie, poichè, se è vero che l'escavazione di inerti è senz'altro la causa principale dei fenomeni erosivi lungo gli alvei, è anche vero però che le bonifiche montane rallentano il ripascimento degli alvei con materiali grossolani.

OPERE CITATE

- GIANDOTTI M. (1937) — *Idrologia della Bonifica Integrale. Parte I<sup>a</sup>: Idrologia generale.* S.G.A. Barbera, Firenze.
- GOGUEL J. (1959) — *Application de la Géologie aux travaux de l'Ingénieur.* Masson Ed., Paris.
- LOMBARDINI E. (1865) — *Della condizione idraulica della Pianura Subapennina, fra l'Enza ed il Panaro.* Tip. degli Ingegneri, Milano.
- MORATTI L. & PELLEGRINI M. (1972) — *Caratteristiche delle alluvioni e dei dissesti verificatisi nei bacini dei fiumi Secchia e Panaro (Province di Modena e Reggio Emilia) nel settembre 1972.* Atti Soc. Nat. e Mat. di Modena, 103.
- PELLEGRINI M. (1969 a) — *La pianura del Secchia e del Panaro.* Atti Soc. Nat. e Mat. di Modena, 100.
- PELLEGRINI M. (1969 b) — *Considerazioni geologiche su alcuni ponti della Provincia di Modena.* Atti Soc. Nat. e Mat. di Modena, 100.
- PELLEGRINI M. & ROSSI A. (1967) — *Le variazioni del profilo d'equilibrio del F. Panaro e di alcuni suoi affluenti.* Atti Soc. Nat. e Mat. di Modena, 98.
- VISENTINI M. (1938) — *Sulla determinazione delle portate di massima piena.* Riv. Energia Elettrica, 11-II.

A. Annovi

Istituto di Geologia - Università di Modena

**LINEAMENTI GEOLOGICI DELLA ZONA  
DI MONTESE-RIOLA E ANALISI DELLE FACIES  
(APPENNINO MODENESE E BOLOGNESE) (\*)**

RIASSUNTO

In questa nota vengono illustrate le caratteristiche geologiche principali della zona di Montese-Riola (Appennino modenese e bolognese).

Nella zona di Montese-Riola sono presenti delle formazioni fliscioidi alloctone (prevalentemente cretacee) alle quali si sovrappone una successione semiautoctona oligomiocenica. In essa l'analisi delle *facies* si è dimostrata elemento essenziale per la ricostruzione paleogeografica. Nei depositi miocenici, per esempio, il brusco contatto tra *facies* torbiditica di conoide e *facies* di piattaforma giustifica, a parer nostro, l'individuazione di una faglia sinsedimentaria attiva durante l'Oligocene superiore ed il Miocene inferiore.

Faglie e fratture, numerose ma quasi sempre di piccola entità, hanno come direzione principale di sviluppo quella E-W, e ad esse si accompagnano blandi andamenti a sinclinale e anticlinale.

RÉSUMÉ

On décrit les caractéristiques géologiques principales de la zone de Montese-Riola (Apennin modénais et bolonais). Il s'agit de formations flyscioides alloctones (surtout crétacées) sur lesquelles il y a une série semiautochtone oligo-miocène dont l'analyse des *facies* a été essentiel afin de la reconstruction paléogéographique. Les sédiments miocènes ne présentent

---

(\*) Questo lavoro fa parte della serie di ricerche geologiche e morfologiche promosse dall'Istituto di Geologia dell'Università di Modena, diretto dal Prof. P. Fazzini, sotto gli auspici e con il contributo finanziario del CNR. (Contributo CNR n° 75.00010.05).

pas, par exemple, una zone de transition entre le *facies* turbiditique de conoïde et le *facies* de plate-forme; cela, à notre avis, justifie le repérage de failles synsédimentaires actives pendant l'Oligocène supérieur et le Miocène inférieur. Les failles et les fractures nombreuses mais pas importantes. présentent une direction principale E-O et elles sont associés à douces allures à synclinal et anticlinal.

### *Introduzione*

Questa nota ha lo scopo di presentare sinteticamente i primi risultati emersi durante lo studio degli affioramenti oligomiocenici dell'Appennino settentrionale intrapreso dall'Istituto di Geologia dell'Università di Modena.

La zona presa in esame è quella di Montese-Riola, tra le valli del F. Panaro e del F. Reno, nell'Appennino modenese e bolognese (Fig. 1).

Le notizie bibliografiche sulle formazioni di questa zona sono scarse: i dati più recenti sono quelli contenuti nella seconda edizione dei Fogli Vergato e S. Marcello Pistoiese della Carta Geologica d'Italia (SELLI, 1970; MERLA, 1968), ed in una recente nota introduttiva di Bonazzi e Fazzini (BONAZZI & FAZZINI, 1973); del passato esiste solo un lavoro di Tavani (TAVANI, 1942) dove vengono fatte distinzioni su basi cronostratigrafiche.

Le formazioni prese in esame possono considerarsi semiautoctone (MERLA, 1959), cioè tardogcosinclinaliche secondo AUBOUIN (1965) e SESTINI (1970), ma ben poco si conosce sul loro significato paleogeografico. I problemi principali sono legati all'interpretazione delle *facies*, che non si può fare in maniera univoca, anche a causa delle difficoltà riscontrate nel collegare tra di loro affioramenti discontinui nello spazio. Infatti avrebbe scarso significato un'analisi stratigrafica che non tenga conto di quei caratteri che permettono un'interpretazione delle modalità e dell'ambiente di sedimentazione, cioè, in definitiva, che non leghi il sedimento al processo e all'ambiente che lo hanno formato. In questa ricerca si è pertanto tenuto conto, oltre che dell'analisi stratigrafica, anche dell'interpretazione delle *facies* e dei loro rapporti.

### *La successione stratigrafica*

I terreni affioranti nella zona oggetto di questa nota si possono distinguere in due grandi gruppi: a) i complessi basali; b) la successione oligomiocenica. Quest'ultima è sovrapposta (stratigraficamente?) ai complessi basali e costituisce un « zolla » che, per la sua morfologia, si stacca net-

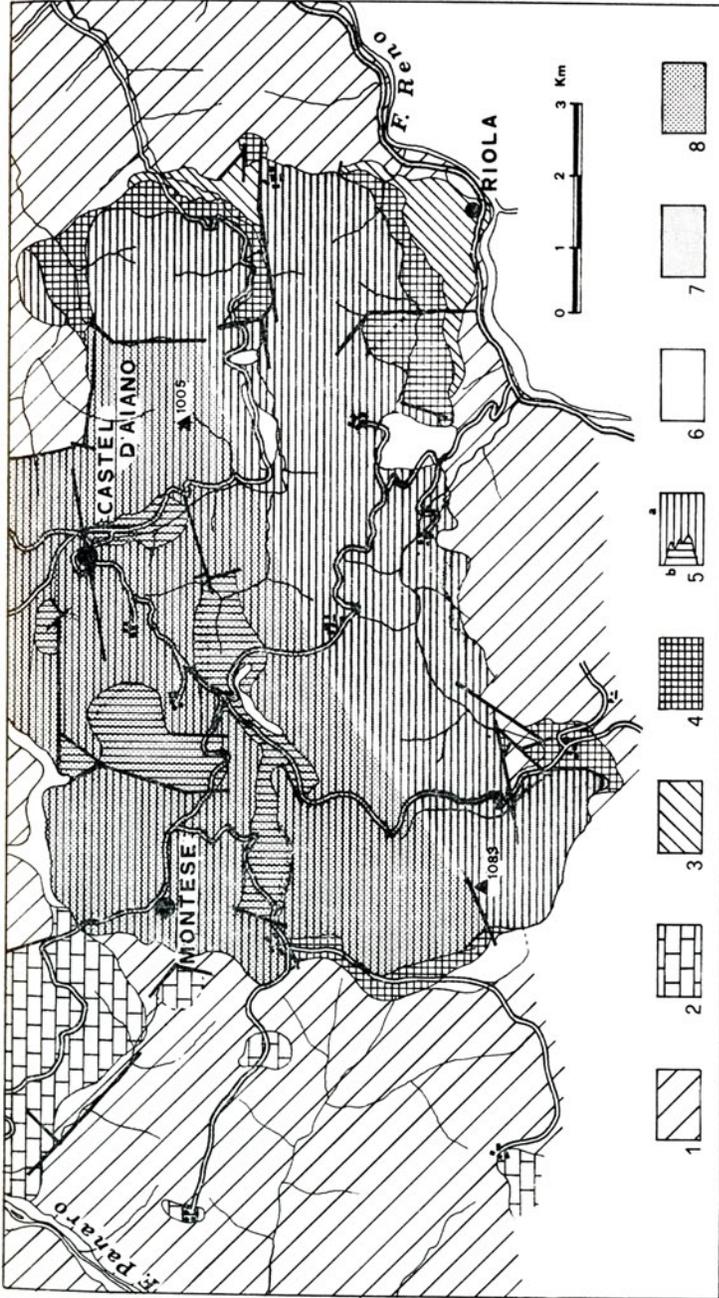


Fig. 1

Carta geologica schematica dell'area studiata. 1) Argille varicolori; 2) Flysch calcareo-arenaceo; 3) Formazione di Loiano; 4) Marne di Antognola; 5 a) Arenarie di Bismantova; 5 b) marne della Formazione di Bismantova; 6) travertini, detriti di falda, alluvioni; 7) *facies* torbiditiche e 8) *facies* di piattaforma presenti nella Formazione di Bismantova.

tamente dai terreni circostanti, più erodibili. Il substrato costituito dai complessi basali è estremamente caoticizzato, ed in esso ho fatto delle distinzioni informali, basate soprattutto sui caratteri litologici; è comunque prematuro considerare definitivamente queste distinzioni finchè esse non troveranno riscontro in un contesto più ampio (1), per cui, per il momento, nei complessi basali ho distinto una formazione prevalentemente argillosa ed un *Flysch* calcareo-arenaceo. La formazione argillosa è analoga al *Complesso indifferenziato* (LOSACCO, 1964) ed in parte alle *Argille varicolori* (PAPANI, 1971) e costituisce il basamento di un *Flysch* calcareo-arenaceo di età cretacea superiore.

La successione oligomiocenica risulta costituita dalla formazione di Loiano, dalle Marne di Antognola e dalla formazione di Bismantova. È una successione talora continua, comprendente i termini dalla formazione di Loiano fino alle Arenarie di Bismantova (Oligocene medio-superiore - Miocene inferiore), talora discontinua. In questo caso i termini mancanti possono essere le Arenarie di Loiano o le Marne di Antognola. La mancanza delle Arenarie di Loiano può essere imputabile alla discontinuità originaria di questa formazione, trattandosi di depositi canalizzati; la mancanza o riduzione dello spessore delle Marne di Antognola può essere dovuta ad un fondo irregolare del bacino di sedimentazione o ad apporti quantitativamente diversi. In ogni modo ne risulta una grande variabilità nella successione oligomiocenica.

#### a) *Complessi basali*

*Argille varicolori dei complessi di base dei Flysch*: si tratta delle « argille scagliose »: argille grigio-verdastre, talora nerastre, con fiammate rosso-vinate, inglobanti blocchi e spezzoni di strati calcarei e subordinatamente arenacei, che danno all'insieme struttura caotica. Spesso si trovano inglobate anche masse ofiolitiche di dimensioni variabili, in giacitura intraformazionale. Le argille varicolori, nelle quali non sono stati rinvenuti fossili, costituiscono il basamento di un *Flysch* calcareo-arenaceo e talvolta si ritrovano tettonicamente sovrapposte ad esso.

*Flysch calcareo-arenaceo*: il *Flysch* calcareo-arenaceo è costituito da alternanze ritmiche di calcari, calcari marnosi e marne con argille e argille marnose grigie, in strati variabili da qualche centimetro fino al metro. Su-

---

(1) I ricercatori dell'Istituto di Geologia di Modena hanno in corso una revisione degli affioramenti della valle del F. Panaro sia a Nord (cfr. BETTELLI, 1974), sia a Sud della zona qui considerata.

ordinatamente sono presenti livelli arenaceo-micacci. Questa formazione flioscioide, di età cretacea superiore, può essere considerata analoga al *Flysch* di Monte Cantiere (FAZZINI, 1963) e alla Formazione di Monte Venere (ABBATE, 1969) sia per l'età sia per la litologia.

b) *Successione oligomiocenica.*

*Formazione di Loiano:* la formazione di Loiano è costituita da arenarie, arenarie conglomeratiche e conglomerati con elementi di varia natura, fra i quali graniti, rocce verdi, spezzoni di strati calcarei, ecc. La *litofacies* arenacea è costituita da strati chiaramente torbiditici, mentre nella *litofacies* conglomeratica, le dimensioni degli elementi non permettono il formarsi dei caratteri tipici della risedimentazione. Caratteristica della formazione di Loiano è la rapida variabilità dello spessore (il valore massimo si aggira sul centinaio di metri) e la discontinuità degli affioramenti.

Questi fatti, unitamente ai caratteri sedimentologici, permettono di definirla come deposito in *facies* di conoide interna. Nella formazione non

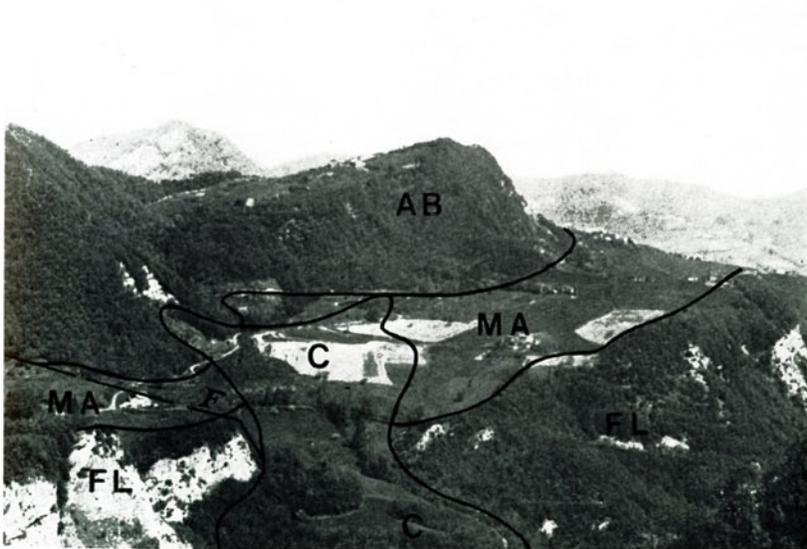


Fig. 2

Veduta generale della successione oligomiocenica lungo il fianco orientale della « zolla », a nord di Castelnuovo (98 IV NO, « Castel d'Aiano »): FL formazione di Loiano; MA Marne di Antognola; AB Arenarie di Bismantova; C corpo di frana; F faglia.

sono state rinvenute microfaune: l'attribuzione all'Oligocene è stata fatta in base all'età dei termini in contatto stratigrafico.

Si è preferito usare il termine Formazione di Loiano e non di Ranzano come nel F<sup>o</sup> 98 della Carta Geologica d'Italia, per vari motivi: natura petrografica, posizione stratigrafica, assenza alla sua base dalle Marne di Montepiano, età probabilmente oligocenica superiore. La formazione in questione può quindi essere considerata a parer mio, come un lembo marginale della serie di Loiano, affiorante estesamente ad est della zona studiata, parzialmente coeva e più recente della corrispondente successione Montepiano-Ranzano.

*Marne di Antognola:* Il termine di marne è improprio, in quanto solo raramente si raggiunge un tenore di carbonati tale da giustificarlo. Si tratta di argille e argille marnose, quasi sempre sabbiose, grigio-verdastre. Lo spessore della formazione è variabile, da un massimo di 100-120 metri, giunge fino ad annullarsi. Ciò può essere dovuto sia a mancata sedimentazione, a causa della presenza di un fondo irregolare del bacino di sedimentazione, sia ad apporti diversi legati alla geometria del bacino, probabilmente controllato dalla tettonica. Al passaggio con la formazione sovrastante compaiono talvolta intercalazioni di arenarie grigie e letti ricchi di microfossili a guscio o scheletro siliceo. Questi possono trovare i corrispondenti nei livelli di natura silicea (Tripoli di Contignaco, marne selciose, ecc.) che nell'Appennino settentrionale marcano il passaggio Oligocene-Miocene (FAZZINI & OLIVIERI, 1961). La formazione ha generalmente età oligocenica superiore ma può raggiungere la base del Miocene.

*Formazione di Bismantova:* La formazione delle Arenarie di Bismantova è, come potenza e distribuzione, la più estesa della successione oligomiocenica; si tratta di arenarie grigio brune, giallastre per alterazione, di età miocenica inferiore, talvolta oligocenica superiore. Lo spessore della formazione, per altro estremamente variabile, raggiunge al massimo 350-400 metri.

Le arenarie presentano caratteri sedimentologici tipici di ambienti sedimentari diversi: così, accanto ad alternanze arenaceo-argillose chiaramente torbiditiche, troviamo arenarie con ondulazioni da *ripples*, ricchissime di microfossili e resti di macrofossili litorali, sicuramente non rimaneggiati. Poichè sarebbe stato scarsamente significativo cartografare le Arenarie di Bismantova senza tener conto di questi caratteri, ho fatto varie distinzioni in base alle *facies*. Ciò nonostante le *facies* prevalenti sono due: quella torbiditica di conoide (Figg. 3 e 4) e quella di piattaforma (Fig. 5 e 6).

1) *Facies torbiditiche*

Le *facies* torbiditiche sono caratterizzate da alternanze arenaceo-argilloso-siltose grigio-brune in strati variabili da qualche centimetro fino a qualche metro. A volte la componente pelitica si riduce ad un sottilissimo straterello argilloso-siltoso, che può anche mancare, e la parte arenacea assume



Fig. 3

Passaggio, per alternanze, fra le Marne di Antognola e le Arenarie di Bismantova, qui in *facies* torbiditica. I livelli arenacei, dapprima sporadici, aumentano di frequenza e di spessore fino a prendere il sopravvento. Presso Seneveglio (98 IV SO, « Riola »).

l'aspetto di grossi banchi molassici, costituiti da una sabbia medio-grossolana, senza apparente gradazione. Le strutture alla base di strato, sempre assenti in questo caso, sono rare anche nelle torbiditi più fini, e non sempre di facile interpretazione. Le direzioni in esse raccolte indicano una provenienza dai quadranti meridionali, in prevalenza da SE. Queste torbiditi possono essere considerate di conoide interna e intermedia (MUTTI & RICCI LUCCHI, 1972), e corrispondono al massimo spessore della formazione.

2) *Facies di piattaforma*

Le Arenarie di Bismantova in *facies* di piattaforma sono costituite da arenarie calcaree, calcari arenacei e calcareniti, con contenuto di carbonati

crecente verso il tetto della formazione. Si possono presentare sotto diverso aspetto: quello più frequente è caratterizzato dalla mancanza di stratificazione. In questo caso si presentano in grossi banconi omogenei, senza traccia di strutture, e questo è imputabile all'azione di limivori o fossatori, dei quali, molte volte, sono riconoscibili le tracce della bioturbazione (Fig. 7). Dove le strutture primarie sono conservate, queste sono generalmente costituite da ondulazioni di *ripples*, spesso troncati, oppure da lamine parallele. Nella formazione si trovano anche intercalazioni di argille marnose e

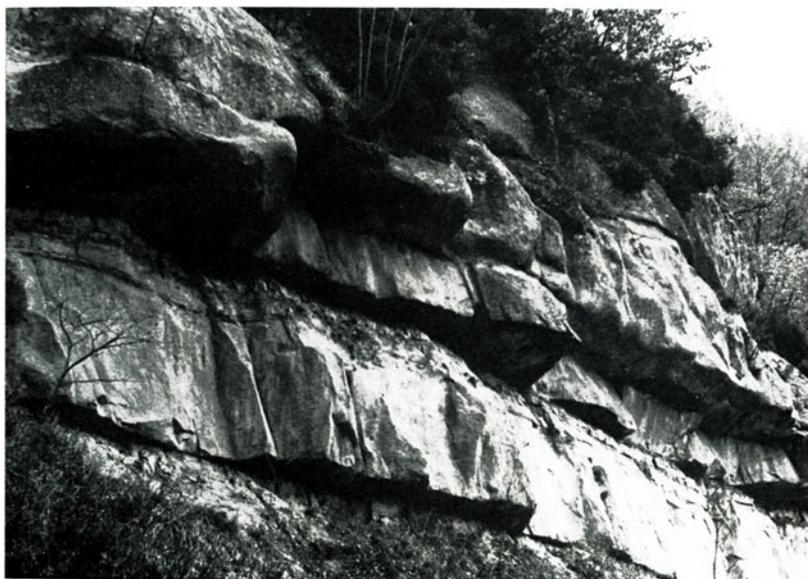


Fig. 4

Arenaria di Bismantova in *facies* torbiditica: grossi strati arenacei con impronte di fondo alternati a sottili strati argilloso-siltosi. Presso S. Maria di Labante (98 IV NO « Castel d'Aiano »).

marne grigie, ricche di microfossili che hanno indicato come età la parte alta del Miocene inferiore. Lo spessore della *facies* di piattaforma è sempre modesto (minore di 100 m) e nettamente inferiore a quello della *facies* torbiditica.

#### *Distribuzione delle facies*

Dalla carta schematica allegata (Fig. 1) si può osservare la distribuzione delle varie *facies*. Le *facies* torbiditiche occupano i quadranti meri-

dionali e vengono a brusco contatto con le *facies* di piattaforma, sviluppate nella zona nord-occidentale. Una possibile spiegazione a questa situazione, tenendo anche conto della provenienza da SE delle torbiditi, è quella di una faglia o di un sistema di faglie, attive già durante le sedimentazioni, che avrebbero mantenuto in subsidenza la parte meridionale del bacino in cui andavano a scaricarsi le torbiditi (Fig. 8). Nella zona settentrionale, in relativa calma, si sarebbe instaurata una sedimentazione di mare sottile, con apporti da altre direzioni. Questa ipotetica faglia, coincidente in parte con una faglia effettivamente riscontrata sul terreno, avrebbe un andamento *grosso modo* SW-NE ed avrebbe agito dall'Oligocene superiore fino al Mio-



Fig. 5

Arenarie di Bismantova in *facies* di piattaforma: calcareniti giallo bruno riccamente fossilifere. Le lenti argillose sono costituite da materiali residuali. A N di Montese (97 I NE. « Montese »).

cene inferiore. La netta distinzione tra le due zone di sedimentazione sarebbe confermata dai primi dati ottenuti dall'esame petrografico. Le arenarie, costituite quasi esclusivamente da clasti derivanti dal disgregamento di rocce cristalline acide, sembrano avere caratteri petrografici e tessiturali diversi a seconda delle *facies* a cui appartengono. Le arenarie in *facies* di piattaforma sono caratterizzate da un più alto contenuto in carbo-



Fig. 6

Arenarie di Bismantova in *facies* di piattaforma: laminazioni incrociate nelle calcareniti giallo bruno. A N di Sassomolare (93 IV NO, « Castel d'Aiano »).



Fig. 7

Esempio di bioturbazione.

nati, da valori granulometrici più elevati e da una minor quantità di matrice.

### *Tettonica*

La tettonica è relativamente semplice. Il substrato costituito dai complessi basali si presenta estremamente tettonizzato per il meccanismo stesso di messa in posto. La successione oligomiocenica sovrastante presenta blandi andamenti a sinclinale e anticlinale, dovuti non tanto a compressione, quanto ad assestamenti legati agli ultimi movimenti del substrato. Complessivamente la « zolla » presenta un andamento a sinclinale, con i margini topograficamente più rilevati.

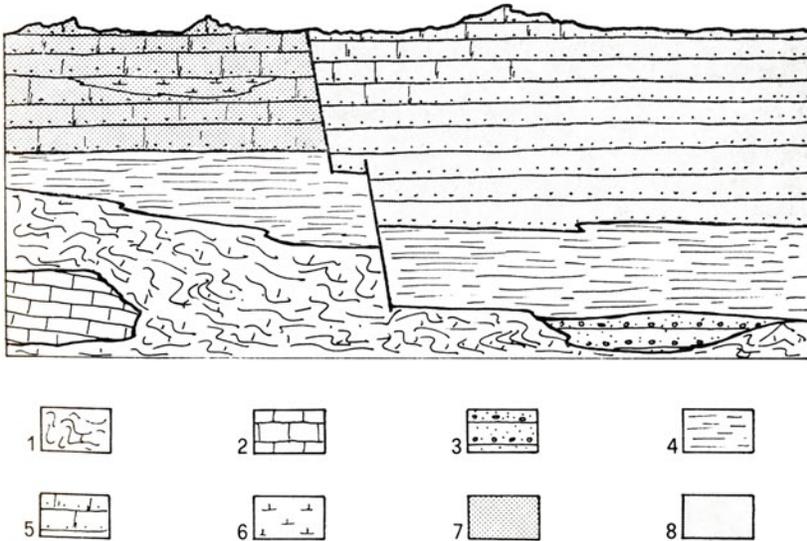


Fig. 8

Schema dei rapporti stratigrafici e delle facies: 1) Argille vericolori; 2) Flysch calcareo arenaceo; 3) Formazione di Loiano; 4) Marne di Antognola; 5) Arenarie di Bismantova; 6) marne della Formazione di Bismantova; 7) facies di piattaforma; 8) facies torbiditica.

Le faglie e le fratture sono numerose, con prevalente sviluppo E-W, ma generalmente di modesta entità. All'interno della « zolla » sono presenti dei piccoli lembi di argille dei complessi basali; lo loro presenza è imputabile talvolta ad olistostromi e talvolta a piccoli fenomeni di risalita (nel senso inteso da ANELLI, 1923) lungo le maggiori faglie o all'incrocio di esse.

BIBLIOGRAFIA

- ABBATE E. (1969) — *Il gruppo della Val di Sambro (Serie di Monghidoro « auctt. ») ed i terreni sovrastanti (Appennino modenese e bolognese) Dati preliminari*. Boll. Soc. Geol. It., 88.
- ANELLI M. (1923) — *Sul comportamento tettonico delle Argille Scagliose nell'Appennino Emiliano*. Rend. R. Acc. Naz. Lincei, cl. Sc. Fis. Mat. e Nat., 32.
- ANGELUCCI A. e all. (1967) — *Sedimentological characteristics of some Italian turbidites*. Geologica Romana, 6.
- ALLEN J.R.L. (1963) — *The classification of cross-stratified units with notes on their origin*. Sedimentology, 2.
- AUBOUIN J. (1965) — *Geosynclines*. Elsevier, Amsterdam.
- AZZAROLI A. (1953) — *Appunti sulla serie di Loiano (Appennino bolognese)*. Boll. Soc. Geol. It., 72.
- BETTELLI G. (1974) — *Geologia della zona tra Guiglia e Zocca*. Tesi di Laurea inedita, Istituto di Geologia dell'Università di Modena. Anno acc. 1973-74.
- BONAZZI U. (1971) — *Le arenarie di Ranzano: caratteristiche sedimentarie e analogie con altre arenarie paleogeniche emiliane*. Atti Soc. Nat. e Mat. di Modena, 102.
- BONAZZI U. & FAZZINI P. (1973) — *Le variazioni di facies nell'Oligomiocene semiautoctono del versante padano dell'Appennino settentrionale*. Atti Soc. Nat. e Mat. di Modena, 104.
- CATI F. e all. (1968) — *Biostratigrafia del Neogene mediterraneo basato sui foraminiferi planctonici*. Boll. Soc. Geol. It., 87.
- DIEGI G., PAREA G.C., RUSSO A. & TOMADIN L. (1971) — *Sedimentological and micro-paleontological differences between turbiditic and non-turbiditic layers in deposits of the Lower Miocene near Vetto d'Enza (Northern Apennines)*. Bull. Centre Rech. Pan. SNPA, 5 suppl.
- FAZZINI P. (1963) — *Osservazioni geologiche nel Gruppo del Monte Cantiere (Appennino modenese)*. Boll. Soc. Geol. It., 82.
- FAZZINI P. & OLIVIERI R. (1961) — *Osservazioni geologiche e mineralogiche-petrografiche su alcuni affioramenti di sabbie vulcaniche nell'Appennino modenese e reggiano*. Atti e Mem. Acc. Naz. di Sc. Lett. e Arti di Modena, Serie VI, 3.
- FAZZINI P. & TACOLI M.L. (1963) — *La serie oligomiocenica del versante padano dell'Appennino e la sua posizione nella tettonica regionale*. Atti Soc. Nat. e Mat. di Modena, 94.
- GAZZI P. & ZUFFA G.G. (1970) — *Arenarie paleogeniche dell'Appennino emiliano*. Miner. Petrogr. Acta, 16.
- GHIBAUDO G., MUTTI E. & ROSSEL J. (1974) — *Le spiagge fossili delle Arenarie di Aren (Cretaceo superiore) nella Valle Noguera Ribagorzana (Pirenei centro-meridionali, province di Lerida e Huesca, Spagna)*. Mem. Soc. Geol. It., 13.
- LOSACCO U. (1964) — *Carta geologica d'Italia alla scala 1:100.000, F° 86 « Modena »*. Serv. Geol. d'It.
- McKEE E.D. & WEIR G.W. (1953) — *Terminology for stratification and cross-stratification in sedimentary rocks*. Bull. Geol. Soc. America, 64.
- MERLA G. (1959) — *Essay on the geology of the northern Apennines*. Atti del Convegno sui giacimenti gassiferi dell'Europa occidentale, Acc. Naz. dei Lincei, vol. II.
- MERLA G. (1968) — *Carta geologica d'Italia alla scala 1:100.000; F° 97 « S. Marcello Pistoiese »*. Serv. Geol. d'It.

- MUTTI E. (1964) — *Schema paleogeografico del Paleogene dell'Appennino di Piacenza*. Riv. Ital. Paleont. Strat., 70.
- MUTTI E. & RICCI LUCCHI F. (1972) — *Le torbiditi dell'Appennino settentrionale: introduzione all'analisi delle facies*. Mem. Soc. Geol. It., 11.
- MUTTI E., OBRADOR A. & ROSSEL J. (1973) — *Sedimenti deltizi e di piana di marea nel Paleogene della valle di Ager (Provincia de Lerida, Spagna)*. Boll. Soc. Geol. It., 92.
- NARDI L. & NARDI R. (1972) — *Schema stratigrafico e strutturale dell'Appennino settentrionale*. Mem. Acc. Lunig. Sc., 42.
- PAPANI G. (1971) — *Geologia della struttura di Viano*. Mem. Soc. Geol. It., 10.
- PIERI M. (1961) — *Nota introduttiva al rilevamento del versante appenninico padano eseguito nel 1955-59 dai geologi dell'AGIP Mineraria*. Boll. Soc. Geol. It., 80.
- REINEK H.E. & SINGH I.B. (1973) — *Depositional sedimentary environments*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, New York, 1973.
- RICCI LUCCHI F. (1964) — *Ricerche sedimentologiche sui lembi alloctoni della Val Marecchia (Miocene inferiore e medio)*. Giorn. Geol., 32.
- RICCI LUCCHI F. (1970) — *Sedimentografia*. Zanichelli, Bologna.
- ROVERI E. (1966) — *Geologia della sinclinale di Vetto-Carpineti (Reggio Emilia)*. Mem. Soc. Geol. It., 5.
- SELLI R. (1970) — *Carta geologica d'Italia alla scala 1:100.000; F<sup>o</sup> 93 « Vergato »*. Serv. Geol. d'It.
- SERPAGLI E. & SIROTTI A. (1966) — *Gli strati a *Lepidocyclina* e *Miogyopsina* ai Sassi di Rocca Malatina e Montegibbio (Appennino settentrionale modenese)*. Boll. Soc. Pal. It., 5.
- SESTINI G. (1970) — *Development of the northern Apennines geosyncline. Sedimentation of the late geosynclinal stage*. Sediment. Geol., 4.
- SHEPARD F.F. (1963) — *Submarine geology*. Harper & Row, New York.
- TAVANI G. (1942) — *Appunti sulla geologia della regione di Castel d'Aiano*. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat., 51.
- VENZO S. (1966) — *Carta geologica 1:100.000 della provincia di Parma e zone limitrofe*. Istituto di Geologie, Univ. Parma.
- VEZZANI F. & PASSEGA R. (1963) — *Applicazione di nuovi metodi sedimentologici allo studio dell'Appennino settentrionale*. Boll. Soc. Geol. It., 82.
- ZUFFA G.G. (199) — *Arenarie e calcari arenacei miocenici di Vetto-Carpineti (Formazione di Bismantova, Appennino settentrionale)*. Miner Petrogr. Acta, 15.



Pericle Di Pietro

*CORRISPONDENZA FRA L. SPALLANZANI  
E J. H. HASSENFRATZ  
SU ARGOMENTI DI VULCANOLOGIA*

Uno dei campi in cui Lazzaro Spallanzani approfondì le sue cognizioni naturalistiche, trattando l'argomento in modo sistematico, è quello che riguarda la « scienza vulcanica ». È anche l'unico, in cui egli abbia potuto pubblicare una relazione compiuta e meditata, con il titolo *Viaggi alle Due Sicilie e in alcuni parti dell'Appennino* (Pavia, Stamperia B. Comini, 1792-1797: sei voll.).

Quest'opera non è solamente la relazione dei viaggi compiuti in quelle regioni, ma anche un vero Trattato di Vulcanologia, che entra a buon diritto nella storia di questa branca della Storia Naturale, per gli importanti apporti che vi si possono trovare. Scorrendo le pagine di questi volumi, si trae la cognizione documentata del grado di approfondimento scientifico, raggiunto da Spallanzani in questa materia; cognizione generalmente meno nota rispetto a quelle che si hanno riguardo ai suoi studi su altri argomenti, in particolare quelli di fisiologia sperimentale, ma non meno importante per tratteggiare in modo più completo la sua figura di Naturalista.

Nell'Introduzione all'opera citata (tomo I, pag. xiv) egli ci espone il metodo da lui seguito in queste ricerche, con le seguenti frasi:

Ho cercato di studiare i Paesi vulcanici, come generalmente si studiano le montagne. Quale sia l'ossatura, e l'insieme delle grandi loro masse, la positura, e l'andamento delle diverse loro parti, o degli strati che le compongono, l'intreccio, e le relazioni di essi strati, questo è ciò cui sta massimamente a cuore di sapere al Litologo ricercatore dei Monti. Il simile ho adoperato io in cotesti miei viaggi. Il fuoco insieme ai gaz elastici ha creato intiere Montagne ed Isole, Le une, e le altre però non sono tutte sul medesimo andare, nè fatte, diciam così, della medesima pasta. Qua rilevansi grandi aggregamenti di tufo: là di scorie, e di lave: altrove di pomici, di smalti, e di vetri. E taluna è un miscuglio di diverse sostanze. Importava dunque conoscerle su luoghi, o separate, o confuse, esami-

narne i rapporti le direzioni, le mescolanze, ec., senza mai perder di vista il complesso di queste montuose vulcanizzate regioni: quindi mi conveniva ricercarle in ogni loro angolo.

Come si vede, si tratta di un metodo logico, fondato su basi scientifiche, tuttora accettabile nello studio delle regioni vulcaniche.

Alle osservazioni generali, eseguite sul luogo da un punto di vista per così dire panoramico, egli faceva seguire l'esame analitico, studiando le rocce, sempre in loco, nei loro aspetti esteriori, non contentandosi però di quanto poteva apprezzare alla superficie, ma estendendo la ricerca ai materiali che poteva mettere in evidenza scavando a qualche profondità o spaccando le rocce. I campioni raccolti venivano successivamente studiati con calma, nel silenzio del suo laboratorio di Pavia, e « non solo con l'occhio nudo, ma armato di lente ».

Si trattava dunque di uno studio compiuto con regolare successione di tempi, applicando quel medesimo metodo che gli aveva permesso di compiere le sue osservazioni e le conseguenti scoperte in campo biologico. Egli stesso ne era conscio, quando nel 1789 scriveva a Leopoldo Caldani: « Studio attualmente le materie vulcanizzate, come per l'addietro studiavo gli animali ».

A questo studio diretto dei materiali, portati con sè a Pavia, egli pensò di far seguire uno studio sperimentale sulle rocce vulcaniche vetrose. Ancora una volta si rivela la sagacia dello sperimentatore. Partendo dal presupposto che i grandi vulcani sono monti formati da rocce, che erano state soggette a liquefazione e talora a « verace vetrificazione » per opera « de' sotterranei accendimenti », egli cercò di riprodurre in laboratorio una completa « rifusione » delle rocce vulcaniche. Per ottenere questo risultato, pensò di servirsi delle fornaci dei vetrai pavesi, facendo logicamente uso di matracci d'argilla refrattaria, quella medesima che veniva adoperata dai vetrai; al lungo collo dei matracci applicava poi « un palloncino di vetro, che con l'altra estremità metteva nel mercurio », allo scopo di raccogliere gas e vapori che eventualmente si sprigionassero dalle lave in fusione. Per studiare il comportamento delle rocce vulcaniche ad una temperatura più elevata, egli ricorse anche al « fuoco di riverbero in un fornello chimico », giovandosi dell'ossigeno. All'esame per via secca, per mezzo del fuoco, faceva seguire anche metodi, che possiamo dire più moderni, sottoponendo i campioni ad indagini per via umida. Del resto negli ultimi anni egli si era dedicato largamente a studi di chimica, materia che in quel tempo andava rapidamente evolvendosi.

In una lettera del giorno 8 maggio 1797, Jean Henri Hassenfratz (1755-1827), fisico e chimico parigino, professore di fisica alla Scuola Politecnica, si intrattene appunto sulla sperimentazione nelle fornaci vetrarie, cogliendo l'occasione dell'invio a Spallanzani di una recensione da lui fatta sui *Viaggi alle Due Sicilie*. Avendo la direzione di una fabbrica di vetri, sullo stimolo della lettura degli esperimenti spallanzaniani, Hassenfratz volle provare in modo analogo. Nella lettera egli discute sulla formazione di gas dalla massa vetrosa in fusione, riferendosi ai concetti espressi da Spallanzani sulla « gazificazione » delle rocce vulcaniche.

Rispondendogli, in data primo agosto, Spallanzani accolse con molta cortesia l'opinione del francese, giudicandola « molto sensata », e si ripromise anzi, secondo il suo costume, di ripetere le esperienze, quando durante l'inverno le fornaci vetrarie di Pavia sarebbero state rimesse in funzione. Soltanto dopo la ripetizione degli esperimenti avrebbe riferito al suo interlocutore il suo « imparziale sentimento »: non risulta tuttavia che questa corrispondenza abbia avuto seguito.

Con l'occasione della risposta ad Hassenfratz per ringraziarlo della recensione, Spallanzani trovò il modo di fargli sapere che conosceva i suoi lavori chimici, aggiungendo che la Memoria sull'ossigeno era particolarmente interessante, tanto che ne avrebbe approfittato in un'opera che stava scrivendo, da lui definita « fisiologico-chimica ». Si tratta delle Memorie sulla respirazione, che vennero pubblicate postume. Nella stessa lettera vengono trattati anche altri argomenti di chimica. Le ultime frasi poi mettono in evidenza i cordiali rapporti scientifici, che Spallanzani intratteneva con i Naturalisti parigini.

Riporto in fine di questa breve nota, di semplice carattere introduttivo, il testo delle due lettere, che mi risultano inedite.

#### HASSENFRATZ A SPALLANZANI

M. Lazare Spallanzani

Paris le 19 floreal an 5<sup>o</sup> (1)

Je vous fais passer un Cahier du Journal des Savans dans lequel se trouve un extrait de votre voyage dans les pays volcanisés; le plaisir que j'ai eu à le lire m'a déterminé à en faire l'extrait moi même (2). J'ai été

---

(1) Il giorno 19 floreale dell'anno quinto del calendario repubblicano corrisponde al giorno 8 maggio 1797.

(2) Il « quaderno » citato è il sesto, come apprendiamo da una lettera di Spallanzani. Scrivendo a Jean Senebier il 28 luglio 1797, egli diceva: « ... Dentro alla lettera al Cittadino Toscan ve n'è un'altra per Hassenfratz, il quale mi ha mandato il sesto Quaderno del Giornale dei Savans, nel quale ha fatto egli stesso un Estratto per me obbligatissimo

flatté de trouver cette occasion pour vous payer le tribut d'estime que la lecture de plusieurs de vos ouvrages m'a inspirée pour vous.

Vous vous appercevrez que je ne suis pas tout à fait de votre opinion sur le Gaz vitreux, qui cependant ne seroit autre chose de la *Gazeification* des minieres volcaniques par le feu, phenomène qui a lieu dans un grand nombre de circonstances. Un travail continué dans une verrerie que je dirige dans ce moment m'a mis à même d'étudier ce phenomène avec soin.

Lorsque la composition du verre se fond, elle se boursoufle par le dégagement des molecules gazeifiables qui y sont combinés: et dans ce moment le verre est porreux.

Le verre fondu les gaz se dégagent et la matière est parfaitement liquide, cette opération est appelée par les Cristalliers et les Verriers en verre blanc *Raffinage*.

Si du verre bien liquide et sans bulles s'échappe de ce creuseble en masse, qu'il passe à travers le foyer et tombe dans la cave, il devient porreux dans cette opération.

Si un Pot cassé est sorti du four avec du verre au fond, le verre, quoique liquide et sans bulles devient plus ou moins porreux en se refroidissant.

Si l'on prend du verre liquide et sans bulles, qu'on en laisse tomber dans de l'eau, à la manière des larmes bataviques, il se forme de suite des espaces vides dans l'intérieur.

Ces observations prouvent que les porres des matières vitrifiables peuvent être faites avant ou après la fusion complete: qu'avant la fusion la porosité est due au dégagement des substances gazeifiables qui entrent dans leur composition; qu'après une fusion parfaite la porosité est occasionnée par un retrait inégal que la solidification subite de la surface determine.

Prenons pour exemple les larmes bataviques. Toute substance chauffée occupe un plus grand volume qu'après son refroidissement.

En laissant couler une masse, un peu de verre fondu et le laissant refroidir très lentement les molecules qui le forment ont le tems de se rapprocher succivement à mesure qu'il se refroidit et qu'il diminue de volume.

En laissant couler un morceau de verre fondu dans de l'eau froide, la surface est saisie par l'eau, elle se solidifie lorsque l'intérieur est encore liquide, il faut pour que les molecules se rapprochent à mesure que la masse refroidit, que le déplacement se fasse du centre liquide, à la circonference solide et que consequemment il y ait du vide dans le milieu.

Ainsi lorsqu'on laisse couler un morceau de verre fondu et qu'on le place dans un four chaud de manière que son refroidissement soit très lent,

---

del primo Tomo de' miei viaggi, etc . . . » (*Epistolario di L. Spallanzani*, vol. V, pag. 168, Firenze 1964). Avrei voluto riprodurre la recensione di Hass., ma non mi è stato possibile trovarla. Le collezioni del *J. des Savans*, che sono conservate nelle biblioteche italiane, si arrestano al 1792. Ciò a causa del periodo storico: negli anni successivi infatti il *Giornale* uscì piuttosto irregolarmente. Ho cercato anche in qualche biblioteca straniera (British Museum e Universitaria di Leida) sperando che la vicinanza territoriale avesse agevolato la consegna dei fascicoli. Nemmeno dalla Bibl. Nazionale di Parigi ho potuto avere la xero copia richiesta: l'articolo non è stato trovato. Ho cercato anche a Reggio Emilia ed a Pavia, dove esiste materiale spallanzaniano, sperando di trovare questo quaderno, mandato in omaggio da Hass. a Spall., ma invano.

le verre se conserve entier et il ne se forme aucune balle dans l'intérieur. Si au contraire on laisse tomber le morceau de verre dans l'eau, souvent il se brise en se refroidissant; ou si comme dans les larmes bataviques il reste entier on voit plusieurs espaces vides dans son intérieur et l'arrangement des molecole s'étant fait confusément la matière est extrêmement friable.

Je crains de m'être trop étendu sur une question qui vous est bien familière, si cependant elle vous interessois assez pour vous faire desirer une plus longue discussion, le facile usage que vous avez de la verriere de Pavie, l'emploi habituel que je fais d'un four à verrerie peuvent nous mettre l'un et l'autre à même de terminer entierement ce qui pourroit rester d'indécis dans cette question.

Agréez les Eloges que vous travaux variés vous ont mérité et de tous ceux qui vous connoissent.

J. H. Hassenfratz

Instituteur de Physique  
à l'École polytechnique  
à Paris

*Biblioteca Municipale di Reggio E., Mss. reggiani, B. 227.2*

#### SPALLANZANI A HASSENFRTZ

Illustre Cittadino

Reggio di Modena 1 agosto 1797 v.s.

Con vero sentimento di riconoscenza, e di gratitudine ho ricevuto il Quaderno del Giornale *des Savans*, insieme alla compitissima vostra lettera. Di questo doppio letterario dono rendo alla molta cortesia vostra quelle grazie che so e posso maggiori. Sonovi altresì infinitamente tenuto pel vantaggioso estratto, che compiaciuto vi siete di dare de' miei Viaggi vulcanici, il quale esser non poteva per me più prezioso, più lusinghiero, venendomi da voi, che è quanto dire da un Uomo dottissimo, e per le diverse eccellenti sue Opere presso tutti i Conoscitori riputatissimo. Quando mi è giunto l'involtino, io stava appunto leggendo la bellissima vostra *Memoria sopra la combinazione dell'ossigeno col carbonio &c.*, esistente nel Tomo nono degli *Annali di Chimica* che si stampano in Parigi (3). E delle nuove dottrine sperimentali ivi sparse profitterò in un'Opera fisiologico-chimica, che presentemente mi sta sotto la penna (4).

---

(3) HASSENFRTZ J. H., *Mémoire sur la combinaison de l'oxigène avec le carbone et l'hydrogène du sang, sur la dissolution de l'oxigène dans le sang, et sur la manière dont le calorique se dégage*, « *Annales de Chimie, ou recueil de Mémoires concernant la Chimie et les Arts qui en dépendent* », Tome IX, pp. 261-274, Paris 1791.

(4) Nel 1797 Spall. aveva infatti cominciato a scrivere le sue « *Memorie sulla respirazione* », che non potè portare a termine: vennero perciò pubblicate postume nel 1803. Cfr. DI PIETRO P., *L. Spall. e la fisiologia della respirazione*, Modena 1969.

Ho letto e considerato con la maggior attenzione le numerose osservazioni riferite nella vostra lettera, relative alle bolle gazoze che nel vetro fuso si formano, e si distruggono, e le critiche riflessioni, che indi fate alla mia Teoria della *gazificazione* delle materie vulcaniche.

Trovo le une e le altre molto giudiziose, molto sensate: sono inoltre seducenti a segno, che mi fanno dubitare d'essermi ingannato. Siate però certo che quando nel prossimo venturo inverno arderanno le fornaci vetrarie di Pavia non lascerò di ripetere e di variare i vostri tentativi, ed a suo tempo ve ne scriverò l'imparziale mio sentimento.

Fino dallo scorso autunno venne impresso in Modena un Opuscolo chimico, in cui io esaminava e confutava le obbiezioni mosse dal Tedesco Gottling ad alcuni Punti della Teoria Lavoisiana (5). Mostro che gli esperimenti, su cui egli appoggia le opposizioni, peccano tutti d'inesattezza. È da più mesi che di questa mia Operetta mandai a Parigi al Cittadino Toscan (da cui riceverete questa mia) alcuni esemplari, uno per lui, gli altri da distribuirsi ad alcuni dotti e celebri Parigini, miei Corrispondenti. Ma fino ad ora non ho saputo da lui, se ricevuto abbia l'involto: e questa è pure una delle ragioni, per cui ora gli scrivo. Sarebbe per me un onore e un piacere il potere presentarvi una copia di questo mio libretto, qual tenuissimo contrassegno dell'alta stima, che professo al distinto merito vostro. Quindi vi pregherei di additarmi il canale pel quale l'involtino vi giungesse con sicurezza, giacchè i mezzi fin quà praticati, non mi hanno servito come io voleva. Alla copia destinata per voi ne unirei un'altra per l'illustre Daubenton, dalla cui gentilezza ho ne' giorni scorsi ricevuta la quinta edizione del suo *Quadro metodico dei Minerali* (6). Vedendolo, pregovi di ringraziarlo distintamente a mio nome, e di significargli questo mio desiderio.

Se mi continuerete l'onore di vostre lettere, dirigetele a *Reggio di Modena*, dove ora mi trovo, e dove per qualche mese seguirò a soggiornare.

Mi pregio d'essere con la più alta stima e rispetto

Vostro Umiliss.mo Ossequios.mo Servo  
Lazzaro Spallanzani

Au Citoyen  
Hassenfratz Instituteur de  
Physique à l'Ecole Politechnique  
a Paris

*Biblioteca Universitaria di Genova*

---

(5) SPALLANZANI L., *Chimico esame degli esperimenti del Sig. Gottling . . . sopra la luce del fosforo di Kunkel . . .*, Modena 1796.

(6) DAUBENTON J. M., *Tableau méthodique des Mineraux, suivant leurs différentes natures, et avec les caractères distinctifs, apparens ou faciles à reconnaître*, Paris 1784.

G. Aprilesi - L. Balestri - R. Cecchi -  
S. Morelli - M.R. Rivasi - G. Saltini

Istituto di Fisica e Osservatorio Geofisico dell'Università di Modena

***DATI DI NEVOSITÀ REGISTRATI***  
***DALL'OSSERVATORIO GEOFISICO DI MODENA***  
***(1830-1975)***

1. *Introduzione*

L'Osservatorio Geofisico dell'Università di Modena ha iniziato a rilevare sistematicamente dati meteorologici fin dal 1830. Anche se per i primi decenni della sua attività si incontrano ovvie difficoltà nel reperire e controllare le misure suddette, ciò offre la possibilità di indagare eventuali variazioni climatiche sulla base di un sufficientemente lungo periodo di tempo. A tal fine si impiegano opportune statistiche più o meno complesse, ma sempre a condizione che i dati presi in esame si siano mantenuti omogenei nel tempo. D'altronde nel corso degli anni gli strumenti meteorologici sono stati ritirati, spostati o addirittura sostituiti, e tutto ciò implica ovviamente un più elevato grado di complicazione nell'effettuare indagini su lunghi periodi.

Le misure di precipitazioni atmosferiche sfuggono a questo ultimo tipo di difficoltà; in particolare quelle relative a precipitazioni nevose, caratterizzate da semplici parametri fondamentali (data e durata del fenomeno, altezza in centimetri della neve depositata al suolo senza fondersi o « neve asciutta »), garantiscono una sicura uniformità dei dati. Inoltre la nevosità costituisce un primo approccio nelle considerazioni di stabilità climatica.

Per quanto finora esposto ci è parso utile riorganizzare in forma sistematica e divulgare le misure di precipitazioni nevose a Modena dal 1830 ad oggi, onde metterle a disposizione di chiunque sia interessato ad elaborarle. In questo ambito è già stata effettuata un'indagine interpretativa con l'uso delle medie mobili di ordine tre (1), dalla quale risulta che recentissimamente le precipitazioni sono divenute rare (e poco abbondanti).

2. *Tabella riassuntiva delle precipitazioni nevose*

Nel presente paragrafo vengono riportate, in modo il più possibile schematico compatibilmente con la completezza di informazione, le rilevazioni delle precipitazioni nevose dal 1830 al 1975.

Esse vengono caratterizzate dalla data e dall'altezza raggiunta al suolo dalla « neve asciutta »; l'assenza di quest'ultimo dato denota trattarsi di nevicate esigue (e pertanto immisurabili) oppure di precipitazioni di neve « bagnata ». In alcuni casi non è poi stato possibile risalire alle altezze di neve cadute giornalmente, ed allora è stata riportata l'altezza complessiva conseguita in più giorni consecutivi.

Sono stati consultati i lavori di C. Chistoni (2), G. Roncaglia (3) e gli Annuari dell'Osservatorio (4); tra questi, il lavoro di Chistoni è stato ritenuto più attendibile in alcuni casi controversi e ci ha suggerito lo schema di raggruppamento dei dati usato nella seguente tabella.

Anno	Mese	Giorni con neve
1830	Gennaio	8(*); 9(*); 13(*); 14; 15; 17 e 21.
	Febbraio	1(*); 3; 4; 6; 12; 20 e 21
	Dicembre	17; 20 e 25.
1831	Gennaio	11; 26 e 29.
	Febbraio	2 (3 cm).
	Novembre	29.
	Dicembre	20 (14 cm); 27; 30 (3 cm) e 31 (6 cm).
1832	Gennaio	1; 2 (12 cm) e 13.
	Febbraio	12 (20 cm); 16 e 17 (5 cm).
	Aprile	10.
	Novembre	27.
	Dicembre	30 e 31.
1833	Gennaio	2 e 3.
	Febbraio	2; 3 e 16.
	Marzo	11.
1834	Febbraio	15; 16 e 17.
	Aprile	1.
1835	Gennaio	22.
	Febbraio	16 (12 cm) e 17 (7 cm).
	Marzo	10 (10 cm); 21 e 22 (6 cm).
	Aprile	18.
	Novembre	9; 10 (20 cm); 13; 14; 15 e 16.
	Dicembre	19 (9 cm); 20 e 21 (5 cm).
1836	Febbraio	2; 19; 23 e 24 (2 cm).
	Aprile	3 (7 cm).
	Dicembre	28 (11 cm) e 31 (5 cm).

---

(\*) In questi giorni si sa che nevicò sensibilmente, ma non è data l'altezza della neve; deve però avere raggiunto i 10 cm circa.

1837	Gennaio	15 (13 cm).
	Febbraio	12; 15 e 26.
	Marzo	1 (5 cm); 3 (1 cm); 21; 22 (3 cm); 24 e 26 (5 cm).
	Dicembre	6.
1838	Gennaio	9; 10; 13; 14: 18 e 20.
	Febbraio	4 (8 cm); 10; 12; 13 (30 cm); 21 (11 cm) e 23.
	Novembre	27 e 28.
	Dicembre	24 e 25 (12 cm).
1839	Gennaio	23; 27 (2 cm) e 30 (11 cm).
	Marzo	6; 16 e 17.
1840	Gennaio	10 (2 cm).
	Marzo	2; 3 (11 cm) e 27.
	Dicembre	14, 15, 16 (totale 15 cm).
1841	Gennaio	7 (8 cm); 10 e 24 (0,5 cm).
	Febbraio	1 (10 cm) e 4 (11 cm).
	Marzo	4.
	Dicembre	30.
1842	Gennaio	3 (2 cm); 5 (1 cm); 6 (3 cm); 7 (3 cm); 8 (3 cm); 15 (20 cm); 23; 24 (15 cm); 29; 30, 31 (totale 80 cm).
	Aprile	9 (2 cm).
	Novembre	7 (13 cm).
1843	Gennaio	17.
	Marzo	3 e 6
1844	Gennaio	7 (3 cm); 14; 15; 16 e 31 (20 cm).
	Febbraio	3; 5; 12 e 28.
	Marzo	21 e 22 (20 cm).
	Dicembre	3; 8; 9 (48 cm); 10 (55 cm); 11; 12 (17 cm) e 14 (89 cm).
1845	Febbraio	1; 9 (1 cm); 10 (12 cm); 15 (5 cm); 16 (10 cm); 17 (5 cm); 20; 21; 24 e 25.
	Marzo	4; 7 e 8.
	Dicembre	23.
1846	Dicembre	12; 13 e 15.
1847	Gennaio	1.
	Febbraio	9; 10 (10 cm) e 26 (1 cm).
	Marzo	6 e 11 (3 cm).
	Dicembre	19 (10 cm); 20; 21; 22 e 27.
1848	Gennaio	2; 7 (10 cm); 19; 21; 23 e 27 (40 cm).
1849	Gennaio	11 (5 cm).
	Dicembre	22 (5 cm).
1850	Gennaio	6 (10 cm); 7; 8; 11; 12; 13 e 15.
	Febbraio	6.
	Marzo	18 (1 cm) e 27 (5 cm).
1851	Marzo	12.
	Novembre	5; 18; 21; 23 e 25.
1852	Gennaio	1 e 10.
	Febbraio	20 (1 cm).
	Marzo	4 (4 cm); 6 e 13.
	Aprile	20.

1853	Gennaio	22 (8 cm).
	Febbraio	3; 4; 17; 18 (10 cm); 20 e 24 (12 cm).
	Marzo	3; 4; 19; 20 (20 cm); 23 (18 cm); 24; 27 e 28 (20 cm).
	Dicembre	1; 2; 11; 14 (20 cm); 20 e 29 (37 cm).
1854	Febbraio	11; 18 e 19 (15 cm).
	Marzo	19.
	Novembre	10.
	Dicembre	19 e 20.
1855	Gennaio	14 (3 cm); 16; 17; 18; 19; 20 (10 cm); 24 e 25 (12 cm).
	Febbraio	20 (15 cm).
	Marzo	9 e 10 (35 cm).
	Aprile	24.
	Dicembre	6; 18; 19 (3 cm); 22 (15 cm) e 23.
1856	Gennaio	15 (4 cm) e 31 (3 cm).
	Novembre	30.
	Dicembre	1 (8 cm); 4 (15 cm); 18; 27 e 29.
1857	Gennaio	4 (15 cm); 6 (2 cm); 13 (12 cm); 14; 22 (10 cm); 23 e 31.
	Febbraio	4 e 5.
	Marzo	11; 21 (5 cm) e 22 (6 cm).
1858	Gennaio	4; 5 (32 cm) e 6 (46,5 cm).
	Febbraio	1; 2 (3 cm); 7; 8 (6 cm); 11 e 28 (12 cm).
	Marzo	5 e 11.
	Novembre	3 e 4.
1859	Gennaio	14 (1 cm) e 16 (1 cm).
	Novembre	18.
	Dicembre	11; 15; 17; 18; 19 e 20.
1860	Gennaio	12 e 23 (5,3 cm).
	Febbraio	2 (18 cm); 9; 10; 11; 13 (12 cm); 16 (4 cm) e 21.
	Marzo	8; 9; 10; 13 e 14.
	Novembre	7.
	Dicembre	17 (2,5 cm); 18; 19 (12,5 cm); 21 (8 cm) e 24 (6 cm).
1861	Gennaio	5; 6; 12 (2 cm); 13 (1 cm); 14; 15 (4 cm) e 16 (5 cm).
	Maggio	6 (10 cm).
	Dicembre	4; 6 (2 cm) e 27 (4 cm).
1862	Gennaio	4 (23 cm); 13 (6,5 cm); 14; 15 (2 cm); 17; 18; 19; 21 (3,5 cm) e 23.
	Febbraio	8 (3 cm) e 9.
	Marzo	5.
	Aprile	13.
	Novembre	22.
	Dicembre	2.
1863	Febbraio	16.
1864	Gennaio	1; 2; 3; 28; 29 e 30.
	Febbraio	5; 6; 7; 11; 17; 19 (35 cm) e 20 (18 cm).
	Aprile	8.
	Dicembre	8 e 27 (15 cm).
1865	Gennaio	20.
	Febbraio	1; 9; 10; 11; 12 e 17 (3 cm).
	Marzo	19; 20; 21; 22; 23; 24; 28 e 29.
	Dicembre	12.

1866	Novembre	29 (5 cm) e 30.
1867	Gennaio	17; 18; 19 e 20.
	Febbraio	5.
	Ottobre	9.
	Novembre	22 (1 cm).
	Dicembre	4; 12; 20; 21; 30 e 31.
1868	Gennaio	2; 5; 14; 26 e 27.
	Novembre	15.
1869	Gennaio	14; 22 e 28.
	Marzo	4; 9; 10; 13 e 29.
	Ottobre	27 e 29.
	Novembre	11.
	Dicembre	1; 2; 3; 27 (3 cm); 28 (20 cm) e 29.
1870	Gennaio	1: 2 (5 cm); 19 e 20 (3 cm).
	Febbraio	11 e 12 (10 cm).
	Marzo	14; 24 (10 cm) e 25 (6 cm).
	Dicembre	4; 6 (21 cm); 7; 21; 22; 23 (18 cm); 24; 25 (32 cm); 26 (18 cm); 27; 28; 29 (25 cm) e 31.
1871	Gennaio	1 (5 cm); 2; 3 (16 cm); 9; 10 (33 cm); 12; 23; 24 (14 cm); 26 (20 cm); 30 e 31.
	Febbraio	11.
	Dicembre	3 (1 cm); 7 e 23 (1 cm).
1872	Gennaio	17.
1873	Gennaio	29.
	Febbraio	3; 6 (5 cm); 12 e 13.
	Aprile	27.
	Dicembre	26.
1874	Gennaio	7; 15; 18; 19 e 20.
	Febbraio	15; 19 e 20.
	Marzo	11 e 12.
	Novembre	13; 14 e 24.
	Dicembre	18; 19; 21; 28; 29 e 30 (20 cm).
1875	Gennaio	1 (4 cm) e 30 (1 cm).
	Febbraio	10; 18; 19; 20 (25 cm); 24; 25 (32 cm) e 28 (8 cm).
	Marzo	1 (9 cm) e 2 (32 cm).
	Novembre	23; 28 e 30 (5 cm).
	Dicembre	1 (3.5 cm); 10; 11 e 12.
1876	Gennaio	7; 8; 9 e 12.
	Febbraio	5; 9 e 10 (10 cm).
	Marzo	18; 19 e 20.
	Novembre	9 e 12.
1877	Gennaio	26 (14 cm).
	Febbraio	28.
	Marzo	5.
	Aprile	17.
	Dicembre	5; 20 e 26.
1878	Gennaio	1 (1.5 cm); 9; 11; 26; 30 e 31.
	Marzo	14; 15 (3 cm) e 24.
	Aprile	27.
	Ottobre	31.

	Novembre	1; 5 e 7.
	Dicembre	7; 9; 11 (22.5 cm); 15 (3.5 cm); 17 (9 cm); 19 (0.5 cm) e 26.
1879	Gennaio	8 (5 cm); 9 (11 cm) e 22.
	Febbraio	16 e 25.
	Aprile	9 e 19.
	Ottobre	16.
	Novembre	18; 28 e 30 (18 cm).
	Dicembre	1 (17 cm); 3 (8 cm) e 7 (3 cm).
1880	Gennaio	28.
	Novembre	3.
1881	Gennaio	3; 11; 14; 15 (4 cm); 16 (4 cm); 18 (3 cm); 23 (24 cm); 25 (3 cm); 26 (0.5 cm); 27 (7 cm) e 28 (11.5 cm).
	Marzo	2 (5 cm) e 4.
	Maggio	10.
	Dicembre	10.
1882	Novembre	14; 15 e 30 (5 cm).
	Dicembre	1 (7 cm) e 23.
1883	Gennaio	7 (3 cm); 10 (1.5 cm); 11 (5 cm) e 12 (4 cm).
	Marzo	2; 8; 9; 10 (5 cm); 11 (2 cm) e 23 (4 cm).
	Dicembre	10 (8.5 cm).
1884	Gennaio	27.
	Febbraio	16.
	Novembre	22 e 29.
	Dicembre	21.
1885	Gennaio	11; 13; 14 e 15.
	Marzo	24 e 25.
	Aprile	3; 9; 10 e 11.
	Novembre	18.
	Dicembre	10 (8 cm); 24 e 30.
1886	Gennaio	9 (10.5 cm); 10 (8 cm); 11 (7 cm) e 19 (11 cm).
	Febbraio	2; 7 e 10.
	Marzo	1 e 14.
	Dicembre	9; 22; 25; 27; 28 (6 cm) e 29 (2 cm).
1887	Gennaio	5 (3 cm); 8; 10; 14; 15 (6.5 cm) e 16 (1 cm).
	Febbraio	7; 9; 10 (17.5 cm) 12; 20 e 21 (10 cm).
	Marzo	16 (6.5 cm).
	Maggio	27.
	Ottobre	16.
	Novembre	19.
	Dicembre	19 (1.5 cm); 22 (22 cm); 23 (39 cm); 24 (5 cm); 26; 27 (1 cm); 28 (6 cm); 29 (50 cm) e 30 (7 cm).
1888	Gennaio	6; 28 e 30 (5 cm).
	Febbraio	2; 3 (3 cm); 18; 22; 23 (2 cm) e 28.
	Marzo	4 (0.5 cm) e 21.
	Aprile	25.
	Novembre	10 (2.5 cm).
	Dicembre	17.
1889	Gennaio	4 (2 cm) e 13.
	Febbraio	9 (1 cm); 12; 13 (27 cm); 23; 26 e 27.
	Marzo	3 e 5 (5 cm).
	Dicembre	5; 6; 15; 27 e 28 (18 cm).

1890	Febbraio	4: 11; 12; 23 e 28.
	Marzo	1: 2 e 3 (9 cm).
	Novembre	27 e 28 (26 cm).
	Dicembre	12: 16: 17 (4 cm); 19; 20 (16 cm); 23 (2,8 cm); 26; 27; 30 e 31 (1,5 cm).
1891	Gennaio	1: 5 (3,5 cm); 6 (17,5 cm); 7 (30 cm); 8 (5 cm); 9 (12 cm); 10 (7 cm); 11; 13; 15; 18 (1,5 cm) 19 (6,5 cm); 20; 21 e 22.
	Febbraio	8 e 11.
	Marzo	4.
	Novembre	10.
	Dicembre	9: 17 e 28.
1892	Gennaio	4: 5 (4 cm); 9; 10; 11; 13; 19; 20 (21 cm) e 26.
	Febbraio	19 (4 cm).
	Marzo	3 (6 cm); 4; 5; 6; 7; 9 (7,5 cm); 10; 13 (21,8 cm); 14 (12 cm) e 15.
	Aprile	19.
	Dicembre	10; 11 (8,5 cm); 14; 23; 27 e 31.
1893	Gennaio	1: 2; 3 (29,8 cm); 11 (14,5 cm); 15 (3 cm); 16 (56,5 cm); 17 (1,5 cm); 28 e 29 (0,5 cm).
	Febbraio	9.
1894	Gennaio	2: 3 (23 cm); 4 (11 cm); 5; 6 (23 cm); 7 (9 cm) e 8.
	Febbraio	17 e 18.
	Novembre	25 e 26 (10,5 cm).
	Dicembre	3 (3,5 cm); 23; 28 (1,5 cm); 30 (0,5 cm) e 31 (3,5 cm).
1895	Gennaio	6 (11,3 cm); 7; 8 (27,4 cm); 9; 11; 12 (5,8 cm); 13; 27; 28 (21,5 cm); 29 (1 cm); 30 (0,5 cm) e 31 (3,5 cm).
	Febbraio	3 (1,9 cm); 5 (1,5 cm); 6 (2,5 cm); 7 (4,3 cm); 11 (2,5 cm); 13 (15 cm); 15 (11,5 cm); 16; 25 (1,7 cm) e 28 (18 cm).
	Marzo	2; 3 (19,5 cm); 4 (1,5 cm); 5 (2 cm) e 6 (2,5 cm).
	Novembre	23; 24 e 25 (18 cm).
	Dicembre	13: 16 (4,5 cm); 17 (2,5cm); 18 e 23
1896	Gennaio	9 (0,4 cm); 10; 11 (6,5 cm); 14; 15 (1 cm) e 27.
	Febbraio	21 (1,5 cm); 22; 24. 25. 26 (totale 47,5 cm) e 27.
	Dicembre	4; 16: 17 (4,5 cm) e 18.
1897	Gennaio	24 (4 cm); 27. 28 (totale 15,5 cm); 30, 31 (totale 3,5 cm).
1898	Febbraio	7 (0,3 cm).
	Dicembre	29 (1 cm); 30 e 31.
1899	Marzo	8; 9; 20; 22; 23 (6,5 cm); 24 e 25.
	Dicembre	8 (0,5 cm); 11, 12 (totale 15,5 cm); 14, 15 (totale 33,5 cm); 20 (2,5 cm); 21 (5,5 cm); 23; 24 (0,5 cm); 25 (2,5 cm) e 27 (11,5 cm).
1900	Gennaio	12: 18, 19 (totale 6,5 cm); 29 (6 cm) e 30.
	Febbraio	1.
	Marzo	2 (12 cm); 4. 5 (totale 20 cm).
	Novembre	12 e 15.
	Dicembre	22 e 28.
1901	Gennaio	3; 4; 5 (2,5 cm); 6 e 31 (1 cm).
	Febbraio	1 (9 cm); 2; 4; 5; 7 (18 cm); 8; 9; 12; 15 (0,6 cm) e 21.
	Marzo	28.
	Dicembre	11: 15; 16 e 29 (2 cm).

1902	Gennaio	30 e 31.
	Febbraio	Febbraio 1 (7 cm); 2 (2 cm); 3; 5; 6; 7 e 16.
	Marzo	15.
	Novembre	18 (3 cm); 19 (11 cm); 20 (5 cm); 21; 23 e 25.
	Dicembre	7 (1 cm).
1903	Gennaio	14 (23,5 cm) e 24.
	Febbraio	16, 17 (totale 1 cm).
	Aprile	17.
	Novembre	30.
	Dicembre	1; 25 (5 cm); 29 (1 cm); 30 e 31 (4,5 cm).
1904	Gennaio	4 (11,1 cm); 5 (2,9 cm) e 19.
	Febbraio	18; 24; 25; 28 e 29.
	Marzo	1 (8 cm); 24 e 31.
1905	Gennaio	2; 3 (0,9 cm); 17, 18 (totale 29 cm); 19 (11 cm); 20 (15 cm) e 21 (4 cm).
	Febbraio	9; 20 (8 cm); 21; 22 (1,3 cm) e 23.
1906	Gennaio	3 (2 cm); 4 (1,5 cm); 19; 22; 23 e 26.
	Febbraio	4 (1,5 cm); 5; 6; 9 (24 cm); 12, 13 (totale 20 cm); 14 (3,5 cm); 21; 22 (10 cm) e 24.
	Dicembre	14; 20; 21; 23; 25; 26; 27 (2 cm); 28 (15 cm); 29 e 30 (9,5 cm).
1907	Gennaio	22; 23; 24 (2 cm); 25 (1,3 cm); 26 (3,5 cm); 27 (8 cm) e 30 (8,3 cm).
	Febbraio	2; 5, 6 (totale 26 cm); 8; 9 (3 cm); 10; 13, 14 (totale 10 cm) e 21.
	Marzo	6 e 11.
	Aprile	10.
	Novembre	22 e 25.
1908	Gennaio	8 (0,7 cm) e 11.
	Febbraio	1, 2 (totale 6 cm) e 4.
	Marzo	6.
	Novembre	17.
	Dicembre	2 (5 cm); 9; 15; 27; 28, 29 (totale 12 cm).
1909	Gennaio	9, 10 (totale 30 cm); 26, 27 (totale 2 cm).
	Febbraio	11; 16; 23; 24, 25 (totale 40 cm); 27 (5 cm) e 28.
	Marzo	1, 2 (totale 43); 5; 8; 9 (5 cm) e 16.
	Aprile	4.
	Novembre	22.
	Dicembre	11.
1910	Gennaio	13; 21, 22, 23 (totale 5 cm); 24; 25 (4 cm); 26, 27 (totale 2,5 cm).
	Marzo	31 (3,8 cm).
	Aprile	1.
	Novembre	18; 21; 25, 26 (totale 12,5 cm).
	Dicembre	28.
1911	Gennaio	2; 3 (33 cm); 4; 5 (11 cm); 14; 30 e 31.
	Febbraio	7; 11; 12, 13 (totale 3 cm).
	Aprile	5; 6 e 8.
	Dicembre	13; 14 e 25 (4 cm).
1912	Gennaio	15; 16, 17, 18 (totale 4 cm).
	Febbraio	4, 5 (totale 11 cm).
	Aprile	10 e 16.
	Novembre	15.

1913	Gennaio	12; 15; 20; 29; 30 e 31.
	Febbraio	19; 20 e 22.
	Marzo	9.
	Aprile	13.
	Dicembre	29, 30, 31 (totale 15 cm).
1914	Gennaio	6; 11, 12, 13 (totale 5,5 cm); 14, 15 (totale 26 cm); 16, 17 (totale 21 cm) e 28 (20 cm).
	Febbraio	26.
	Novembre	21 e 22.
	Dicembre	24.
1915	Gennaio	1; 12 (1 cm); 18, 19 (totale 21 cm); 20, 21 (totale 6 cm); 22, 23 (totale 9 cm); 24 (1,5 cm); 26; 27, 28 (totale 16 cm).
	Febbraio	7 e 19.
	Marzo	9.
	Novembre	16 e 30.
	Dicembre	15.
1916	Febbraio	22.
	Novembre	17, 18 (totale 4 cm).
	Dicembre	17 e 18.
1917	Gennaio	9 (8,4 cm); 13 (3,5 cm); 14; 18 (2,9 cm); 23, 24, 25 (totale 21 cm); 27, 28 (totale 9 cm) e 29 (4,4 cm).
	Febbraio	1 (2,2 cm); 2, 3 (3,5 cm); 5, 6 (totale 1,3 cm); 8; 12 (5,4 cm) e 14.
	Marzo	3, 4 (totale 1,2 cm) e 5.
	Dicembre	16; 17; 21; 28 (0,4 cm) e 29 (0,3 cm).
1918	Gennaio	9.
	Febbraio	15; 16 e 17.
	Novembre	17, 18 (totale 2 cm) e 24 (2,5 cm).
1919	Gennaio	24; 28, 29 (totale 3 cm).
	Febbraio	8.
	Aprile	30.
	Novembre	14 e 15.
	Dicembre	19 (0,5 cm).
1920	Ottobre	31.
	Novembre	1 e 22.
	Dicembre	4; 15; 16 e 18.
1921	Gennaio	17.
	Febbraio	6; 7 e 8.
	Novembre	8 e 22.
	Dicembre	30 (0,5 cm).
1922	Gennaio	12 (0,3 cm); 15 (0,4 cm); 17 (0,7 cm); 24; 25 (2,2 cm); 26 (2,1 cm); 27 (1,2 cm); 28 e 29.
	Febbraio	6 (9,1 cm) e 15.
1923	Gennaio	12 (0,8 cm) e 21 (14,8 cm).
	Febbraio	9.
	Novembre	22.
	Dicembre	20; 28 e 31.
1924	Gennaio	4; 5 (8,3 cm) e 7.
	Febbraio	23; 26 e 27 (8,1 cm).
	Marzo	9.
	Dicembre	14.

1925	Marzo	9 (2,2 cm) e 13.
	Aprile	25.
	Novembre	28 (9 cm).
	Dicembre	1; 15; 16 (2 cm); 20 e 22.
1926	Gennaio	12; 13 (5 cm); 14 (4,7 cm); 15 (0,2 cm); 16; 17 (5,1 cm); 21 (5,7 cm) e 22 (16,5 cm).
	Dicembre	23; 24 (6,8 cm); 25 (5,5 cm); 26 (2,1 cm) e 27 (4,8 cm).
1927	Gennaio	7; 8 (2,2 cm); 30 (9,6 cm) e 31 (0,4 cm).
	Febbraio	1; 6 (3,7 cm) 7; 22 e 23.
	Novembre	14.
	Dicembre	15; 16; 17 e 22.
1928	Gennaio	3 (3,1 cm); 4 (0,3 cm) e 20 (2 cm).
	Marzo	21 (11,3 cm) e 22.
	Dicembre	23 (1,2 cm).
1929	Gennaio	1 (1,6 cm); 2 (8,2 cm); 4 (7,2 cm); 14; 17; 23; 24 (1,8 cm); 25 (9,1 cm) e 26 (21,7 cm).
	Febbraio	2; 10 (1,4 cm); 11 (14,8 cm); 12 (21,2 cm); 13 (27,1 cm) e 14 (6,1 cm).
	Marzo	5 (0,6 cm).
	Aprile	6.
	Dicembre	20; 21 e 23.
1930	Gennaio	24.
	Febbraio	21; 27 e 28.
	Dicembre	21.
1931	Gennaio	23; 24 e 30.
	Febbraio	6; 8; 11; 13 (10 cm); 14 e 15.
	Marzo	1; 6 (2,4 cm); 7 (1,6 cm) e 14.
	Dicembre	19; 20 (9,7 cm) 21 (29 cm) e 31.
1932	Gennaio	1.
	Febbraio	9; 10 (8 cm); 11 (10 cm); 12; 25; 26 e 29.
	Marzo	1 (20 cm); 2 (19,9 cm); 3 (2,2 cm); 11 (2 cm); 12 e 13 (2,5 cm).
	Dicembre	9; 10 e 28.
1933	Gennaio	14 (2,4 cm); 15 (8,7 cm); 16; 24 (13,4 cm); 25 (1,6 cm); 29 (13,6 cm) e 30.
	Febbraio	12; 19 (16,5 cm); 20 (42,8 cm); 21 (24,4 cm); 22 e 23 (12,1 cm).
	Novembre	13.
	Dicembre	3; 4 (5,1 cm); 12 (0,4 cm); 13 (37,6 cm); 14 (3,2 cm); 15 (15 cm); 16 (8,8 cm) e 17 (3,3 cm).
1934	Gennaio	13 (2,7 cm); 16; 29 e 30.
	Febbraio	1; 2 e 3 (34,1 cm).
1935	Gennaio	6; 7 (9,8 cm); 8 (9,6 cm); 12; 13 (14,7 cm); 19; 22 (3,4 cm); 26; 27 (7,4 cm) e 28 (10,7 cm).
	Febbraio	7; 8 (4 cm); 9 (8,6 cm) e 10
	Marzo	7.
	Dicembre	5 (8,4 cm); 6 (1,5 cm); 9 (1,1 cm); 10 (3,8 cm); 13 (23,5 cm); 14 (4,4 cm); 17; 18; 20 e 23 (0,4 cm).
1936	Febbraio	10 (3,2 cm).
	Dicembre	7 e 8

1937	Gennaio	15 (0,3 cm); 16 (2,7 cm); (2,9 cm) e 18.
	Febbraio	8; 17 e 18.
	Dicembre	5.
1938	Gennaio	5 (0,3 cm); 8 (3,9 cm); 9 (1,3 cm); 10 e 29.
	Febbraio	2 (5,3 cm); 11 (1,8 cm); 15 (1,6 cm); 16 (4,6 cm) e 17.
	Marzo	2.
	Dicembre	18; 19; 20; 21; 22 (7,2 cm); 23 (8,4 cm) e 26.
1939	Gennaio	1; 5 (4,8 cm); 6 (0,8 cm) e 27.
	Febbraio	23.
	Marzo	12; 13; 18 (10 cm); 19 e 23.
	Dicembre	11; 14 e 27.
1940	Gennaio	4; 10; 11 (0,4 cm); 17 (2,4 cm); 18 (14,1 cm); 19 (6,7 cm); 20 (2,7 cm); 21 (0,7 cm); 22 (11,3 cm); 23 (2 cm); 24 9,9 cm); 30 (3,9 cm) e 31.
	Febbraio	11; 13 (8,3 cm) e 17 (6,3 cm).
	Dicembre	7; 22 (6,4 cm); 24 (4,8 cm) e 25.
1941	Gennaio	9 (19,8 cm); 10 (1,3 cm); 15 (1,7 cm); 16 (9,8 cm); 17 (2,3 cm); 30 e 31 (10,6 cm).
	Febbraio	3 (2,9 cm); 4 (5,1 cm) e 5 (5,3 cm).
	Ottobre	24.
	Novembre	14; 15 (0,4 cm) e 29.
	Dicembre	18.
1942	Gennaio	8 (8,1 cm); 9; 10 (2,1 cm); 11 (5,1 cm); 12 (1,9 cm); 17 (0,5 cm) 18; 24; 25 (0,4 cm); 28 e 31 (6,2 cm).
	Febbraio	1 (1,8 cm); 5; 6 (6 cm); 7 (6 cm); 8 (1,3 cm); 9 (11,8 cm); 10 (15 cm); 14 (2,8 cm); 17 (6,7 cm); 18 (9,2 cm); 21 (0,4 cm) e 22 (2,6 cm).
	Novembre	24.
	Dicembre	27; 28 e 30 (4,3 cm).
1943	Gennaio	2 (0,7 cm); 3; 5; 7; 8; 11 (0,8 cm); 12 (13,6 cm); 13 (2,7 cm); 14 (0,9 cm) e 15 (2,9 cm).
	Febbraio	8 (6,3 cm); 10 (1,1 cm); 11 (1,6 cm); 16 (6,2 cm) e 17 (32,8 cm).
	Aprile	8.
	Dicembre	31.
1944	Gennaio	25.
	Febbraio	8; 11; 14; 19; 23 (9,5 cm) e 24 (0,5 cm).
	Marzo	5.
	Dicembre	23 e 24 (0,3 cm).
1945	Gennaio	5; 6 (10,4 cm); 7 (7,8 cm); 8 (3,5 cm); 9 (0,4 cm); 12 (3,2 cm); 13 (25,9 cm); 14; 17 (0,6 cm); 19 (1,3 cm); 24; 25 (0,7 cm); 26 e 27.
	Dicembre	6; 8 e 9.
1946	Gennaio	14; 15 (1 cm); 16 (0,6 cm); 17 (4,1 cm); 18 (9,7 cm); 22 (0,5 cm); 23 (11,2 cm); 24 (1,3 cm) e 25.
	Ottobre	27.
	Dicembre	9; 15; 16; 19 e 20.
1947	Gennaio	1; 5 (6,6 cm); 9 (3,3 cm); 10 (9,9 cm); 13; 22; 23; 25 (15,1 cm); 26 (13,5 cm); 27 (2,4 cm) e 28 (3,6 cm).
	Febbraio	3 (1,4 cm); 7 (1,6 cm); 8 (0,7 cm); 17; 18 (10,1 cm); 19 (6,4 cm); 20 (1,4 cm); 27 (0,6 cm) e 28 (1 cm).
	Marzo	3 (3,6 cm).

	Novembre	27.
	Dicembre	9; 17 e 18.
1948	Gennaio	20 e 23.
	Febbraio	18; 19; 20 (7,4 cm); 21 (21,7 cm); 22 (6,4 cm) e 23.
	Novembre	25.
	Dicembre	28; 29 e 30 (1,4) cm).
1949	Gennaio	10 (1,6 cm).
	Febbraio	1.
	Marzo	6; 9 (2,2 cm) e 10.
	Dicembre	23.
1950	Gennaio	18 (3,2 cm); 19; 20 (1,1 cm); 23; 24; 26 (3,5 cm); 27 (5 cm); 28 e 29 (16,9 cm).
	Marzo	1 (3,4 cm).
	Ottobre	28.
	Dicembre	17 (4,6 cm); 22 (2,1 cm); 23 e 30.
1951	Gennaio	1 e 2.
	Febbraio	28.
	Marzo	2; 3; 6 e 21.
1952	Gennaio	18 (0,9 cm); 23; 25 (2,6 cm); 27 (10,2 cm) e 31.
	Febbraio	1 (3,1 cm); 2; 14 e 16 (1,6 cm).
	Marzo	8.
	Dicembre	16; 17 (6,2 cm); 18; 27 (5,7 cm); 28 (2,8 cm); 29 (3,6 cm) e 30.
1953	Gennaio	1 (1,8 cm); 6; 7 (6,4 cm); 8 (6,7 cm); 9 e 26 (4,7 cm).
	Febbraio	5; 10 (4,5 cm); 15 (22,1 cm) e 16 (7,8 cm).
1954	Gennaio	3; 4 (25 cm); 5 (28,9 cm); 6 (2,7 cm); 7; 8 (0,2 cm); 14 (1,1 cm); 23; 24; 26 (2,4 cm); 27 (15,7 cm) e 29 (12,5 cm).
	Febbraio	2 (1,2 cm); 3; 4; 5 (3,3 cm); 6; 8 (1 cm); 9 (2,3 cm); 11 (15,8 cm) e 12.
	Dicembre	7 (1,8 cm).
1955	Gennaio	1 (1,2 cm); 2 e 3 (1 cm).
	Febbraio	20; 27 (3,8 cm) e 28 (16,6 cm).
	Marzo	5 (7,1 cm); 6 (2 cm); 10 (4,1 cm) e 12 (1,6 cm).
	Aprile	12.
	Novembre	25.
1956	Gennaio	2; 3; 9; 10 (7,2 cm) e 31 (26,9 cm).
	Febbraio	1 (1,8 cm); 2 (0,8 cm); 9; 10 (20,1 cm); 11 (26,1 cm); 12; 13 (7,2 cm); 14 (0,9 cm); 18 (7,1 cm); 19 (3,7 cm); 20 (4,3 cm); 22; 23 (4,1 cm); 24 25 e 26 (0,2 cm).
	Marzo	11.
	Novembre	21; 22 (0,9 cm) e 23 (1,2 cm).
	Dicembre	30 e 31 (8,4 cm).
1957	Gennaio	13 (1,1 cm); 14 (15,1 cm); 15 (4,7 cm); 16; 23 e 24.
	Dicembre	23 (0,6 cm).
1958	Gennaio	12 (3,1 cm).
	Febbraio	19 (7,2 cm).
	Marzo	9; 10 (3,3 cm); 11 (4,9 cm); 21 (0,9 cm) e 26 (1,1 cm).
	Aprile	11 e 12.
1959	Gennaio	8 (3,6 cm); 12 e 13.
	Febbraio	1 (6,4 cm); 2 (2,6 cm) e 3 (3,2 cm).
	Dicembre	18 (1,8 cm); 19; 21 e 22 (1,6 cm).

1960	Gennaio	10: 12 (1 cm); 13 (2,5 cm); 14 (9 cm); 15 (18,2 cm) e 17 (2,9 cm).
	Febbraio	2 (5,8 cm); 4 (1 cm); 5 e 9 (1,6 cm).
	Marzo	9 e 10 (3,3 cm).
	Dicembre	5: 27 e 28 (17,9 cm).
1961	Gennaio	1 (3 cm); 7 (1,3 cm); 15 (2,1 cm); 23 (0,2 cm); 24 (0,2 cm); 25 e 26 (3 cm).
	Dicembre	7: 16 (0,8 cm); 17 (0,7 cm); 23 (2,4 cm) e 24 (14 cm).
1962	Gennaio	12.
	Febbraio	26 (4,9 cm).
	Marzo	1; 9; 10; 14 (2,8 cm) e 17.
	Aprile	24 (2,9 cm) e 15 (0,6 cm).
	Novembre	27 e 28 (2,8 cm).
	Dicembre	13; 21; 24 (2 cm); 28 (1,9 cm) e 29 (7,6 cm).
1963	Gennaio	12 (3,6 cm); 13 (4 cm); 17 (8,6 cm); 18 (1 cm); 19 (9,2 cm) e 30.
	Febbraio	2 (6 cm); 3 (12,5 cm); 4 (3,7 cm); 15; 16 (5,2 cm) e 17 (3,1 cm).
	Dicembre	6; 13; 14 (9,4 cm); 15 (3,6 cm); 16 (35,3 cm); 17; 19; 20 (4,5 cm); 24 (10,4 cm) e 25 (13 cm).
1964	Gennaio	20 e 29.
	Febbraio	24.
	Marzo	6 (5,1 cm) e 8 (5,3 cm).
	Dicembre	27; 28 (2,4 cm) e 29 (2 cm).
1965	Gennaio	3; 14 e 19 (3 cm).
	Febbraio	9.
	Marzo	5 (3,4 cm).
	Novembre	23 (22,2 cm).
	Dicembre	10; 23 e 25.
1966	Gennaio	9 (1,5 cm); 10; 11 (3,7 cm); 13 (5,2 cm); 15 (6,6 cm); 16; 17 (1,5 cm); 18 (6,2 cm); 20; 21 (1 cm); 22 (2,8 cm) e 23 (3 cm).
	Novembre	16; 29 (1,5 cm) e 30.
	Dicembre	5 e 23.
1967	Gennaio	5 (7,2 cm) e 6.
	Febbraio	17.
	Marzo	31.
	Aprile	24.
	Dicembre	10 (1 cm); 11 (8,4 cm); 19 e 30 (2,4).
1968	Gennaio	1 (7 cm); 2 (5,8 cm); 7 (1,3 cm); 9 (2 cm); 10 (3 cm); 11 e 18 (4,5 cm).
	Novembre	16 (1 cm).
	Dicembre	14 (1 cm) e 15.
1969	Gennaio	8 (0,6 cm) e 18.
	Febbraio	1 (10,7 cm); 5 (20 cm); 6 (0,5 cm); 8; 10; 12; 14 (13,2 cm) e 18.
	Dicembre	4; 5 (5 cm); 6 (3 cm); 7; 9 (1,5 cm); 19 (1 cm); 27; 28; 30 e 31 (5 cm).
1970	Gennaio	9 e 24.
	Febbraio	16; 18 (2 cm); 26 e 28.
	Marzo	4; 5; 6; 9; 11 (3,1 cm) e 12 (4 cm).
	Dicembre	22 (13 cm); 26; 27 (7 cm) e 37 (7,8 cm).

1971	Gennaio	1 (1 cm); 2 (6,4 cm); 4 (4,8 cm) e 15.
	Marzo	3; 4; 6 e 7 (1 cm).
	Novembre	19; 20 (4,5 cm); 22 (0,8 cm); 23 (2,5 cm); 24 (1,4 cm) e 25 (6,8 cm).
1972	Gennaio	16; 17 (3 cm); 18 (3 cm); 25 (3,9 cm); 26 (8,2 cm); 27 e 28 (9,6 cm).
	Dicembre	31.
1973	Gennaio	1 (3,8 cm).
	Aprile	20.
	Dicembre	1 e 15.
1974	Marzo	2 (9,4 cm).
1975		non si è verificata alcuna precipitazione nevosa.

Ci è parso opportuno illustrare brevemente la tabella precedente con alcuni semplici istogrammi. Le Figg. 1 e 2 mostrano rispettivamente le distribuzioni mensili medie dei giorni di precipitazione e delle altezze di neve relative all'intero periodo esaminato (1830-1975). Si nota che la massima nevosità, sia per giorni che per altezza, si colloca nel mese di Gennaio; inoltre sono più nevosi i mesi successivi a Gennaio che non quelli precedenti. Si hanno infine precipitazioni anche in Ottobre (10 giorni nel periodo indagato, ma con altezza complessiva nulla) ed in Maggio (3 giorni per un totale di 10 cm). Infine è ancora Gennaio il mese a maggior « efficienza » nevosa (centimetri precipitati mediamente in ogni giorno di neve) con una media di 3,9 cm/g; seguono Dicembre e Febbraio con 3,6 cm/g.

È degno di nota il fatto che nell'arco dei 146 anni esaminati, il 1975 è l'unico a non presentare alcuna precipitazione nevosa.

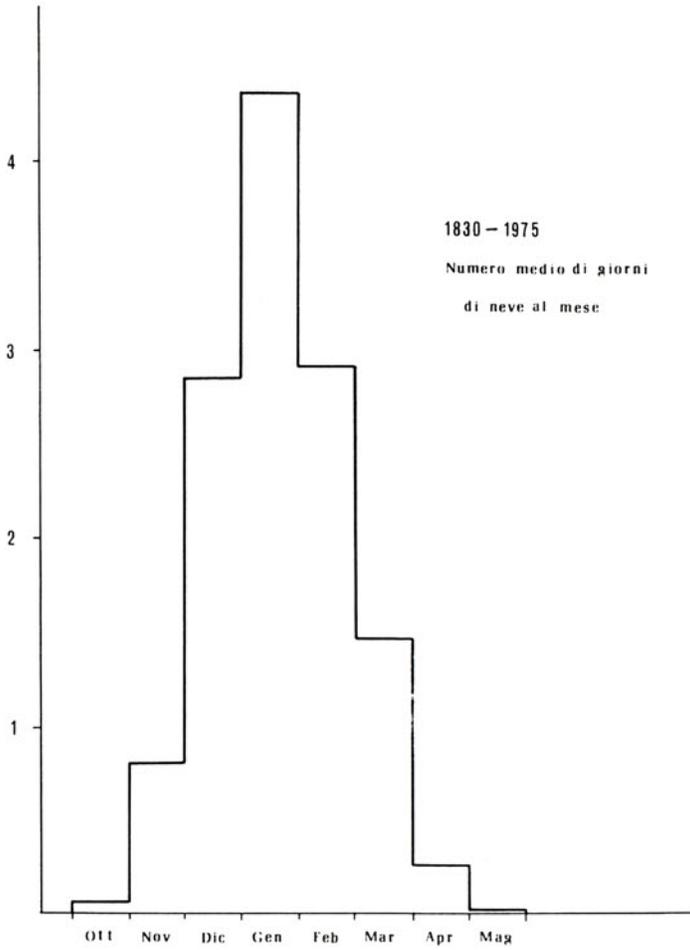


Fig. 1

Medie mensili dei giorni di precipitazione nevosa dal 1830 al 1975.

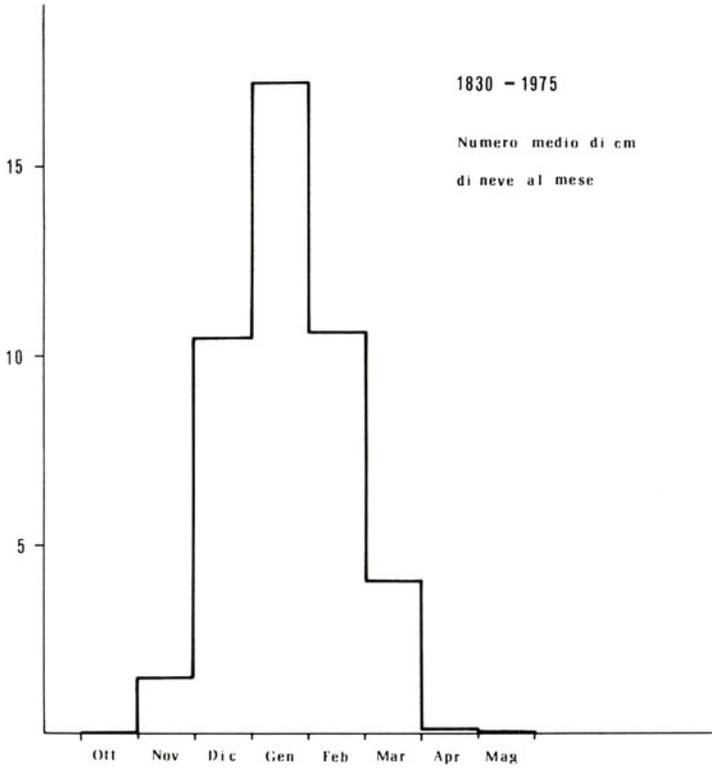


Fig. 2

Medie mensili dell'altezza delle precipitazioni nevose dal 1830 al 1975.

BIBLIOGRAFIA

- (1) G. APRILESI et al. — Le precipitazioni nevose a Modena dal 1830 al 1975. *Rivista Italiana di Geofisica*, vol. II (1975), n. 2, pp. 105-108.
- (2) C. CHISTONI — Le neve nel clima di Modena (1830-1895) - Pubblicazioni del R. Osservatorio di Modena, n. 7, pp. 58-115 (1896).
- (3) G. RONCAGLIA — Meteore eccezionali ed estreme nel clima di Modena - Pubblicazioni del R. Osservatorio di Modena, n. 39, pp. 155-170 (1928).
- (4) Annuari pubblicati dall'Osservatorio Geofisico dell'Università di Modena.



G. Aprilesi - L. Balestri - R. Cecchi - G. Magnoni  
S. Morelli - M.R. Rivasi

Istituto di Fisica e Osservatorio Geofisico Università di Modena

## **CONCENTRAZIONE DI SO<sub>2</sub> NELL'AREA URBANA DI MODENA**

### RIASSUNTO

È in corso lo studio di una serie di dati relativi alla concentrazione di SO<sub>2</sub> nell'area urbana di Modena. In questa fase preliminare si è cercato di verificare l'esistenza ed il tipo di correlazioni tra concentrazione dell'inquinante e parametri meteorologici per mezzo di un semplice modello matematico. Per la città di Modena i valori della concentrazione, anche se mediati su tempi lunghi (1 mese), risultano indipendenti dalla velocità media del vento, mentre mostrano, a parità di intensità di emissione (Q), una certa correlazione con la temperatura, almeno durante la stagione fredda.

### SUMMARY

A bulk of data concerning the SO<sub>2</sub> in the Modena urban area is now under way. In this preliminary stage we have tried to relate them to some meteorological parameter through a very simple mathematical model. In our case the concentration and also the average over periods up to one month appeared to be independent on the wind, while a certain degree of correlation with the temperature was found, at least during the cold season, assuming a constant source intensity (Q).

### 1. *Introduzione*

A partire dal Gennaio 1973 l'Amministrazione Comunale di Modena ha provveduto a misurare, per mezzo di alcuni sensori controllati dall'A. M.I.U., la concentrazione di SO<sub>2</sub> nell'area urbana della città (1, 2). Attraverso un esame dei dati disponibili si è cercato di verificare l'esistenza

ed eventualmente il tipo di correlazione tra detta concentrazione ed alcuni parametri meteorologici.

I valori della concentrazione, misurati contemporaneamente e con continuità in quattro diversi punti della città, differiscono di poco l'uno dall'altro; ciò è in accordo col fatto che a Modena la  $\text{SO}_2$  è prodotta quasi completamente dagli impianti di riscaldamento, come si può dedurre dai valori delle concentrazioni medie mensili. In questo senso l'area urbana si può considerare come un'unica sorgente estesa, e si può accettare l'ipotesi che all'interno di questa area l'inquinante sia diffuso abbastanza uniformemente; ci è sembrato perciò ragionevole usare come dato rappresentativo della concentrazione la media dei valori misurati dalle quattro stazioni. Infine è noto che la concentrazione di inquinante nell'atmosfera dipende sia da alcuni parametri meteorologici (che nell'area urbana sono essenzialmente velocità e direzione del vento, temperatura ed altezza di mescolamento), sia dall'intensità di emissione  $Q$  (massa emessa dalla sorgente per unità di tempo) la quale, dato il tipo prevalente di sorgente a Modena, è a sua volta funzione della temperatura.

### 2. *Influenza della velocità e direzione del vento*

L'ipotesi di una distribuzione uniforme della  $\text{SO}_2$  giustifica in parte l'indipendenza della concentrazione a bassa quota dalla direzione del vento, come appare dai dati sperimentali. Per quanto riguarda la velocità  $u$ , per valori inferiori ad un valore critico  $u^*$  dell'ordine di  $2,5 \text{ m sec}^{-1}$  la concentrazione è indipendente anche da questo parametro (3): probabilmente a basse velocità, la ventilazione delle strade della città è trascurabile (5) (gli apparecchi di misura della concentrazione sono a circa 3 metri dal suolo). Per velocità del vento superiori ad  $u^*$  pare si abbia una forte riduzione della concentrazione.

### 3. *Influenza della temperatura*

Nelle Figg. 1 e 2 è riportato l'andamento della concentrazione media mensile ( $\bar{C}_m$ ) in funzione della temperatura media mensile ( $\bar{T}_m$ ) per gli anni 1973 e 1974.

Le concentrazioni sono ovviamente inversamente dipendenti dalla temperatura, in quanto rispecchiano sostanzialmente le quantità di inquinante emesse dalle sorgenti (mentre gli effetti dei fattori meteorologici, mediati su un mese, diventano probabilmente trascurabili).

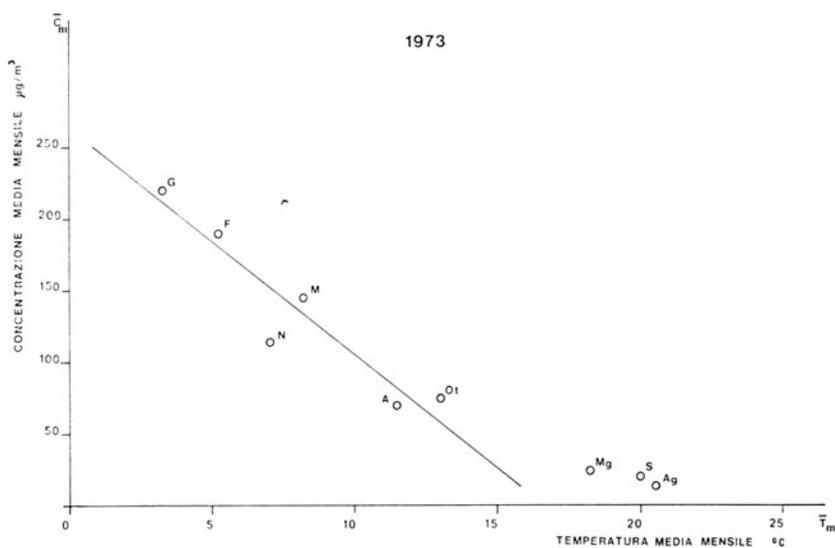


Fig. 1

Andamento della concentrazione media mensile ( $\bar{C}_m$ ) in funzione della temperatura media mensile ( $\bar{T}_m$ ) per l'anno 1973.

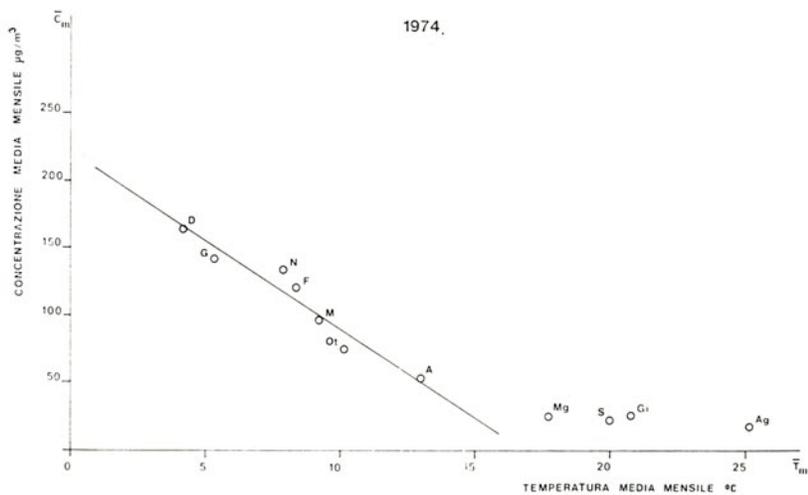


Fig. 2

Andamento della concentrazione media mensile ( $\bar{C}_m$ ) in funzione della temperatura media mensile ( $\bar{T}_m$ ) per l'anno 1974.

Per i mesi caldi (impianti di riscaldamento spenti) la  $\bar{C}_m$  non va a zero: resta un fondo medio di circa  $20 \mu\text{g m}^{-3}$ , abbastanza costante, dovuto forse a impianti industriali o ad un limitato uso delle centrali termiche delle abitazioni per riscaldamento dell'acqua.

La retta di regressione indicata sui grafici è stata tracciata escludendo i dati relativi ai mesi da Maggio a Settembre compresi. L'equazione della retta è, per il 1973 e per il 1974 rispettivamente;

$$\begin{aligned} C_m^* &= 261 - 15,6 \bar{T}_m ; & (r = -0,94) \\ C_m^* &= 222 - 13,3 \bar{T}_m ; & (r = -0,97) \end{aligned}$$

dove con  $r$  è indicato il coefficiente di correlazione lineare, il cui valore, come noto, varia tra  $\pm 1$  e 0, ed è una misura della bontà dell'adattamento dell'equazione considerata ai dati (4).

Sono state poi esaminate le possibili correlazioni tra i valori medi giornalieri delle concentrazioni e della temperatura indicati con  $\bar{C}_g$  e  $\bar{T}_g$ . I valori della concentrazione sono stati normalizzati, si è cioè scelto come indice della concentrazione giornaliera il rapporto tra la  $\bar{C}_g$  stessa e la  $\bar{C}_m$  del mese in esame: questo rende confrontabili i dati anche se appartenenti a mesi diversi, cioè con  $\bar{Q}_m$  diversa, ed elimina perciò l'effetto delle variazioni mensili della  $Q$  stessa.

Nelle Figg. 3 e 4 compare in ascisse  $\bar{T}_g$  ed in ordinate il rapporto  $\bar{C}_g/\bar{C}_m$ . I dati della Fig. 3 sono relativi ai mesi di Gennaio, Febbraio e Novembre 1973, mentre nella Fig. 4 sono riportate le stesse grandezze relative ai mesi di Gennaio e Febbraio 1974.

Le equazioni delle rette di regressione sono per il 1973 e 1974 rispettivamente:

$$\begin{aligned} \frac{\bar{C}_g}{\bar{C}_m} &= 0,712 + 0,068 T_g ; & r = 0,55 ; N = 48 \\ \frac{\bar{C}_g}{\bar{C}_m} &= 0,754 + 0,062 T_g ; & r = 0,40 ; N = 30 \end{aligned}$$

dove  $r$  è il coefficiente di correlazione lineare ed  $N$  il numero di dati. Da notare che i coefficienti angolari delle due rette sono poco diversi, cioè gli andamenti delle concentrazioni giornaliere in funzione della temperatura nei due periodi (1973 e 1974) sono molto simili.

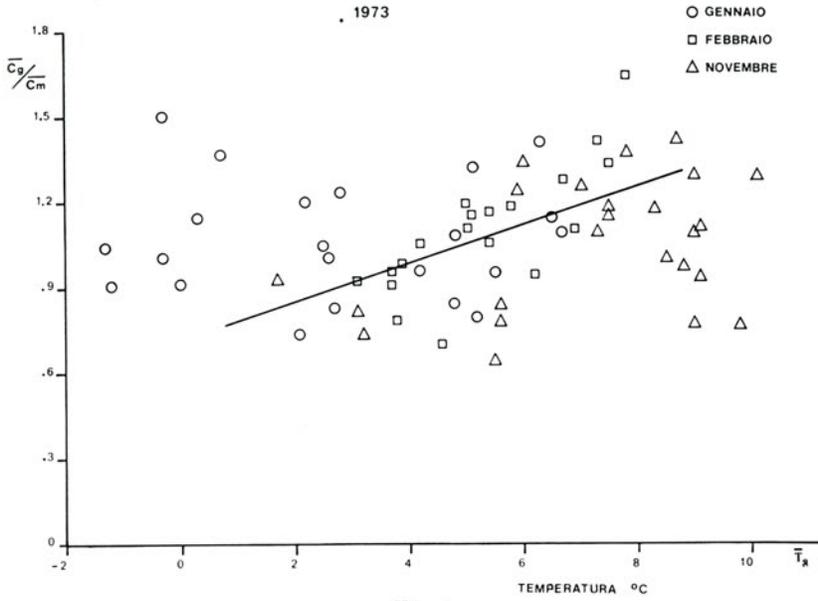


Fig. 3

Andamento del rapporto  $\overline{C}_g/\overline{C}_m$  in funzione della temperatura media giornaliera ( $\overline{T}_g$ ) per i mesi di Gennaio, Febbraio e Novembre 1973.

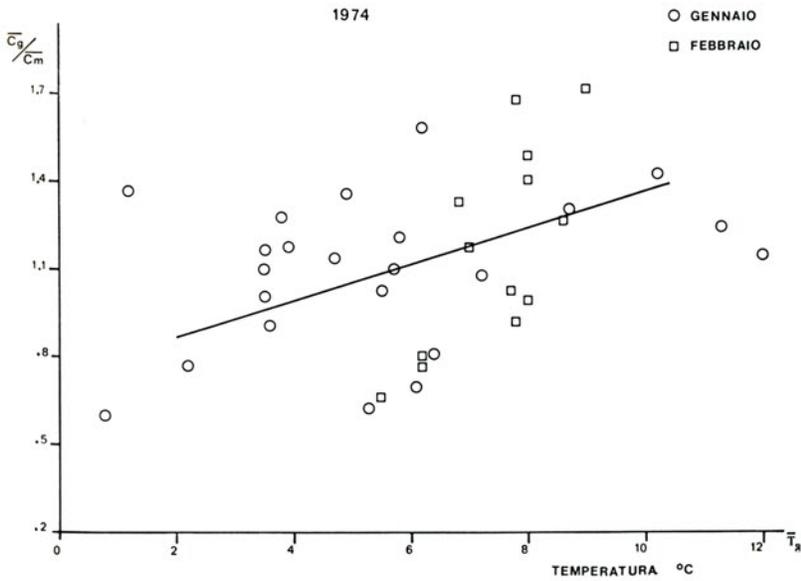


Fig. 4

Andamento del rapporto  $\overline{C}_g/\overline{C}_m$  in funzione della temperatura media giornaliera ( $\overline{T}_g$ ) per i mesi di Gennaio e Febbraio 1974.

Al fine di rendere omogenei i dati e poter valutare, per quanto possibile, i soli effetti della temperatura, sono stati esclusi quelli relativi a giornate:

1) con pioggia, poichè non sono facilmente misurabili gli effetti sulle concentrazioni di  $\text{SO}_2$  (reazioni chimiche, lavaggio . . .);

2) con velocità del vento superiore a  $u^* = 2,5 \text{ m sec}^{-1}$ , poichè, come già detto, in queste condizioni pare che la concentrazione diminuisca notevolmente; d'altronde i giorni con  $u > u^*$  sono troppo pochi (7 su 210 giorni esaminati) per fornire indicazioni sugli eventuali effetti del vento a questa velocità ed anche per questo si è preferito escluderli.

#### 4. Conclusioni

I diagrammi 3 e 4 indicano che, almeno entro un certo intervallo di temperatura, la  $\bar{C}_g$  è direttamente proporzionale alla temperatura (5, 6). Come già accennato, la  $C$  dipende dalla temperatura sia attraverso l'intensità di emissione (inversamente proporzionale a  $T$ ), sia attraverso le condizioni meteorologiche. Si può supporre che nei mesi freddi, in particolare Gennaio e Febbraio, finchè la temperatura si mantiene entro un certo intervallo, l'intensità di emissione resti costante, cioè indipendente dalle piccole variazioni della temperatura stessa; in queste condizioni diventa determinante l'influenza della  $T$  come parametro meteorologico.

Non è del tutto chiaro il motivo della proporzionalità diretta tra  $\bar{C}_g$  e  $\bar{T}_g$ : un'ipotesi ragionevole è che un raffreddamento dell'aria che equivale ad un aumento della differenza di temperatura tra inquinante emesso e aria ambiente, determini un aumento della spinta di galleggiamento dell'inquinante e ne favorisca l'ascesa e la conseguente diluizione in vicinanza del suolo dove la  $\text{SO}_2$  viene prelevata per la misura.

I risultati ottenuti sono una prima approssimazione nella quale non si è tenuto conto, come già detto, nè degli effetti dovuti a reazioni chimiche e fotochimiche, nè di un parametro presumibilmente molto importante, cioè l'altezza di mescolamento.

#### Ringraziamenti

Gli autori ringraziano l'Amministrazione Comunale e l'A.M.I.U. che hanno messo a disposizione i dati relativi alla concentrazione di  $\text{SO}_2$  nell'area urbana di Modena.

BIBLIOGRAFIA

- (1) Andamento dell'inquinamento da  $\text{SO}_2$  (1973-1974). A.M.I.U. Servizio anti-inquinamento - Modena.
- (2) Indagine sull'inquinamento atmosferico nel Comune di Modena (1974) - Comune di Modena.
- (3) F.A. GIFFORD, S.R. HANNA (1973) — Modelling urban air pollution-Atmospheric Environment 7, 131-136.
- (4) W. VOLK — Applied statistic for engineers - Mc Graw-Hill - 1958.
- (5) E.H. STEINBERGER, Y. BALMOR (1975) — Sulfur dioxide in the atmosphere in Jerusalem and the role of meteorology on pollutant concentrations in subtropical regions - Atmospheric Environment 9, 409-416.
- (6) L.R. SON'KIN (1973) — Some possibilities of forecasting the concentration of contaminants in city air - Air pollution and atmospheric diffusion, pag. 132. M.E. Beryland Ed. - Wiley and Sons.



B. Fratello - V. Gioia

Istituto di Anatomia Comparata dell'Università di Modena

**LE GHIANDOLE UROTERGALI DEI PROTURI  
(INSECTA APTERYGOTA)**

RIASSUNTO

Nella calotta apicale cefalica delle ghiandole urotergali dei Proturi sono impiantate, in numero variabile da 6 a 45-50, delle strutture tubulari il cui tratto distale libero, più o meno svasato, presenta un ispessimento anulare (collare). Tali strutture consentono la discriminazione tassonomica delle varie specie di Proturi in base al loro numero, alla loro lunghezza ed al valore del rapporto fra lunghezza del collare e lunghezza dell'intero tubulo (C/T). La lunghezza dei tubuli è nei due sessi diversa, e ciò rappresenta il primo esempio di carattere sessuale secondario nei Proturi.

SUMMARY

Tubular structures, from 3.5 to 3.3  $\mu$  long, are present on the apex of the abdominal (urotergal) glands of the Protura. The number and the length of the tubules are useful taxonomical characters: they are only 6, but 7.5-8.3  $\mu$  long, in *Eosentomon* (*E. transitorium* Berl. and *E. romanum* Nosek); 25 and 45, but only 3.5-5.0  $\mu$ , in *Acerentomon* (*A. microrhinus* Berl., *A. affine* Bagnall, *A. maius* Berl.).

The length of the tubules is also a sexual secondary character; in the *A. affine* and in the *E. transitorium* males the tubules are longer than in the females, but in *Acerentulus traegårdhi* Jon. and in *Acerella muscorum* (Jon.) the male tubules are shorter.

The distal end of the tubules is heavily sclerotized, and the ratio of this tract to the whole tubule (C/T) is different in the various genera (0.1 in *Eosentomon*, 0.2 in *Acerentulus*, 0.3 in *Acerella* and *Acerentomon*).

Peculiari dei Proturi sono due voluminose sacche cilindriche intraadominali che sboccano all'esterno dopo l'VIII segmento addominale e che BERLESE (1909) riconobbe quali ghiandole composte risultanti da una introflessione ipodermale. Tali ghiandole, pur prive di una parete esterna muscolare, richiamano, a parere del succitato Autore, quelle repugnatorie dei Diplopodi.

BERLESE (1909) individuò per tali ghiandole delle briglie connettivali che le uniscono lateralmente a ciascuno degli altri uriti precedenti, fino al 6°; secondo l'Autore sarebbero i residui di altrettanti condotti di scarico della ghiandola, testimonianza dell'origine delle attuali grandi sacche dalla confluenza di più ghiandole segmentali.

Altre ghiandole esocrine, però unicellulari, sono state descritte da CONDÈ e FRANÇOIS (1962) nei Proturi, e molte di tali ghiandole hanno nei vari segmenti dell'addome il loro sbocco; ciascun orificio risulta il punto d'attacco di un filamento chitinoso di lunghezza, calibro e forma variabile a seconda del segmento addominale, del genere o della specie considerata, ma terminante invariabilmente in un rigonfiamento ampollare, più o meno accentuato, forse dotato di un orificio apicale. Per la specificità morfologica dei filamenti CONDÈ e FRANÇOIS (1962) si limitano a rilevare che mentre i filamenti uniti al III tergite addominale sono lunghi 100 $\mu$  in *Acerentulus remyi* CONDÈ, non più di 65 $\mu$  lo sono nei due *Acerentomon* analizzati, *A. gallicum* IONESCU ed *A. affine* BAGNALL.

Per motivi tecnici abbiamo ritenuto opportuno disporre di più ampie informazioni su questa « specificità »; non sempre le dissezioni dei Proturi, di cui ci si serve per lo studio cariologico di questi animali (FRATELLO, 1971-1975), permettono il recupero completo degli esoscheletri, e sarebbe di grande vantaggio disporre di un carattere tassonomico che lo schiacciamento non deformi.

### Risultati

Le osservazioni sono state effettuate sia sull'esoscheletro di animali integri preparati secondo le indicazioni di WILKEY (1960) sia sui frammenti di esoscheletro risultanti dalla dissezione delle gonadi; tali frammenti, posti per alcuni minuti in acido acetico al 45%, sono stati montati in modo semipermanente con una soluzione in parti uguali di acido acetico ed acido lattico.

I risultati non hanno corrisposto alle aspettative: troppo spesso i tubuli si spezzano con lo schiacciamento né è agevole identificare di quale

segmento addominale faccia parte il frammento di esoscheletro cui sono uniti, semprechè siano uniti a qualche frammento; alle prime osservazioni risultò anche una « specificità », ridotta al più a livello di genere.

Ci si rese conto però che anche le grosse ghiandole urotergali posseggono delle strutture tubulari per molti aspetti simili a quelle delle ghiandole tegumentarie unicellulari, che tali strutture sono diverse per numero e forma nelle varie specie da noi prese in esame e che lo schiacciamento non le altera.

Sono qui pertanto riportati i risultati dello studio topografico e morfologico di tali strutture tubulari in nove specie di Proturi presenti in Italia, scelte in modo da offrire un ampio quadro sistematico.

Due delle specie esaminate, *Eosentomon transitorium* BERLESE ed *Eosentomon romanum* NOSEK, raccolte nei querceti rispettivamente di Serramazzone (Modena) e di Rocca S. Maria (Modena), appartengono a gruppi distinti del genere *Eosentomon*, unico rappresentante della famiglia Eosentomidae .

Le altre specie appartengono tutte agli Acerontomidae: gli esemplari di *Acerella muscorum* (IONESCU) e di *Acerella tiarnea* (BERLESE) sono stati raccolti entrambi nei castagneti di Velletri (Latina); *Acerentulus confinis* (BERLESE) ed *Acerentulus traegårdhi* (IONESCU), anch'essi rappresentanti tipici di due gruppi, nei querceti di Zocca (Modena) e di Rocca S. Maria; gli esemplari di *Acerentomon maius* BERLESE, di *Acerentomon affine* BAGNALL e di *Acerentomon microrhinus* BERLESE, rappresentanti di tre diversi gruppi, provengono nell'ordine da Velletri, dall'Isola d'Elba (Livorno) e dalla Valcamonica (Brescia).

Alla dissezione le ghiandole appaiono come due sacche cilindriche parallele che, al massimo della distensione, sono lunghe quanto l'intero addome, dal primo all'ottavo segmento, e ciò sia nei maschi che nelle femmine. La calotta cefalica appare, all'osservazione in contrasto di fase, costellata esternamente da un numero variabile, da 6 a 40, di strutture tubulari ortogonali alla parete della ghiandola. Negli esemplari integri, purchè siano stati posti in liquido di Essig ancora vivi, le ghiandole urotergali fuoriescono dall'estremità dell'addome facilitando notevolmente l'osservazione delle strutture tubulari.

E' stato possibile esaminare esemplari di ambo i sessi di: *E. transitorium*, *A. traegårdhi*, *A. muscorum* ed *A. maius*; le strutture tubulari sono, in tutte e quattro le specie, uguali nei due sessi per numero, topografia e morfologia, ma non nella lunghezza (Tab. 2).

In ambedue le specie del genere *Eosentomon* le strutture tubulari sono sei per ciascuna ghiandola, disposte regolarmente al margine di una ca-

lotta apicale lungo un arco di cerchio, a 14-15 $\mu$  di distanza l'una dall'altra; hanno la forma di un antico stetoscopio in legno e sono impiantate sulla parete della ghiandola con un ispessimento discoidale (Figg. 1-2). Una settima struttura tubulare, morfologicamente identica ad una apicale, è impiantata nella parte caudale della ghiandola, poco prima della metà. I valori, riportati nella Tab. 1, della lunghezza delle strutture tubulari nelle due specie, *E. transitorium* ed *E. romanum*, non differiscono in maniera significativa: la lunghezza media è di 8 $\mu$ , di cui circa 1,5 $\mu$  sono costituiti da un leggero ispessimento anulare all'estremo più distale. Nei maschi sono circa 1 $\mu$  più corte, pur mantenendo inalterato il rapporto collare/tubulo (Tab. II).

In *Acerentulus traegårdhi* le strutture tubulari, irregolarmente distribuite nella porzione più cefalica della ghiandola, misurano in media 3,4 $\mu$  di cui 0,8 $\mu$  spettano ad un pronunciato ispessimento anulare distale; il numero di tali strutture in una ghiandola varia da 9 a 21, con una presenza media di 13 (Tab. I). Le pareti dei tubuli si continuano, senza ispessimenti basali, con le pareti della ghiandola (Fig. 3). Nell'unico esemplare di *A. confinis* esaminato vi erano 16 tubuli per ghiandola, e la loro lunghezza media era di 3,3 $\mu$  dei quali 1 $\mu$  per l'ispessimento anulare (Fig. 4). Nei maschi di *A. traegårdhi* sono di poco più corti che nelle femmine (Tab. II).

*Acerella muscorum* possiede in media 14 strutture tubulari in ciascuna ghiandola, ed i valori osservati se ne discostano al più di qualche unità; i tubuli sono lunghi 7,2 $\mu$  compreso 1 $\mu$  per l'ispessimento distale, la forma è quella di una sigaretta con filtro, e sono distribuiti per lo più in due linee a corona della calotta, così che la più gran parte della ghiandola è priva di strutture tubulari (Fig. 5). Nelle femmine sono lunghe più che nei maschi di circa 2 $\mu$  (Tab. II). L'esemplare di *A. tiarnea*, raccolto in un castagneto misto a noccioli, aveva in ambedue le ghiandole 15 tubuli lunghi in media 8,3 $\mu$  e per il resto non differiva da *A. muscorum* (Fig. 6).

Negli *Acerentomon* le strutture tubulari sono molto numerose ed il loro ispessimento anulare è imbutiforme; di questo genere sono state esaminate tre specie appartenenti a tre dei quattro gruppi indicati da NOSEK (1974): *doderoi*, *affine* e *microrhinus*.

In *Acerentomon microrhinus* vi sono in media 20 tubuli per ghiandola, ma il loro numero è soggetto ad ampie oscillazioni, da 9 a 32 negli individui esaminati; sono irregolarmente distribuiti nella metà cefalica e misurano in ambo i sessi in media 5 $\mu$  di cui 1,7 $\mu$  sono dovuti all'ispessimento distale (Tab. I-II).

In *Acerentomon affine* (Fig. 7) il numero medio di tubuli è 34 con una variabilità in più ed in meno di 10 unità, distribuiti sulla ghiandola come per le altre due specie di *Acerentomon*. I tubuli sono lunghi in media 3,7 $\mu$  con 1,4 $\mu$  per il colletto; a differenza delle altre specie sono leggermente (0,4 $\mu$ ) più lunghi nei maschi (Tab. II).

Ancor più numerose sono le strutture tubulari sulle ghiandole urotergali di *Acerentomon maius* (Fig. 3), 40 in media con valori estremi 31 e 45; sono morfologicamente diverse le strutture della calotta apicale e quelle della restante metà cefalica della ghiandola: quest'ultime hanno la forma tipica degli altri *Acerentomidi*, sono lunghe in media 6 $\mu$  compreso 1,3 $\mu$  dell'ispessimento distale. Nella calotta apicale si osservano 7 strutture tubulari più corte delle precedenti, in media 4,7 $\mu$  con la parte distale svasata e l'ispessimento limitato al solo bordo dell'imbuto: sei strutture sono poste ai vertici di un esagono regolare al cui centro, corrispondente all'apice cefalico della ghiandola, è impiantato il settimo tubulo. Anche in questa specie, come già in *A. microrhinus*, non vi sono differenze fra i due sessi (Tab. I-II).

E' stato possibile esaminare anche dei « maturus junior » di *Acerentomon affine*, i quali posseggono un minor numero di strutture tubulari rispetto agli adulti, numero soggetto ad ampia variabilità anche fra le due ghiandole di uno stesso individuo, anche in ciò differendo da quanto si osserva di norma negli adulti; la morfologia dei tubuli è però già quella definitiva (Tab. I).

Il rapporto tra la lunghezza del tratto distale ispessito e quella dell'intero tubulo non subisce variazioni fra i due sessi (Tab. II), né fra specie dello stesso genere; è tipico di un determinato genere, e pari a 0,3 in *Acerentomon* ed *Acerentulus*, a 0,2 in *Eosentomon*, a 0,1 in *Acerella* (Tab. I).

### Discussione

Le ghiandole urotergali dei Proturi sono costellate, nella posizione cefalica, da strutture tubulari ortogonali alla parete. Tali strutture occupano, nei vari generi, una regione più o meno estesa della calotta apicale: molto limitata in *Eosentomon*, si estende per più di metà della sacca ghiandolare in *Acerentomon*. La loro morfologia di strutture tubulari è lievemente modificata da un ispessimento anulare (collare) di diversa estensione nei vari generi e dalla morfologia del punto di impianto; di norma uguali in tutta la ghiandola, in *Acerentomon maius* i 7 tubuli più cefalici sono più corti

TABELLA I

SPECIE	N° PRO-TURI	N° TUBULI/GHIANDOLA	VARIANZA fra Proturi	VARIANZA entro	LUNGHEZZA TUBULI ( $\mu$ )	LUNGH. COL-LARE ( $\mu$ )	Rapporto lungh. collare/tubulo
<i>Eosentomon transitorium</i>	12	6	0	0	7,5 ± 0,2	1,7	0,2
" <i>romanum</i>	1	6	—	—	8,3	1,9	0,2
<i>Acerentulus traegardhi</i>	15	13 ± 1,0	5,8	0,1	3,6 ± 0,1	1,1	0,3
" <i>confinis</i>	1	16	—	—	3,6	1,0	0,3
<i>Acerella tiarnea</i>	1	15	—	—	7,5 ± 0,2	1,0	0,1
" <i>muscorum</i>	9	14,3 ± 0,6	2,8	2,6	7,6 ± 0,6	1,1	0,1
<i>Acerentomon microrhinus</i>	5	27,6 ± 4,6	14,3	—	5,0 ± 0,1	1,7	0,3
" <i>maius</i>	11	42,3 ± 3,1	14,7	8,8	5,0 ± 0,1	1,5	0,3
" <i>affine</i>	8	32,6 ± 8,5	34,3	3,0	3,8 ± 0,1	1,2	0,3
" ( <i>maturus junior</i> )	9	19,9 ± 8,3	35,2	16,7	3,8 ± 0,1	1,3	0,3

TABELLA II

SPECIE	SESSO	N°	N° TUBULI/GHIANDOLA	Varianza fra prot.	VARIANZA entro	LUNGHEZZA TUBULI ( $\mu$ )	Lungh. collare ( $\mu$ )	C/T
<i>Eosentomon transitorium</i>	f	6	6	0	0	7,0 ± 0,15	1,7	0,2
" "	m	6	6	0	0	7,9 ± 0,17	1,7	0,2
<i>Acerentulus traegardhi</i>	f	9	13,5 ± 1,4	5,8	0,1	3,7 ± 0,06	1,1	0,3
" "	m	6	12,4 ± 3,1	7,5	0,1	3,4 ± 0,03	1,0	0,3
<i>Acerella muscorum</i>	f	6	16,1 ± 1,3	3,2	4,0	8,4 ± 0,82	1,2	0,1
" "	m	2	13,6 ± 1,1	2,3	4,0	6,6 ± 0,16	1,0	0,1
<i>Acerentomon maius</i>	f	7	43,3 ± 4,1	11,1	13,3	5,0 ± 0,00	1,5	0,3
" "	m	4	40,3 ± 8,0	22,3	4,0	4,8 ± 0,11	1,5	0,3
<i>Acerentomon affine</i>	f	3	34,3 ± 23,1	56,3	0	3,6 ± 0,10	1,1	0,3
" "	m	5	30,3 ± 6,8	21,0	9,0	4,0 ± 0,04	1,3	0,3
<i>Acerentomon microrhinus</i>	f	3	27,6 ± 4,6	14,3	—	5,1 ± 0,02	1,7	0,3
" "	m	2	—	—	—	4,9 ± 0,06	1,6	0,3

e svasati degli altri. Il loro numero è costantemente di 6 sulla calotta apicale (+ 1 nella metà caudale) negli *Eosentomon* e di circa 15 in *Acerentulus* ed *Acerella*; una ampia variabilità numerica si osserva in *Acerentomon*, maggiore fra individui della stessa specie che fra le due ghiandole di uno stesso individuo, in concomitanza con la presenza di un elevato numero di strutture tubulari (da 30 a 45 per ghiandola). La misura della lunghezza del tubulo si è dimostrata di particolare interesse tassonomico, in quanto il campo di variabilità individuale intraspecifica è molto ristretto rispetto al campo di variabilità interspecifica: più lunghi in *Eosentomon* ed *Acerella*, più corti nei maschi (ma più corti nelle femmine in *E. transitorium* ed *A. affine*). Le attuali conoscenze sulle ghiandole urotergali dei Proturi sono quali Berlese (1909) ha esposto, come si rileva anche dalla recente monografia di Janetscheck (1970) ove ci si limita a constatare che, a parte le osservazioni di Berlese (1909), « der Feinbau der Abdominaldrüse ist noch unzureichend verstanden ». Per quanto concerne le strutture tubulari è forse possibile che Berlese le abbia notate, in quanto annovera la ghiandola fra le composte e risultante « da una introflessione ipodermale formante una arborizzazione complicata di esilissimi tubuli ed a ridosso di questo strato verrebbe a disporsi la massa delle cellule secernenti ». Più oltre si legge: « I tubuli di scarico sono disposti senza alcun ordine e quindi sivedono in tutte le direzioni e per uno intero dalla ghiandola ai vasi collettori maggiori, molti altri si trovano tagliati in modo che non ne appaiono che frammenti diretti in tutti i sensi ». Null'altro, né sono rappresentati in alcuna figura. Questa descrizione non si adatta compiutamente alle strutture tubulari oggetto di questa indagine, che mostrano molte analogie con i canali deferenti delle ghiandole tegumentarie unicellulari, descritti da Condé et François (1962) come dei filamenti chitinosi di lunghezza, calibro e forma variabile a seconda dello sclerite, del genere o della specie in esame, ma invariabilmente terminate con un rigonfiamento ampolare, più o meno accentuato, forse provvisto di un piccolo orificio apicale.

Contrariamente a quanto osservato da Berlese (1909), non vi sono differenze tra i due sessi quando le ghiandole sono completamente distese, né tali ghiandole presentano strozzature anulari o briglie (residui di canalicoli sec. Berlese) che le uniscono ai vari segmenti addominali che precedono l'8°, né come tali possono essere interpretate le strutture da noi osservate in quanto limitate solo alla parte più cefalica delle ghiandole e distribuite in maniera omogenea sulla calotta. Il non aver rilevato strozzature è da imputare alla diversa tecnica adottata, in quanto con la dissezione si permette la completa distensione della ghiandola mentre invece Berlese, dalle sezioni istologiche, rilevava gli effetti della contrattura degli animali. A differenza

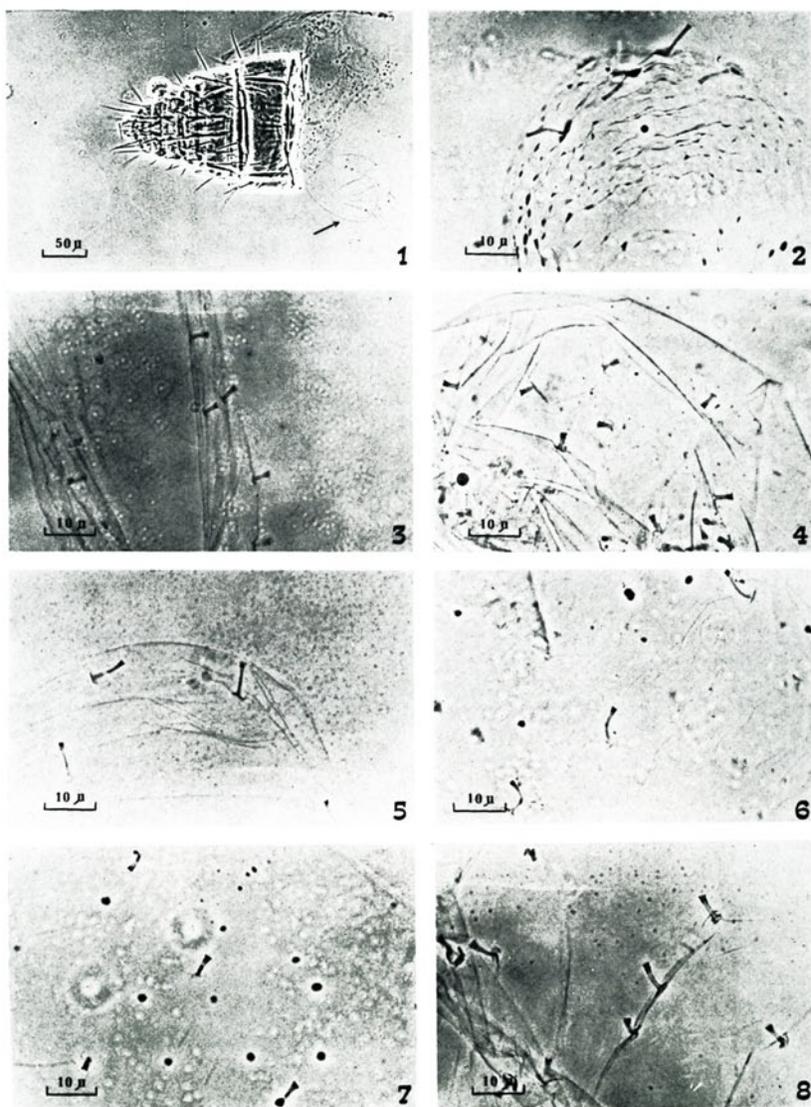
di Berlese non abbiamo osservato lo strato di cellule epiteliali che rivestirebbe la ghiandola, sia distesa che contratta, tanto dopo colorazione che direttamente a fresco in contrasto di fase.

Vi è una stretta analogia tra i rapporti fileatici individuati da Tuxen (1963) nei Proturi ed il progressivo aumento del numero di tubuli dagli *Eosentomon* agli *Acerentomon*, per cui adottando la terminologia dell'Autore si può dire a questo riguardo che ci troviamo di fronte ad una « evoluzione progressiva ». Non vi è nessuna apparente relazione tra affinità filetica e lunghezza del tubulo: non considerando *Acerella*, così come molte volte ha fatto Tuxen (1963, 1964) ritenendo che *Acerella* non fosse sulla principale linea evolutiva degli Acerentomidi, è possibile individuare una evoluzione riduttiva dagli Eosentomidi agli Acerentomidi. Analogamente a quanto si osserva nella chetotassia anche per le strutture tubulari delle ghiandole addominali vi è un aumento dalla larva all'adulto, e questo aumento è in accordo filetico con l'aumento progressivo del numero dei tubuli dagli Eosentomoidei agli Acerentomoidei.

Per la identificazione tassonomica degli animali dissezionati sarà sufficiente, per il genere, stabilire quanti tubuli vi siano in una ghiandola urotergale ed il rapporto tra la lunghezza del collare e quella dell'intero tubulo; in *Acerentulus* vi sono circa 15 tubuli per ghiandola con un rapporto C/T pari a 0,3, mentre in *Acerentomon* con lo stesso rapporto C/T vi sono il doppio dei tubuli; anche in *Acerella* vi sono 15 tubuli per ghiandola, ma il rapporto C/T è uguale a 0,1.

Identificare la specie non sembra possibile che nel genere *Acerentomon*, grazie alla combinazione tra numero dei tubuli e lunghezza degli stessi; *Acerentomon microrhinus* ed *A. maius* hanno tubuli della stessa lunghezza ma mentre nel primo ve ne sono in media 28 su una ghiandola, nel secondo ve ne sono 42 ed i campi di variabilità non si ricoprono; così pure è possibile riconoscere *A. affine*, che pure ha un numero intermedio di tubuli ed anche molto variabile, in quanto ha tubuli più corti degli altri due *Acerentomon*.

Un particolare interesse riveste l'aver riconosciuto nella diversa lunghezza delle strutture tubulari fra individui della stessa specie un carattere sessuale secondario, il solo a nostra conoscenza fra i Proturi. Più o meno corte nei maschi di *A. traegårdhi*, di *A. muscorum*, di *A. maius* ed *A. microrhinus*, risultano per contro più corte nelle femmine di *E. transitorium* ed *A. affine* (Tab. II), non evidenziando in tal modo alcuna relazione funzionale o filetica.



Ghiandole urotergali di Proturi: strutture tubulari osservate in contrasto di fase.  
(Ingrandimento in calce alle foto).

- Fig. 1 - *Eosentomon transitorium* ♂ (la freccia indica la calotta apicale della ghiandola).  
 Fig. 2 - *Eosentomon transitorium* ♀.  
 Fig. 3 - *Acerentulus traegårdhi* ♀.  
 Fig. 4 - *Acerentulus confinis* ♂.  
 Fig. 5 - *Acerella muscorum* ♂.  
 Fig. 6 - *Acerella tiarnea* ♂.  
 Fig. 7 - *Acerentomon affine* ♀.  
 Fig. 8 - *Acerentomon maius* ♂.

## BIBLIOGRAFIA

- BERLESE A. (1909): *Monografia del Myrientomata*. Redia, 6: 1-182.
- BIZZARRI C. e B. FRATELLO (1971): Osservazioni cariologiche sui Proturi (Insecta, Protura). Rend. Acc. Naz. Lincei, Ser. VIII, 50: 803-806.
- CONDÈ B. e FRANÇOIS J. (1962): Présence de glandes tégumentaires unicellulaires chez les Protoures. Bull. soc. zool. France, 87: 221-225.
- FRATELLO B. (1971): Prime osservazioni sulla cariologia dei Protur Acerentomoidei. Boll. Zool., 38: 522-523.
- FRATELLO B. (1972): Citotassomia dei Proturi (Insecta, Apterigota). Atti del IX Congr. Naz. It. Entomol., pp. 267-271.
- FRATELLO B. (1975): Citotassonomia di Proturi Eosentomoidei. Atti A.G.I., 20: 183-184.
- JANETSCHKE H. (1970): *Protura*. Handbuck der Zoologie IV (2) 2/3 Walter De Gruyter e CO. Berlin.
- NOSEK J. (1973): *The European Protura. Their taxonomy, ecology and distribution with keys for determination*. Mus. Hist. Nat. Genève.
- TUXEN S.L. (1963): Phylogenetical trends in the Protura, as shown by relationship between recent genera. Zeitschr. Zool. Syst. Evol. 1: 277-310.
- TUXEN S.L. (1964): *The Protura. A revision of the species of the world. With keys for determination*. Hermann, Paris.
- WILKEY R.P. (1960): A simplified technique for clearing, staining and permanently mounting small Arthropods. An. Entomol. Soc. Amer. 55: 606.
- IMADATÈ G. (1966): Taxonomic arrangement of Japanese Protura (IV). The Proturan chaetotaxy, and its meaning to philogeny. Bull. Nat. Sci. Mus. Tokyo, 9: 277-315.

U. Pincelli

Istituto di Chimica Fisica dell'Università di Modena

R. Ravaldi

*MSX $\alpha$  STUDY OF SOME IONIZED  
AND EXCITED STATES OF BF<sub>3</sub>*

ABSTRACT

MSX $\alpha$  results for some ionized and excited states of BF<sub>3</sub> are presented. The best calculation for the ionization energies of the valence electrons leads to the following results (eV): 16.5 (1a'<sub>2</sub>), 17.0 (4e'), 16.6 (1e'') and 18.9 (1a''<sub>2</sub>). The greatest deviation with respect to the experimental data is 1.0 eV. The following results are obtained for the singlet excitations (eV): 11.6, 13.6, 14.5, 16.4, 16.6 and 17.4 eV. The transition energies and the nature of the excited levels are analyzed with reference to the K-Boron X-ray spectrum of this molecule.

RIASSUNTO

Vengono presentati i risultati di calcoli MSX $\alpha$  per stati eccitati e ionizzati della molecola BF<sub>3</sub>. Il migliore calcolo per le energie di ionizzazione degli elettroni di valenza porta ai seguenti risultati (in eV): 16.5 (1a'<sub>2</sub>), 17.0 (4e'), 16.6 (1e'') e 18.9 (1a''<sub>2</sub>). La massima deviazione dai dati sperimentali è di 1.0 eV. Per le energie di eccitazione di singoletto si ottengono i seguenti risultati (in eV): 11.6, 13.6, 14.5, 16.4, 16.6 e 17.4. le energie di transizione e la natura degli stati eccitati sono analizzate alla luce dei dati sperimentali relativi allo spettro a raggi X dolci di questa molecola.

*Introduction*

The theoretical study of the BF<sub>3</sub> molecule has already been undertaken both by semiempirical (1) and 'ab initio' (2, 12) calculations. In all cases the interest was direct to the understanding of the peculiar features

of the ions and of some excited states of this molecule. In particular the main attempts concern the prediction of the sequence in energy for the valence electron ionizations and the interpretation of the fact — experimentally observed in the X-Ray spectrum of this molecule — that absorption peaks are present also at energies above the K-Boron electron ionization limit.

If the study of the properties of ionized states can quite easily be performed in the framework of the usual LCAO techniques using more or less sophisticated atomic basis, the same thing cannot be said for the study of excited states, mainly if their nature is not the one of valence states. In fact in such a study, the constraint of limiting the basis set to a reasonable size implies a choice of atomic functions which can be crucial in the description of the states themselves, leading to results systematically invalidated by this arbitrary choice.

It seemed therefore worthwhile the study of some ionized and excited states of this molecule using a method — known as MSX $\alpha$  (Multiple Scattering with statistical exchange approximation) method (3, 4) — having the advantage of eliminating the problem of the choice of the atomic basis components. This method presents the further remarkable feature to require computer times much shorter than those requested by an 'ab initio' medium size calculation.

#### *The MSX $\alpha$ method.*

The fundamental idea of this method, developed by J.C. Slater (3), K.H. Johnson and co-workers (4, 5, 6) consists in a partition of the molecular space in two kinds of regions: central potential regions and constant potential region. In the former (atomic and extramolecular regions) the Schroedinger equation for a particle in the effective field of the other particles and nuclei leads to radial solutions  $R_l^j(\epsilon; r)$  depending on three parameters: the one-particle energy  $\epsilon$ , the quantum number  $l$  and the label  $j$  denoting the involved center. In the constant potential ( $V$ ) region (also called interatomic region) the same Schroedinger equation has spherical Neumann  $n_l(kr)$  or Bessel  $j_l(kr)$  functions as solutions, in which  $k = \sqrt{E-V}$  and for which two of the above parameters,  $\epsilon$  and  $l$ , are required.

Therefore the general form of the solution will be:

$$\Psi^j(\vec{r}) = \sum_L C_L^j R_l^j(\epsilon; r) \gamma_L(\vec{r}) \quad (1)$$

$$\Psi^o(\vec{r}) = \sum_L C_L^o R_l^o(\epsilon; r) \gamma_L(\vec{r}) \quad (2)$$

$$\Psi_{II}(\bar{r}) = \sum_j \sum_L A_L^j n_L(kr_j) \Upsilon_L(\bar{r}_j) + \sum_L A_L^o j_L(kr_o) \Upsilon_L(\bar{r}_o) \quad (3)$$

in the atomic (*j* label), in the extramolecular (*o* label) and interatomic (*II* label) regions respectively.

The required continuity of the solution and its first derivative on all space leads to the possibility of relating the *C* coefficients to the *A* ones and, at the same time, of obtaining the latter, with the allowed energy value, by solving the secular system:

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_j \sum_L [T(\epsilon)^{-1}]_{LL'}^{jj'} A_L^j - \sum_{L'} S_{LL'}^{jo}(\epsilon) A_{L'}^o = 0 \\ \sum_j \sum_L S_{LL'}^{oj'}(\epsilon) A_L^j - \sum_{L'} \delta_{LL'} [t_{L'}^o(\epsilon)]^{-1} A_{L'}^o = 0 \end{array} \right. \quad (4)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_j \sum_L [T(\epsilon)^{-1}]_{LL'}^{jj'} A_L^j - \sum_{L'} S_{LL'}^{jo}(\epsilon) A_{L'}^o = 0 \\ \sum_j \sum_L S_{LL'}^{oj'}(\epsilon) A_L^j - \sum_{L'} \delta_{LL'} [t_{L'}^o(\epsilon)]^{-1} A_{L'}^o = 0 \end{array} \right. \quad (5)$$

As to the matrix elements  $[T(\epsilon)^{-1}]_{LL'}^{jj'}$ ,  $S_{LL'}^{jo}(\epsilon)$ ,  $S_{LL'}^{oj}(\epsilon)$  and  $[t_{L'}^o(\epsilon)]^{-1}$  it is here sufficient to realize that they are complex expressions depending on the  $\epsilon$  parameter. This fact implies that the solution of the system — that's to say the vanishing of the determinant of the secular matrix — must be found out numerically, calculating the matrix elements for each energy and checking the determinant value.

The dimensions of the secular problem can actually be reduced by limiting the expansions (1), (2) and (3) to the first 1, 1-2, 1-2-3, etc. harmonics.

In the *MSX $\alpha$*  method the potential experienced by each electron and generated by the nuclei and the other electrons of the molecule plays only an indirect role in the calculation of the matrix elements. Indeed these elements depend explicitly on the values assumed by the  $R_i^j(\epsilon; r) n_i(kr)$  and  $j_j(kr)$  functions and their derivatives on the spherical surfaces containing the different molecular regions: it is in the calculation of the functions themselves that the potential defined in each region becomes important. These potentials are obtained in *MSX $\alpha$*  method by a fundamental approximation: in the regions surrounding the nuclei and in the extramolecular region, the potential, spherical in symmetry, is taken as the first term of the expansion of the 'true' molecular potential in spherical harmonics. In the interatomic region the constant value of the potential is calculated as the mean value taken in this region by the 'true' potential.

Another approximation, characteristic of the MSX $\alpha$  method, concerns the treatment of the exchange effects: they are introduced by means of a statistical exchange operator (7, 8), local in nature, of the form:

$$V_{\text{xs}\uparrow} = -6\alpha \left( \frac{3}{4\pi} \right)^{1/3} \rho \uparrow^{1/3}$$

This operator approximates the exchange effects due to  $\frac{1}{2}$  — spin electrons as a function of the density of these electrons in each point of space and of a parameter,  $\alpha$ .

By means of the approximations above described one can calculate the elements of the secular matrix and solve the secular systems obtaining, for each allowed energy, a molecular orbital defined, by (1), (2) and (3), on all molecular space. By assigning the given occupations to the various orbitals one can calculate the total statistical energy  $\langle E \rangle$  of the system as a function of the electronic density for spin- $\alpha$  electrons, that for spin- $\beta$  electrons, and the total electronic density. Using these densities it is then possible to calculate a new 'true' molecular potential and to derive new approximate potentials in the different regions of the molecule. This procedure can be used repeatedly and so it is possible to reach the convergence on the charge distributions.

One of the most interesting properties of the MSX $\alpha$  method is that the one-particle energies  $\epsilon$  satisfying the secular system are related to the total statistical energy  $\langle E \rangle$  by the equation:

$$\epsilon_i = \frac{\partial \langle E \rangle}{\partial q_i} \quad (6)$$

where  $q_i$  is the occupation for the  $i$ -th orbital, which the 'orbital energy' is referred to. Using the above equation the theory shows another relation:

$$\langle E_{\text{G.S.}} \rangle - \langle E_{\text{exc}} \rangle = \epsilon_i^o - \epsilon_j^o \quad (7)$$

which points out that the difference between the total energies of the ground state  $\langle E_{\text{G.S.}} \rangle$  and of an excited state  $\langle E_{\text{exc}} \rangle$  obtained by the promotion of an electron from  $i$ -th to  $j$ -th orbital can be obtained by the difference of the 'orbital energies'  $\epsilon_i^o$  and  $\epsilon_j^o$  where the label indicates that these energies are calculated for a 'transition state' in which the occupation for the involved levels is intermediate between the occupations in the ground and in the excited state. The latest equation is very useful because it leads to an accurate (ie. including the relaxation effects) determination

of the ionization and the transition energies by a single calculation, the 'transition state' calculation.

Finally it must be pointed out that the possibility presented by this method to differentiate the treatment for  $\alpha$  and  $\beta$  electrons (Spin Polarized MSX $\alpha$ ) allows the calculation of transition energies both for singlet and for triplet states, which can be utilized in the case where the product  $\Gamma_i \times \Gamma_j$  leads to a single irreducible representation.

#### *Choice of parameters and results for the Ground State*

The BF<sub>3</sub> molecule has been considered in the trigonal planar configuration of the nuclei, corresponding to the D<sub>3h</sub> symmetry group. The B-F bond length has been taken 2.4472 a.u.

All calculations refer to an angular basis of s and p functions on all centers.

For the characteristic parameters of the method the following values are been used (9):

$$\alpha_B = 0.76452 \qquad \alpha_F = 0.73651 \qquad \alpha_{II} = \alpha_o = 0.74351$$

The relative extension of the different regions in which the molecular space is partitioned is in this molecule settled by the value of the  $\gamma$  parameter, defined as:

$$\gamma = \frac{R_B}{R_F} : R_B + R_F = R_{BF} \qquad (8)$$

Due to the particular configuration of this molecule, one can easily see that for  $\gamma$  values in the range 1-2 the extension of the interatomic region is always much greater than the sum of the atomic regions. This fact indicates that the interatomic region will play a fundamental role in determining the kinds of results of this method.

With the purpose of defining the most suitable  $\gamma$  values for this molecule, three preliminar calculations have been made on the ground state, corresponding to 1.00, 1.35 and 1.70 values for  $\gamma$ .

The obtained results are shown in Table I, where the values of the ratio  $-V/2T$  are also collected, showing the extent in which the virial theorem is satisfied. As one can note, the calculation at  $\gamma = 1$  seems the closest to the required  $-V/2T = 1$ . Also the total energy value appears in this case almost identical to two LCAO values obtained in our laboratory (-645.76 Ry and -644.42 PY with two different basis sets) (10). Although the  $\gamma$  value 1.70 appears the most suitable on the basis of the values 0.85

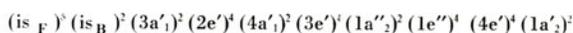
and 0.50 for the atomic radii of Boron and Fluorine atoms suggested by Slater (11), we believe that for this molecule and with a choice of the parameters  $\alpha$  as we have indicated above, good values for  $\gamma$  lie in the range 1.00-1.35.

TABLE I

Total statistical energy  $\langle E \rangle$ , in Ry, obtained for the Ground State with three different  $\gamma$  values

$\gamma$	$\langle E \rangle$	$-V/2T$
1.00	- 644.18	0.998
1.35	- 638.89	0.982
1.70	- 633.31	0.899

It must be pointed out, however, that in each case the sequence in the energy for the occupied orbitals has been found identical, corresponding to the following electronic configuration of the molecule:



### Valence electron ionizations

In Table II we present, in Rydberg, for 4 different values of the parameter  $\gamma$ , the ionization potentials for the highest occupied orbitals calculated according the transition state theory. One can see that the same

TABLE II

One particle energies for the Highest occupied orbitals in the G.S. (Ry)

$\gamma$	$1a'_2$	$4e'$	$1'e'$	$1a''_2$
0.95	1.32	1.33	1.36	1.43
1.05	1.30	1.31	1.34	1.41
1.15	1.27	1.29	1.31	1.39
1.25	1.24	1.25	1.28	1.36

sequence is reproduced in all calculations and that a general lowering is present for each ionization with the increasing  $\gamma$  values.

In table III we compare the ionization potentials calculated in the spin-polarized version of the MSX $\alpha$  method, at  $\gamma = 1.00$  and  $\gamma = 1.25$ ,

TABLE III

MSX $\alpha$  ionization potentials compared with the experimental data and LCAO results (eV)

	MSX $\alpha$		exp	LCAO A		LCAOB	
	$\gamma = 1.00$	$\gamma = 1.25$		Koop.	$\Delta E$ -SCF	Koop.	$\Delta E$ -SCF
1a' <sub>2</sub>	17.4	16.5	16.0 (1a' <sub>2</sub> )	17.2	16.8	18.3	17.8
4e'	18.0	17.0	16.7 (1e'')	17.6	17.1	18.7	18.2
1e''	17.6	16.6	17.1 (ae')	17.9	17.5	18.9	18.5
1a'' <sub>2</sub>	18.9	18.1	19.1 (1a'' <sub>2</sub> )	20.7	20.5	21.5	21.3

with the experimental values (13) and with those obtained in two different LCAO procedures (10): the frozen-core approximation (Koopman theorem) and the  $\Delta E$ -SCF approximation, in which the ionization potential is taken as the difference between the SCF total energies for the ground and ionized state. Our results present the best overall agreement for the  $\gamma$  value 1.25. In this case the greatest deviation (1.0 eV) is found for the 1a''<sub>2</sub> and the smallest (0.3) eV) for the 1e'' orbital. The found agreement is better than that obtained in the LCAO calculation B in the  $\Delta E$ -SCF approximation, a very heavy procedure. It must be noticed, however, that all the LCAO calculations lead to the correct sequence in the ionization energies while in the MSX $\alpha$  results the 1e'' level appears always too stable with respect to the 4e' level. This fact can be ascribed to the feature of this method of giving too weak splitting among orbitals of the same kind. The 1a'<sub>2</sub> and 4e' orbitals, both sigma-orbitals, are in MSX $\alpha$  nearly degenerate, while the experimental data indicate a splitting of about 1.0 eV. In the same manner the pi-orbitals 1e'' and 1a'<sub>2</sub>, experimentally at 2.5 eV, appear in MSX $\alpha$  calculations at a difference in energy of 1.0 eV only.

### Transition energies

Taking into account the highest four occupied orbitals 1a''<sub>2</sub>, 1e'', 4e' and 1a'<sub>2</sub> it is possible to obtain 6 allowed transitions to the first virtual orbital of a''<sub>2</sub>, a'<sub>1</sub> and e' symmetry.

In table IV we present the excitation energies obtained at  $\gamma = 1$  using the non-spin-polarized and the spin-polarized procedures for the different transition states. In this table are also shown — for the non-spin-polarized case — the amounts of charge contained in the different molecular regions for the two orbitals involved in the excitations.

TABLE IV  
Transition energies (eV) in non-spin-polarized (NSP) and spin-polarized (SP) MSXz procedures, and charge distribution for the excited levels

	NSP	SP	$Q_B$	$Q_F$	$Q_{II}$	$Q_o$
$1a'_2 \rightarrow 5e'$	12.2	14.8	0.0021	0.0049	0.0320	0.9513
$4e' \rightarrow 5a'_1$	12.4	12.0	0.0105	0.0300	0.3334	0.5660
$4e' \rightarrow 5e'$	15.4	15.0	0.0021	0.0048	0.0313	0.9522
$1e'' \rightarrow 2a''_2$	11.3	11.2	0.1993	0.0520	4.5217	0.1232
$1e'' \rightarrow 5e''$	15.9	15.4	0.0021	0.0049	0.0320	0.9513
$1a''_2 \rightarrow 5a'_1$	13.6	13.3	0.0100	0.0298	0.3310	0.5696

Finally in Table V we present the excitation energies obtained for transitions to singlet states using the following equation (14, 15):

$$\Delta E^{\text{sing}} = 4\Delta E_{\text{up}} - 3\Delta E_p \quad (9)$$

where  $\Delta E_{\text{up}}$  are the values collected in table IV.

It must be noted that only for the 1, 2, 4 and 6 excitations this formula leads to the complete resolution of the spatial symmetry species.

TABLE V  
Singlet excitation energies (eV)

$(1e'' \rightarrow 2a''_2)$	${}^1E'$	11.6
$(4e' \rightarrow 5a'_1)$	${}^1E'$	13.6
$(1a''_2 \rightarrow a'_1)$	${}^1A''_2$	14.5
$(1a'_2 \rightarrow 5e')$	${}^1E'$	16.4
$(4e'_2 \rightarrow 5e')$	${}^1E' - {}^1A'_1$	16.6
$(1e'' \rightarrow 5e')$	${}^1A''_2 - E''$	17.4

whereas mixtures of  $E' - A'_1$  and  $A''_2 - E''$  singlets are obtained for the 3 and 5 excitations respectively.

From the experimental point of view the only sure fact is that in the UV spectrum of  $BF_3$  (16) no absorption is found until 10.5 eV, the upper bound of the analyzed spectral region. If we consider that in passing from  $BBr_3$  (first absorption at 6 eV (16)) to  $BCl_3$  (first band at 7.2 eV (16)) the shift is 1.2 eV only, it seems reasonable to expect the first absorption in  $BF_3$  not too higher than 10.5 limit. In this case our prediction of 11.6 eV seems completely satisfactory.

Some more experimental informations about the nature of the excited levels in  $BF_3$  can be obtained from the soft X-ray spectrum of this molecule (17). In the range of energies where the k-Boron electrons are excited (200-220 eV) the experimental data indicate a strong absorption 8.7 eV below the ionization limit, followed by two peaks at 3.0 eV and 5.2 eV from the first band and finally, at 10.3 eV from the same band, by another strong peak. This absorption lies 1.6 eV above the ionization limit for K-Boron electrons and constitute a peculiar feature of the spectrum of this molecule. The assignment (2, 19) of these absorptions indicates transitions to  $a''_2$  and  $e'$  excited levels both for the couple of strong bands and for the couples of weak ones.

The difference in the oscillator strengths between the two couples is interpreted (2, 18, 19) assuming that the existence of a potential barrier surrounding the molecule approximately at the B-F radius produce two different classes of excited levels: the inner-well states, essentially localized inside the molecule with negative and positive energies with respect to the ionization limit; and the outer-well states at energies not too deep and mainly spread outside the molecule.

The theoretical results presented here for the sequence in energy of the first excited levels are in good agreement with the assignment indicated above. In fact, if we consider the transitions obtained by promoting an electron from the  $e'$  orbital, we observe that the calculated excited levels are of  $a''_2$  and  $e'$  symmetry, with a difference in energy of about 5 eV, favourably comparable with the experimental splitting between the first and third bands in the spectrum. A deeper insight on the nature of the excited levels can be obtained from Table IV. We find in fact in this Table the amount of charge contained for each orbital in the different regions of space. In this manner we can ascertain that our calculations lead essentially to three different excited levels: an  $a''_2$  orbital mainly localized in the interatomic region ( $Q_{II} = 0.52$ ) and partially in the Boron atomic region ( $Q_B = 0.29$ ); an orbital of  $e'$  symmetry — which reveals the same

in transitions 1, 3 and 5 — diffuse almost completely in the extramolecular region ( $Q_0 = 0.95$ ); and a third level of  $a'$  symmetry localized partially in the interatomic and mainly in the extramolecular region.

Our finding support the hypotesis of the existence, in the excitation mechanism leading to the UV spectrum as well as to the X-ray spectrum of  $\text{BF}_3$ , of two well defined classes of excited levels. In fact our calculations indicate the  $a''_2$  orbital as a member of the inner-well class, while the  $e'$  orbital appears as a member of the outer-well class.

According to the quoted hypohesis (19) one or more state of  $e'$  symmetry would be theoretically prediceed, having sharp features of the first class. On the contrary no state of this kind comes from our treatment: we believe however that this circumstance is not in opposition to an its real-existence. It is in fact well known that the usual  $\text{MSX}\alpha$  procedure is inadequate to find anything about continuum states. On the other hand, having in our calculations explored almost completely the energy region below each ionization, we can affirm with a sufficient degree of confiance that the only region in which such a state must be looked for is indeed the continuum region.

In this direction we are working now with an attempt to implement the method of calculation.

#### Acknowledgement

This work was planned during a visit of the author at the Quantum Chemistry Group, Uppsala-Sweden. The author would like to thank J.L. Calais for useful discussions and for making available the MUSCATEL program. Grants of computer time from Computing Center of Modena University are gratefully acknowledged.

REFERENCES

- (1) R.I. BOYD, D.C. FROST *Chem. Phys. Letters* *1*, 649 (1968).
- (2) B. CADIOLI, U. PINCELLI, E. TOSATTI, U. FANO, J.L. DEHMER, *Chem Phys. Lett.* *17*, 15 (1972).
- (3) J.C. SLATER, *J. Chem. Phys.* *43*, S 228 (1965).
- (4) K.H. JOHNSON, *J. Chem. Phys.* *45*, 3085 (1966).
- (5) K.H. JOHNSON, *Advan. Quantum Chem.* *7*, 143 (1973).
- (6) J.W.D. CONNOLLY, University of Florida Rept. 282 (1972).
- (7) J.C. SLATER, *Phys Rev.* *81*, 385 (1951).
- (8) J.C. SLATER, J.H. WOOD, *Int. J. Quantum Chem.* *3*, 33 (1971)
- (9) K. SCHWARZ, *Phys. Rev.* *B5*, 2466 (1972).
- (10) B. CADIOLI, U. PINCELLI, Unpublished results.
- (11) J.C. SLATER, *Quantum Theory of Molecules and Solids*, vol. 2, p. 55.
- (12) D.R. ARMSTRONG, P.G. PERKINS, *Chem Comm.* 856, 1969.
- (13) P.J. BASSETT, D.R. LLOYD, *J. Chem. Soc. (A)* 1551 (1971).
- (14) R.P. MESSMER, U. WAHLGREN, K.H. JOHNSON, *Chem. Phys. Letters* *18*, 7 (1973).
- (15) N.H.F. BEEBE, *Chem. Phys. Letters* *19*, 290 (1973).
- (16) A.A. PLANCKAERT, F. SAUVAGEAU, C. SANDORFY, private communication.
- (17) V.A. FOMICHEV, *Fiz. Tverd. Tela* *9* (1967) 3167.
- (18) V.I. NEFEDOV, *Zh. Strukt. Khim.* *11* (1970) 292.
- (19) J.L. DEHMER, *J. Chem. Phys.* *56*, 4496 (1972).



Aprilesi G. - Balestri L. - Cecchi R.  
Morelli S. - Rivasi M.R. - Saltini G. - Tavoni P.  
Osservatorio Geofisico ed Istituto di Fisica dell'Università di Modena

**VALORI NORMALI  
DELLA TEMPERATURA A MODENA (1892-1974) (\*)**

*1. Introduzione*

Lo studio del clima è definito dal Vocabolario Meteorologico Internazionale pubblicato nel 1959 dall'Organizzazione Meteorologica Mondiale come « l'ensemble fluctuant des conditions atmosphériques caractérisé par les états et les évolutions du temps au cours d'une période suffisamment longue dans un domaine spatiale déterminé »; in esso l'andamento della temperatura ha un'influenza determinante.

Presso l'Osservatorio Geofisico dell'Università di Modena, fondato nel 1827 (1), si cominciò ad osservare sistematicamente la temperatura nel 1830. La raccolta dei dati fu iniziata presso la « finestra meteorologica » in orari e secondo criteri più adatti alle osservazioni astronomiche (tale era infatti la funzione iniziale dell'Osservatorio) che per essere elaborati per uno studio climatologico.

Solo dal 1892, anno in cui divenne direttore Chistoni, i dati sono stati riuniti in fascicolo, pubblicati e rappresentano inoltre una raccolta omogenea (2) sì da poter essere utilizzati per determinare valori normali ed andamenti relativi alla zona di Modena. La strumentazione, installata a 31 metri sul suolo, ha conservato le caratteristiche primitive. Inoltre, per la ubicazione della stazione, è da ritenere del tutto trascurabile l'influenza dovuta all'urbanizzazione.

---

(\*) Il presente lavoro è stato finanziato dal Consiglio Nazionale delle Ricerche. I calcoli, tabulati e grafici sono stati ottenuti con il calcolatore CDC Cyber 76 del Centro Interuniversitario Italia Nord Orientale terminale di Modena.

Riferiamo dapprima su alcune elaborazioni effettuate anteriormente al 1892 anche se a queste non può essere dato egual peso rispetto ai dati raccolti dopo tale data.

Si ha notizia di un primo approccio di studio statistico da una pubblicazione del Roncaglia (3) che fornisce il valore della temperatura massima in + 27 R. e della minima in — 10 R. riferendoli come valori estremi di un non definito decennio.

Successivamente il Tacchini (4) calcola per il trentennio 1831-1860 la temperatura media annua (+ 14,2°C) e le temperature medie mensili e stagionali; fornisce inoltre le temperature minima e massima osservate (+ 32,8°C e — 11,25°C).

Questi ultimi valori sono però puramente indicativi, come avverte l'autore il cui grosso studio è andato perduto (5), in quanto relativi alle ore di osservazione.

Il Ragona (6) pubblicò uno studio sui valori medi giornalieri con i dati rilevati fra il 1863 ed il 1874. Ciascun valore « è il medio delle tre corrispondenti osservazioni diurne » (ore 9, ore 15 ed ore 21) più una correzione « al valore medio delle 24 ore ». Sono inoltre riportati i valori estremi della temperatura.

In seguito il Baruzzi (7) prese in esame i dati relativi al quarantacinquennio 1881-1925 calcolando i valori diurni, decadici e mensili della temperatura normale e la temperatura media annua normale.

Nella pubblicazione n. 48 di questo Osservatorio (5) Bonacini e Muzioli hanno preso in esame la temperatura per il periodo 1899-1928. Sono state calcolate le temperature medie, massime e minime diurne, decadiche, mensili, annua e le medie stagionali.

Da ultimo Barbanti-Silva e Depietri (8) avendo a disposizione oltre venti annate di osservazioni hanno calcolato sia i valori medi del successivo ventennio 1928-1948 sia i valori normali del cinquantennio 1899-1948.

## 2. Risultati

Avendo creato presso l'Osservatorio (9) un banco di dati meteorologici (1892-1974) uno dei primi studi compiuti è stato quello relativo all'aggiornamento dei valori normali la cui ultima elaborazione risaliva al 1948.

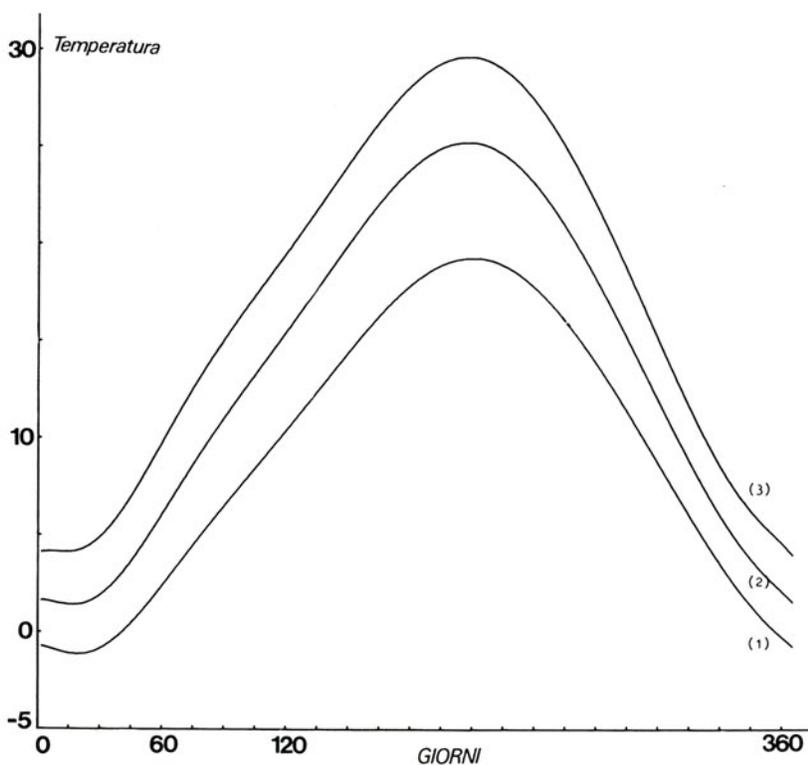
Nella trattazione dei dati si è tenuto conto di quanto espresso sia dal W. M. O. (10), (11) sia dallo Steinhauser (12).

Sono state calcolate le temperature medie per i tre periodi 1901-1930, 1931-1960 e per l'intero periodo 1892-1974 i cui dati giornalieri sono ri-

portati in tabella 1, 2 e 3 rispettivamente. In tabella 4 e 5 sono inoltre riportati per confronto, unitamente ai nostri dati, i valori calcolati dai precedenti autori.

Sono stati inoltre calcolati per i periodi 1901-1930, 1931-1960 e 1892-1974 i valori delle temperature minime e massime (medie diurne, decadiche e mensili) che per brevità qui non riportiamo.

Nella figura 1 è mostrato l'andamento della media delle temperature giornaliere diurne minime (curva 1), medie (curva 2) e massime (curve 3) relative al periodo 1892-1974.



Le curve, al fine di eliminare totalmente le fluttuazioni temporali, sono state ottenute col metodo dei minimi quadrati.

Le tabelle 6 e 7 mostrano il confronto fra le temperature massime e minime (medie mensili ed annua) dei periodi 1899-1928 e 1892-1974; per brevità sono state tralasciate le tabelle dei valori giornalieri.

### 3. Conclusioni

Dall'esame delle tabelle 1, 2 e 3 (valori giornalieri delle temperature medie) si può notare come fra giorni susseguentisi vi siano variazioni di temperatura inferiori quando il periodo preso in considerazione è più ampio; sono così minimizzate le fluttuazioni.

Per quanto riguarda i valori normali della temperatura media annua (tabella 4) si passa dal valore di 13,03°C del Baruzzi ai 13,18 di Bonacini-Muzzioli e quindi ai 13,36 di Barbanti-Depietri per giungere al valore di 13,6°C del presente lavoro. Egual andamento, in salita, si ha sia per le temperature massime e minime (tabella 6 e 7) che per le medie stagionali (tabella 5).

Ringraziamenti: Ringraziamo il Prof. Arturo Loria, Direttore dell'Osservatorio Geofisico, per l'incoraggiamento e l'aiuto prestato durante il lavoro.

### BIBLIOGRAFIA

- (1) BONACINI C.: Nel primo centenario della fondazione dell'Osservatorio 1827-1927. Pubblicazione n. 29 dell'Osservatorio Geofisico della R. Università di Modena. Modena 1928.
- (2) TARAKANOV G.: Quality and duration of meteorological sequences. Proceeding of the Regional Seminar on Modern Methods and Equipment for data processing for climatological purposes in Africa. W. M. O. No. 317 Geneva 1972.
- (3) RONCAGLIA C.: Statistica generale degli Stati Estensi. Tipografia Vincenzi Modena 1849.
- (4) TACCHINI P.: Medie relative al clima di Modena dedotte dalle osservazioni fatte all'Osservatorio durante il trentennio 1831-1860. In Notizie agrarie, climatologiche e statistiche della provincia di Modena. 1863.
- (5) BONACINI C., MUZZIOLI L.: Contributo alla conoscenza del clima di Modena. Pubblicazione n. 48 del R. Osservatorio Geofisico di Modena. 1934.
- (6) RAGONA D.: Andamento annuale della temperatura. Supplemento alla Meteorologia Italiana - Fascicolo III. 1975.
- (7) BARUZZI M.: Andamenti periodici della temperatura media diurna a Modena. Pubblicazione n. 39 dell'Osservatorio Geofisico della R. Università di Modena. 1927.
- (8) BARBANTI-SILVA L., DEPIETRI C.: La temperatura media diurna a Modena. Atti e Mem. Acc. di Scienze Lett. ed Arti di Modena Ser. V. Vol. XX. 1954.
- (9) APRILESI G., LORIA A., MAGNONI G., MARSEGUERRA M., MORELLI S., RIVASI M.R., SALTINI G., SANTANGELO R.: Banco di dati meteorologici (1892-1973) relativi all'Osservatorio Meteorologico dell'Università di Modena. Assemblea Generale Associazione Geofisica Italiana. Roma 18-20 aprile 1974.
- (10) W.M.O.: Technical Regulation Volume I. W.M.O. - No. 49 BD. 2. Geneva. 1971.
- (11) W.M.O.: A note on Climatological normals. Technical note No. 34-W.M.O. No. 203 T.P. 108. Geneva 1967.
- (12) STEINHAUSER F.: Sulle oscillazioni climatiche in Europa. Geofisica e Meteorologia. 8,5-6. 1960.

TABELLA I

## TEMPERATURE MEDIE: DIURNE, DECADICHE E MENSILI PER IL PERIODO 1901-1930

GIORNO	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
1	2.2	1.4	6.1	11.1	14.6	21.4	22.9	24.3	21.9	16.7	10.9	4.9
2	1.8	1.4	6.1	11.4	14.8	21.2	23.2	25.1	21.6	16.2	10.7	5.2
3	1.8	1.5	6.6	11.2	15.5	21.2	23.6	24.6	21.1	16.5	10.8	5.0
4	1.9	1.9	6.6	11.1	16.3	21.0	23.4	24.5	21.2	16.4	10.8	4.9
5	1.9	2.0	7.1	10.7	15.8	20.1	23.4	24.0	21.2	16.1	11.0	4.8
6	2.0	2.3	7.5	11.2	15.6	20.3	23.7	24.0	21.0	15.7	10.4	4.4
7	2.0	2.7	7.6	11.3	15.6	20.4	23.6	24.0	20.9	15.6	10.1	4.6
8	2.0	2.4	7.3	11.6	16.2	20.7	23.2	24.1	21.0	15.5	9.8	4.8
9	2.0	2.3	7.2	11.6	16.3	21.0	23.6	24.7	21.5	15.5	9.8	4.8
10	1.9	2.3	7.7	11.9	15.9	21.2	23.4	24.7	21.4	15.0	9.4	4.6
1 DEC	2.0	2.0	7.0	11.3	15.7	20.8	23.4	24.5	21.3	15.9	10.4	4.8
11	1.6	2.4	7.3	12.0	16.0	21.3	23.3	24.6	20.8	14.1	9.0	4.5
12	1.5	2.5	7.6	12.5	16.5	21.0	23.6	24.1	20.6	14.1	8.4	4.4
13	1.4	2.5	7.9	12.7	17.4	20.4	23.6	23.7	19.6	14.2	7.9	4.5
14	1.3	3.4	8.0	12.7	17.6	20.9	24.2	24.2	19.3	14.2	7.4	3.7
15	1.1	3.5	8.2	13.2	17.4	20.9	24.1	24.5	19.2	14.0	6.6	3.6
16	0.8	3.1	8.3	12.8	17.8	21.0	24.0	23.5	19.2	13.4	6.4	3.2
17	1.3	3.2	8.4	12.2	18.1	21.1	24.4	23.0	19.1	13.2	6.1	2.8
18	1.5	3.6	8.9	12.1	18.1	21.4	24.9	23.4	19.1	12.8	5.8	2.7
19	1.7	3.6	9.3	12.3	17.8	21.0	25.2	23.7	18.8	12.8	5.9	3.1
20	2.0	3.9	9.2	13.1	17.8	21.3	24.6	23.5	18.6	12.5	5.6	3.1
2 DEC	1.4	3.2	8.3	12.5	17.5	21.0	24.2	23.8	19.4	13.5	6.9	3.6
21	1.7	3.9	8.7	13.2	18.6	21.8	24.5	23.2	17.9	12.5	5.6	3.0
22	1.4	4.4	9.4	13.0	19.0	22.0	25.1	22.8	17.5	12.6	5.2	2.9
23	0.5	4.5	9.4	12.9	19.0	22.4	24.9	22.6	17.3	12.7	5.5	2.5
24	0.5	4.8	9.6	13.4	18.9	22.5	24.4	22.8	17.4	12.3	5.5	3.1
25	0.7	4.9	9.8	13.3	19.3	22.3	24.6	22.6	17.2	11.7	5.1	2.8
26	1.1	5.5	9.8	14.3	19.7	22.0	24.5	23.0	16.9	11.5	5.0	2.8
27	1.5	6.0	10.2	14.2	19.5	22.3	24.6	22.7	16.9	11.1	4.6	2.7
28	1.7	5.8	10.1	13.9	19.5	22.2	24.0	22.4	16.8	11.1	4.3	2.7
29	1.3	10.3	10.3	14.6	19.3	23.0	24.1	22.7	16.6	11.0	4.4	2.5
30	1.4	10.8	10.8	14.7	20.3	23.0	24.1	22.8	16.6	11.1	4.7	3.0
31	1.0	10.8	10.8		20.9		24.4	22.0		11.4		2.6
3 DEC	1.2	5.0	9.9	13.8	19.5	22.4	24.5	22.7	17.1	11.7	5.0	2.8
MESE	1.5	3.3	8.5	12.6	17.6	21.4	24.0	23.6	19.3	13.7	7.4	3.7

TEMPERATURE MEDIE: DIURNE, DECADICHE E MENSILI PER IL PERIODO 1931-1960

GIORNO	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
1	1.1	2.5	6.1	12.0	14.7	20.1	24.4	25.1	22.6	16.9	10.4	5.0
2	1.5	2.3	6.1	12.5	14.7	20.7	24.5	25.1	22.6	17.2	10.4	5.1
3	1.8	2.6	6.4	12.0	15.1	20.5	23.8	25.4	22.9	17.2	10.0	4.9
4	1.7	2.7	6.9	12.7	15.0	21.0	24.9	25.1	22.5	16.6	10.0	4.3
5	1.6	3.2	6.7	12.8	15.9	21.5	25.3	24.7	22.2	16.6	9.6	4.1
6	1.4	3.1	6.7	12.7	16.0	22.0	25.5	25.1	21.9	16.0	9.9	4.3
7	1.5	3.1	6.8	13.1	16.6	22.2	25.4	24.9	22.0	15.3	10.0	3.7
8	1.5	3.0	7.0	12.7	16.7	22.2	25.1	24.8	21.8	15.3	9.3	3.9
9	1.1	3.2	7.0	12.6	17.0	22.3	24.7	25.2	21.4	15.4	9.1	3.8
10	0.5	3.3	7.3	12.9	16.9	22.2	24.2	25.4	21.1	15.3	8.8	4.7
1 DEC	1.4	2.9	6.7	12.6	15.9	21.5	24.8	25.1	22.1	16.2	9.8	4.4
11	0.3	3.1	7.2	12.8	17.8	21.8	24.1	25.0	20.5	14.8	8.8	4.2
12	0.1	3.1	7.2	12.6	17.5	22.1	24.4	24.9	20.9	14.9	8.8	4.4
13	1.0	2.5	7.1	12.9	18.0	22.2	24.8	24.6	20.4	14.2	8.5	4.4
14	0.8	2.8	7.9	13.4	17.8	22.2	25.2	24.3	20.1	13.9	8.4	4.4
15	1.4	2.8	8.4	13.9	18.3	22.5	24.9	24.3	20.2	14.1	8.3	4.5
16	1.3	3.0	8.5	13.6	18.4	22.2	24.9	24.5	20.0	13.9	7.2	4.3
17	1.3	3.1	9.1	13.8	18.1	22.1	24.5	24.5	20.3	14.0	7.0	3.5
18	1.5	3.3	8.9	13.6	18.5	22.1	25.3	24.4	19.8	14.3	7.0	2.6
19	1.2	3.3	9.3	13.8	19.0	23.2	25.4	24.6	20.0	14.1	6.9	2.4
20	1.6	3.5	9.7	13.7	18.6	23.7	25.6	24.7	20.0	13.7	7.0	2.4
2 DEC	1.0	3.0	8.3	13.4	18.2	22.4	24.9	24.6	20.2	14.2	7.8	3.7
21	1.6	3.9	9.9	13.6	18.8	23.6	25.4	24.0	19.8	13.6	7.2	2.1
22	1.6	4.3	10.3	14.0	18.6	23.4	25.2	23.4	19.1	13.3	7.3	2.0
23	1.7	4.5	10.2	14.1	18.8	23.3	25.2	23.0	19.0	12.9	7.2	1.9
24	1.7	5.0	10.4	14.4	19.5	23.4	25.3	23.1	19.3	12.7	6.3	1.6
25	1.4	5.3	10.6	14.4	20.0	23.7	25.1	23.2	19.4	12.4	6.3	2.0
26	1.6	5.9	10.2	14.2	19.9	23.5	25.4	23.5	18.8	12.2	6.0	1.6
27	1.9	5.9	10.4	14.1	20.4	23.5	26.2	23.4	18.1	11.7	5.3	1.3
28	2.2	6.0	10.4	14.6	20.2	24.0	25.9	23.3	17.8	11.2	5.4	1.1
29	1.9	6.0	10.3	14.7	19.7	23.8	26.0	23.5	17.3	10.9	5.6	0.6
30	2.4	11.2	11.2	14.3	19.9	23.3	25.5	23.1	16.8	10.6	5.6	0.6
31	2.5	11.7	11.7	14.3	19.9	23.7	25.0	22.6	16.8	10.7	5.6	0.7
3 DEC	1.8	5.1	10.5	14.2	19.6	23.5	25.5	23.3	18.5	12.0	6.2	1.4
MESE	1.4	3.6	8.6	13.4	17.9	22.5	25.1	24.3	20.3	14.1	7.9	3.1

TABELLA 3

## TEMPERATURE MEDIE: DIURNE, DECADICHE E MENSILI PER IL PERIODO 1892-1974

GIORNO	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
1	1.6	2.5	6.0	12.0	15.0	19.8	24.2	25.2	22.0	17.4	10.7	5.8
2	1.7	2.6	5.9	12.3	15.4	19.9	24.3	25.3	21.9	17.2	10.5	5.6
3	1.8	2.7	6.0	12.3	15.9	20.2	24.4	25.4	22.0	17.2	10.5	5.4
4	1.8	2.8	6.2	12.3	16.1	20.3	24.7	25.5	22.3	17.0	10.3	5.2
5	1.8	3.0	6.5	12.4	16.3	20.5	24.8	25.5	22.2	16.8	10.3	4.9
6	1.6	3.2	6.7	12.6	16.6	20.7	24.7	25.6	22.1	16.4	10.2	4.7
7	1.5	3.4	6.8	12.8	16.9	21.1	24.5	25.7	21.9	16.0	10.4	4.3
8	1.5	3.6	6.9	12.8	17.2	21.3	24.7	25.5	21.8	15.7	10.1	3.9
9	1.5	3.6	6.8	12.7	17.5	21.3	24.7	25.3	21.6	15.4	9.9	3.7
10	1.3	3.8	6.7	12.5	17.7	21.0	24.5	25.1	21.4	15.4	9.6	4.0
1 DEC	1.6	3.1	6.5	12.5	16.5	20.6	24.6	25.4	21.9	16.4	10.3	4.8
11	1.2	3.9	6.9	12.5	17.9	20.8	24.3	25.0	21.3	15.2	9.4	4.2
12	1.2	3.9	7.0	12.6	18.1	20.8	24.2	24.9	21.1	15.1	9.4	4.1
13	1.3	3.8	7.1	12.7	18.3	21.0	24.5	24.9	20.9	14.9	9.3	3.8
14	1.5	3.8	7.5	12.9	18.3	21.5	25.1	24.8	20.6	14.7	9.2	3.6
15	1.6	4.0	7.8	13.1	18.5	22.1	25.3	24.7	20.5	14.5	9.0	3.5
16	1.6	4.1	8.2	13.0	18.7	22.3	25.1	24.6	20.4	14.1	8.4	3.6
17	1.7	4.4	8.6	13.3	18.7	22.4	24.7	24.5	20.4	13.9	7.8	3.4
18	1.8	4.3	9.1	13.7	18.6	22.6	24.8	24.2	20.1	13.9	7.3	3.0
19	1.7	4.3	9.3	14.0	18.6	23.2	25.0	24.0	19.8	13.7	7.2	2.6
20	1.8	4.6	9.5	13.9	18.4	23.6	25.1	23.8	19.5	13.3	7.1	2.5
2 DEC	1.5	4.1	8.1	13.2	18.4	22.0	24.8	24.5	20.5	14.3	8.4	3.4
21	1.9	5.0	9.8	14.0	18.4	23.7	25.0	23.7	19.4	13.0	6.9	2.5
22	1.8	5.3	10.1	14.1	18.3	23.8	25.0	23.4	19.2	12.9	6.7	2.6
23	1.8	5.3	10.6	14.3	18.4	23.8	25.2	22.9	19.0	12.8	6.6	2.5
24	1.7	5.4	10.8	14.4	18.7	23.9	25.3	22.6	19.0	12.7	6.4	2.4
25	1.7	5.5	10.8	14.7	19.3	24.1	25.2	22.3	18.8	12.5	6.1	2.3
26	1.7	5.7	10.7	14.8	19.6	24.0	25.1	22.5	18.6	12.4	6.0	2.3
27	1.7	5.9	10.9	14.7	19.9	24.1	25.2	22.8	18.3	12.1	5.8	2.1
28	2.1	5.9	11.0	14.7	20.0	24.4	25.4	23.1	18.1	11.9	5.6	1.8
29	2.2		11.3	14.9	19.8	24.4	25.3	23.1	17.8	11.6	5.5	1.6
30	2.4		11.5	14.8	19.7	24.3	25.2	22.9	17.6	11.4	5.3	1.5
31	2.5		11.8		19.6		25.2	22.4		11.1		2.2
3 DEC	1.9	5.5	10.8	14.5	19.2	24.0	25.2	22.9	18.6	12.2	6.1	2.2
MESE	1.7	4.2	8.5	13.4	18.1	22.2	24.9	24.2	20.3	14.3	8.3	3.4

TABELLA 4 VALORI NORMALI DELLA TEMPERATURA: MEDIE MENSILI ED ANNUA

Autori	Periodo	Gen.	Feb.	Mar.	Apr.	Mag.	Giu.	Lug.	Ago.	Set.	Ott.	Nov.	Dic.	Annua
BARUZZI	1881-1925	1.57	3.80	8.25	12.82	17.15	21.33	23.86	23.34	19.55	13.56	7.50	3.06	13.03
BONACINI e MUZZIOLI	1899-1928	1.99	3.99	8.54	12.61	17.49	21.22	24.02	23.67	19.36	13.86	7.60	3.76	13.18
BARBANTI e DE PIETRI	1929-1948	1.17	3.25	8.87	13.52	17.76	22.47	24.90	24.35	20.51	14.33	8.07	2.93	13.57
PRESENTI	1899-1948	1.66	3.69	8.67	12.98	17.60	21.72	24.37	23.94	19.82	14.05	7.79	3.43	13.36
LAVORO	1901-1930	1.5	3.3	8.5	12.6	17.6	21.4	24.0	23.6	19.3	13.7	7.4	3.7	13.1
	1931-1960	1.4	3.6	8.6	13.4	17.9	22.5	25.1	24.3	20.3	14.1	7.9	3.1	13.5
	1892-1974	1.7	4.2	8.5	13.4	18.1	22.2	24.9	24.2	20.3	14.3	8.3	3.4	13.6

TABELLA 5 VALORI NORMALI DELLA TEMPERATURA: MEDIE STAGIONALI

Autori	Periodo	Inverno	Primavera	Estate	Autunno
BARUZZI	1881-1925	2.81	12.74	22.84	13.54
BONACINI MUZZIOLI	1899-1928	3.25	12.88	22.97	13.61
BARBANTI	1929-1948	2.42	13.38	23.93	14.30
DE PIETRI	1899-1948	2.90	13.03	23.36	13.89
PRESENTI	1901-1930	2.8	12.9	23.0	13.5
LAVORO	1931-1960	2.7	13.3	24.0	14.1
	1892-1974	3.1	13.3	23.8	14.3

TABELLA 6 TEMPERATURE MASSIME: MEDIE MENSILI ED ANNUA

Autori	Periodo	Gen.	Feb.	Mar.	Apr.	Mag.	Giu.	Lug.	Ago.	Set.	Ott.	Nov.	Dic.	Annua
BONACINI MUZZIOLI	1899-1928	4.80	7.32	12.51	16.76	21.86	25.73	28.68	28.29	23.45	17.34	10.47	6.37	16.96
PRESENTI LAVORO	1892-1974	4.2	7.3	12.3	17.4	22.1	26.4	29.2	28.5	24.2	17.7	10.8	5.7	17.2

TABELLA 7 TEMPERATURE MINIME: MEDIE MENSILI ED ANNUA

Autori	Periodo	Gen.	Feb.	Mar.	Apr.	Mag.	Giu.	Lug.	Ago.	Set.	Ott.	Nov.	Dic.	Annua
BONACINI MUZZIOLI	1899-1928	-0.79	0.72	4.56	8.15	12.61	16.06	18.56	18.46	14.97	10.33	4.88	1.28	9.15
PRESENTI LAVORO	1892-1974	-0.6	1.2	4.7	8.8	12.9	16.8	19.2	19.0	16.0	10.8	5.8	1.2	9.7

## INDICE DEL VOLUME CVI

Consiglio di Presidenza . . . . .	Pag.	V
Elenco dei soci . . . . .	»	VII
Riassunto delle osservazioni . . . . .	»	XIII
Notiziario sui principali eventi di natura geologica ed idrogeologica verificatisi in provincia di Modena: anni 1974 e 1975 . . . . .	»	XV
Rilevamento dell'anidride solforosa nella città di Modena - anno 1975 . . . . .	»	XVII
Processi verbali delle adunanze - anno 1975 . . . . .	»	XXI
Bilancio della società per l'anno 1975 . . . . .	»	XXII
G. LAUDI - <i>Giorgio Negodi</i> . . . . .	»	XXIII

## COMUNICAZIONI

F. FERRARI - M. PELLEGRINI - L. ZAROTTI — Alcune considerazioni per la scelta di un bacino sperimentale nell'ambito dei bacini dei F. Secchia e Panaro . . . . .	Pag.	1
G. FABBRI - P. BARALDI - P. FRASSOLDATI — Ricerche sulle bande a bassa frequenza attribuibili ad acqua di cristallizzazione di ossalati metallici . . . . .	»	49
G. FABBRI - P. BARALDI — Decomposizione termica di sali di acidi organici . . . . .	»	57
D. COPPINI - A. ALBASINI - A. MONZANI — Ricerche sull'aceto balsamico . . . . .	»	73
G. FABBRI - P. BARALDI — Decomposizione termica di sali di acidi organici . . . . .	»	81
M.G. GIORGINI - B. FORTUNATO - P. MIRONE — Infrared and raman spectra and vibrational assignment of maleimide and N-deuterated maleimide . . . . .	»	89
R. BERNARDI — Il sistema urbano modenese-reggiano-parmense (indagine orientativa sulle dimensioni e tipologia dell'area) . . . . .	»	97
L. CAMPI - M. MASALI — Studio Antropologico di un reperto di età romana di Finale Emilia . . . . .	»	117
E. OTTAVIANI - B. FRATELLO — I processi degenerativi dei neuroni gangliari spinali durante lo sviluppo . . . . .	»	127
F. LOMBARDO - E. OTTAVIANI — L'attività mitotica nel corso dello sviluppo della retina di un teleosteo . . . . .	»	137
M. PELLEGRINI - L. ZAROTTI — Un esempio di erosione accelerata in alveo: Il T. Tiepido presso Maranello (Modena) . . . . .	»	145

A. ANNOVI — Lineamenti geologici della zona di Montese-Riola e analisi delle facies (Appennino modenese e bolognese) . . . . .	» 157
P. DI PIETRO — Corrispondenza fra L. Spallanzani e J.H. Hassenfratz su argomenti di vulcanologia . . . . .	» 171
G. APRILESI - L. BALESTRI - R. CECCHI - S. MORELLI - M.R. RIVASI - G. SALTINI — Dati di nevosità registrati dall'Osseivatorio geofisico di Modena (1830-1975) . . . . .	» 177
G. APRILESI - L. BALESTRI - R. CECCHI - G. MAGNONI - S. MORELLI - M.R. RIVASI — Concentrazione di SO <sub>2</sub> nell'area urbana di Modena . . . . .	» 195
B. FRATELLO - V. GIOIA — Le ghiandole urotergali dei proturi (Insecta Apterygota) . . . . .	» 203
U. PINCELLI - R. RAVALDI — MSX <sub>2</sub> study of some ionized and excited states of BF <sub>3</sub> . . . . .	» 213
G. APRILESI - L. BALESTRI - R. CECCHI - S. MORELLI - M.R. RIVASI - G. SALTINI - P. TAVONI — Valori normali della temperatura a Modena (1892-1974) . . . . .	» 225