



## Attività di ricerca in reologia DICAMP - Università di Trieste



Il Dipartimento di Ingegneria Chimica, dell'Ambiente e delle Materie Prime (DICAMP) è costituito da docenti e ricercatori, afferenti alla Facoltà di Ingegneria dell'Università di Trieste, che svolgono ricerca nei settori della termodinamica applicata e dei fenomeni di trasporto, degli impianti e dei processi, per la valorizzazione di materie prime e processi di produzione di materiali, e dell'informatica applicata.

Da lungo tempo la reologia occupa un posto preminente nel quadro delle ricerche svolte all'interno del DICAMP, come testimoniano le numerose pubblicazioni su riviste, i contributi in congressi nazionali e internazionali e i diversi rapporti di collaborazione intrecciati con altri centri di ricerca, nazionali e internazionali, e con aziende industriali di settori differenti.

L'attività di ricerca in campo reologico riguarda prevalentemente lo studio di sistemi complessi: dispersioni concentrate, gel colloidali, e sistemi polimerici diversi presentano caratteristiche strutturali complesse, derivanti dalle modalità di ordinamento spaziale e di interazione dei componenti del sistema, che si riflettono in comportamenti macroscopici complessi.

Oggetto dello studio sono sistemi industriali e sistemi modello appartenenti a classi differenti: matrici polimeriche acquose contenenti tensioattivi, dispersioni di particelle liquide e/o solide in matrici polimeriche liquide, emulsioni concentrate dirette e inverse, gel colloidali, gel fisici polimerici, nanocompositi a matrice polimerica, sistemi micellari.

L'attività di ricerca, coordinata dal prof. Romano Lapasin, è svolta sia sul piano sperimentale, in condizioni differenti di deformazione e di flusso, adatte ad acquisire i dati necessari per la modellazione e per la valutazione delle proprietà macroscopiche più rilevanti per le applicazioni tecnologiche previste per i singoli sistemi, che su quello modellistico, al fine di definire e convalidare modelli adatti a descrivere le proprietà reologiche, in campo lineare e non, ed a correlare tali proprietà con le caratteristiche strutturali dei sistemi e con le interazioni tra i componenti.

## PROF. ROMANO LAPASIN

### ELENCO DELLE PUBBLICAZIONI NEL SETTORE DEI PRODOTTI VERNICIANTI E FILMANTI

1. "An introduction to the rheology of paints"  
G. Torriano, R. Lapasin, *Centre International des Sciences Mecaniques, Courses and Lectures n. 191*, Springer-Verlag, Wien-New York, 1974.
2. "Proprietà protettive di pitture antiruggine a base di pigmenti di nulla o bassa tossicità e azione inquinante - seconda serie: prodotti a base glicerofalica"  
R. Lapasin, V. Longo, G. Torriano, *Istituto di Chimica Applicata ed Industriale*, n. 43, 1974.
3. "A simple procedure for evaluating the thixotropic flow properties of high build paints"  
R. Lapasin, G. Torriano, *Centre International des Sciences Mecaniques, Courses and Lectures n. 210*, Springer-Verlag, Wien-New York, 1974.
4. "Pitture a spessore a base di clorocaucciù e pigmenti inerti - Aspetti particolari delle proprietà protettive e del processo di filmazione"  
G. Torriano, R. Lapasin, S. Volpe, *Industria della Vernice*, 29, (4), 1, 1975.
5. "Rust-inhibiting chlorinated rubber paints based on active pigments, which are claimed to be non-toxic and non-polluting"  
R. Lapasin, V. Longo, G. Torriano, *J. Oil Col. Chem. Assoc.*, 58, 286, 1975.
6. "Evaluation of application properties of high build organic coatings by means of parameters derived from rheological measurements"  
I. Kikic, R. Lapasin, G. Torriano, *Proc. VIIth International Congress on Rheology*, Goteborg, 584, 1976.
7. "Proprietà reologiche di protettivi ad alto spessore a base di clorocaucciù e pigmenti inerti"  
R. Lapasin, A. Papo, G. Torriano, *Industria della Vernice*, 30 (10), 3, 1976.
8. "New shop primers for steel based on inhibitive pigments of low toxicity"  
R. Lapasin, A. Papo, G. Torriano, *Brit. Corr. J.*, 12 (2), 92, 1977.
9. "Proprietà di scorrimento di protettivi a spessore e loro valutazione"  
R. Lapasin, I. Kikic, G. Torriano, *Industria della Vernice*, 31 (7), 3, 1977.
10. "Flow properties of families of paints: a generalized representation through a master curve procedure"  
R. Lapasin, A. Papo, G. Torriano, *Proc. XIVth FATIPEC Congress*, Budapest, 653, 1978.
11. "Reologia delle sospensioni - Fenomeni tissotropici"  
I. Kikic, R. Lapasin, G. Torriano, *Industria della Vernice*, 32 (4), 3, 1978; 32 (6), 3, 1978; 32 (8), 3, 1978.
12. "Processing intermediates for high build paints"  
I. Kikic, R. Lapasin, G. Torriano, *J. Coat. Technol.*, 51 (649), 29, 1979.
13. "Retention properties of a phenoxy resin in the regions of glass transition and softening temperatures"

- P. Alessi, I. Kikic, R. Lapasin, A. Papo, G. Torriano, *J. Oil Chem. Assoc.*, 62, 51, 1979.
14. "Metodi per la caratterizzazione dei materiali tissotropici"  
R. Lapasin, *Industria della Vernice*, 34 (5), 16, 1980.
  15. "Rheological aspects of the hardening reaction of water borne alkali silicate zinc-rich primers"  
R. Lapasin, A. Papo, G. Torriano, *Rheol. Acta*, 19 (2), 251, 1980.
  16. "Rheological properties of mill-bases and energy consumption in dispersing operation"  
R. Lapasin, D. Mallamaci, E. Medaglia, *Proc. XVth FATIPEC Congress, Amsterdam, I*, 433, 1980.
  17. "Some aspects of the flow properties of high-build paints"  
R. Lapasin, A. Papo, G. Torriano, *Proc. VIIIth International Congress on Rheology, Napoli*, 2, 569, 1980.
  18. "Rheological properties of high build paints. An extension of the master curve procedure"  
R. Lapasin, A. Papo, G. Torriano, *Proc. 2nd Yugoslav-Italian-Austrian Chemical Engineering Conference, Bled*, 549, 1980.
  19. "Studio reologico della ricostruzione tissotropica in condizioni di riposo"  
R. Lapasin, F. Sturzi, A. Alessandrini, *Industria della Vernice*, 35 (12), 1, 1981.
  20. "Group contribution methods for the prediction of the behaviour of polymer solutions in paint industry"  
P. Alessi, I. Kikic, R. Lapasin, G. Torriano, *Proc. XVIth FATIPEC Congress, Liege, III*, 39, 1982.
  21. "Phenomenological description of the thixotropic behaviour of oxidized bitumen paints"  
A. Alessandrini, R. Lapasin, A. Papo, *Proc. 3rd Austrian-Italian-Yugoslav Chemical Engineering Conference, Graz, II*, 236, 1982.
  22. "Rheology of high solids coating"  
A. Alessandrini, R. Lapasin, A. Papo, G. Torriano, *Proc. IXth International Congress on Rheology, Acapulco - Advances in Rheology, B.Mena, A.Garcia-Rejon and C.Rangel-Nafaile Eds., II*, 489, Universidad Nacional de Mexico, 1984.
  23. "Rheologische Eigenschaften von Dickschichtschutz-farben"  
R. Lapasin, A. Papo, G. Torriano, *Farbe und Lack*, 90 (10), 535, 1984.
  24. "Flow properties of oven-curing high solids white enamels"  
R. Lapasin, A. Mangano, G. Torriano, *Rheol. Acta*, 25, 426, 1986.
  25. "Rheological models for application in the paint field"  
R. Lapasin, G. Torriano, *Proc. XVIIIth FATIPEC Congress, Venezia, vol.4, 1*, 1986.
  26. "Rheological studies of the hardening of cement-epoxy coatings"  
R. Lapasin, E. Menis, G. Torriano, *Proc. 4th Mediterranean Congress on Chemical Engineering, Barcelona*, 870, 1987.
  27. "Steady and oscillatory shear flow investigations on the hardening process of cement-epoxy coatings"  
G. Torriano, R. Lapasin, *Proc. Xth International Congress on Rheology, Sydney, Vol. 2*, 58, 1988.

28. "Flow properties and hardening kinetics of high solids tank coatings"  
R. Lapasin, S. Pricl, G. Torriano, Proc. XIXth FATIPEC Congress, Aachen, 2, 247, 1988.
29. "Mixing concentrated pigment pastes"  
R. Lapasin, G. Torriano, M. Zumer, A. Zupancic, Chem. Biochem. Eng. Q., 4 (4), 223, 1990.
30. "Hardening kinetics of polyurethane finishes under oscillatory flow conditions"  
R. Lapasin, G. Mavridis, S. Pricl, G. Torriano, XX FATIPEC Congress, Nice, 217, 1990.
31. "Rheology of high solids coatings: effect of pigmentation"  
R. Lapasin, Forum de la Connaissance, Paris, 1993.
32. "Rheological characterization of TiO<sub>2</sub>/blanc fix suspensions"  
A. Zupancic, R. Lapasin, G. Torriano, M. Zumer, in "Progress and Trends in Rheology IV", ", ed. C. Gallegos, Dr. Dietrich Steinkopff Verlag, Darmstadt, 717, 1994.
33. "Approccio frattale alla reologia delle sospensioni di particelle aggregate"  
R. Lapasin, M. Grassi, S. Pricl, A. Zupancic, 3° Convegno Nazionale di Reologia Applicata, San Donato Milanese, 104, 1995.
34. "Flow properties of hydroxypropylguar gum and its long-chain derivatives"  
R. Lapasin, L. De Lorenzi, S. Pricl, G. Torriano, Carbohydrate Polymers, 28, 95, 1995.
35. "Rheological properties of TiO<sub>2</sub> suspensions in polymer solutions"  
A. Zupancic, R. Lapasin, M. Zumer, XIIth International Congress on Rheology, Quebec, 496, 1996.
36. "Time-dependent rheological behavior of TiO<sub>2</sub> suspensions"  
M. Barut, R. Lapasin, A. Zupancic, M. Zumer, XIIth International Congress on Rheology, Quebec, 578, 1996.
37. "Rheological study of the hardening of a water epoxy system"  
L. De Lorenzi, R. Lapasin, G. Torriano, 4th Alpe-Adria Rheoworkshop, Drobollach, 1996.
38. "L'effetto di diversi additivi sulle proprietà reologiche di sospensioni acquose di biossido di titanio"  
A. Zupancic, M. Barut, R. Lapasin, M. Zumer, 4° Convegno Nazionale di Reologia Applicata, Vico Equense, 76, 1996.
39. "Proprietà reologiche tempo-dipendenti di sospensioni concentrate di biossido di titanio"  
A. Zupancic, R. Lapasin, M. Zumer, 4° Convegno Nazionale di Reologia Applicata, Vico Equense, 3, 1996.
40. "Rheological characterisation of shear thickening TiO<sub>2</sub> suspensions in low molecular weight polymer solution"  
A. Zupancic, R. Lapasin, M. Zumer, Progress in Organic Coatings, 30, 67, 1997.
41. "Rheological properties of TiO<sub>2</sub>/BaSO<sub>4</sub> suspensions in oscillatory and steady shear flow"  
A. Zupancic, M. Zumer, R. Lapasin, G. Torriano, Progress in Organic Coatings, 30, 79, 1997.
42. "Influence of particle concentration on rheological properties of aqueous Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> suspensions"  
A. Kristoffersson, R. Lapasin, A. Zupancic, 5° Alpe-Adria Rheoworkshop, Novo Mesto, 1997.

43. "Cinetica di indurimento di sistemi vernicianti acquosi a base epossidica"  
G. Torriano, L. De Lorenzi, R. Lapasin, 5° Convegno Nazionale di Reologia Applicata e Industriale - 1° Convegno Nazionale di Reologia, Viterbo, 108, 1997.
44. "Rheology of concentrated aqueous PTFE nanodispersions"  
E. Marchese, A. Sanguineti, R. Lapasin  
XIIIth Int. Congr. Rheol., Cambridge, 4, 166, 2000.
45. "Reologia delle basi di macinazione e processo di dispersione"  
R. Lapasin  
Incontro tecnico sull'Innovazione nella produzione di vernici, Assotec, Milano, 2000.
46. "Reologia di paste serigrafiche"  
R. Lapasin, M. Fraizzoli, L. Boscardin  
7° Convegno Nazionale di Reologia, Faenza, 67, 2001
47. "Reologia di dispersioni colloidali concentrate di PTFE"  
R. Lapasin, M. Cocchia, M. Malvasi, E. Marchese, A. Sanguineti  
7° Convegno Nazionale di Reologia, Faenza, 101, 2001
48. "Proprietà reologiche di formulazioni per film edibili"  
B. Bravin, D. Peressini, R. Lapasin, A. Sensidoni  
7° Convegno Nazionale di Reologia, Faenza, 151, 2001
49. "Methylcellulose-starch based edible films: evaluation of functional and physical properties"  
D. Peressini, B. Bravin, R. Lapasin, A. Sensidoni  
Proc.-IChEaP 5, 855, 2001
50. "Critical changes in the rheological properties of PTFE dispersions"  
R. Lapasin, M. Cocchia, V. Kapeliouchko, M. Malvasi, A. Sanguineti  
Progress in Rheology - Theory and Applications, 225, 2002
51. "Rheology of pigment concentrates"  
R. Lapasin, C. Desobgo Nguepi, L. Costa  
Progress in Rheology - Theory and Applications, 251, 2002
52. "Rheology of concentrated multisized PTFE dispersions"  
R. Lapasin, V. Kapeliouchko, M. Malvasi, E. Di Nicolò, A. Sanguineti  
Eurheo 2002, 6<sup>th</sup> European Conference on Rheology, Erlangen, 79, 2002
53. "Starch-methylcellulose based edible films: rheological properties of the film-forming dispersions"  
D. Peressini, B. Bravin, R. Lapasin, C. Rizzotti, A. Sensidoni  
J. Food Engineering, 2003, 59, 25-32.
54. "Nanocompositi a base epossidica"  
F. Mantovani, R. Lapasin  
Atti VIII Convegno Nazionale di Reologia, Ischia 2004, 137-141.

## **Attività didattica e formativa nel campo della reologia**

Dal 1990-91 è attivo il corso di insegnamento "Reologia dei Sistemi Omogenei ed Eterogenei", destinato agli allievi dei corsi di laurea in ingegneria chimica e di processo della Facoltà di Ingegneria dell'Università di Trieste. Nel percorso formativo del nuovo ordinamento, il corso di insegnamento "Reologia" è inserito nel piano di studi della laurea specialistica in Ingegneria chimica e di processo.

Numerose sono state le iniziative di carattere didattico e formativo intraprese in varie sedi universitaria e riguardanti la reologia, nei suoi diversi aspetti, da quelli di carattere fondamentale a quelli di carattere applicativo.

### **Giornate di studio e scuole organizzate in proprio o in collaborazione (con Società Italiana di Reologia e con altri enti)**

Centro Internazionale di Scienze Meccaniche, Udine, sessione Saint Venant, 1973  
Centro Internazionale di Scienze Meccaniche, Udine, sessione Saint Venant, 1974  
Giornata di studio sulla reologia dei prodotti vernicianti (Milano, 1979)  
Giornata di studio sulla reologia degli impasti cementizi (Milano, 1982)  
Workshop sulla reologia dei prodotti alimentari (Grado, 1990)  
Giornata di studio sulla reologia dei prodotti ceramici (Modena, 1992)  
Scuola di reologia (Università di Trieste, 1994)  
Rheology Workshop Alpe-Adria (Trieste, 1995)  
School on Rheology (Faenza, 1995)  
Scuola AITIVA (Milano, 1996)  
Scuola di reologia Rheotech-GIR (Eniricerche, San Donato Milanese, 1997)  
Scuola di reologia (IBM, Vimercate, 1997)  
Seminario sulla Viscoelasticità di Sistemi Industriali (Università di Trieste, 1998)  
Scuola di reologia SIR (EniTecnologie, San Donato Milanese, 2000)  
Scuola di reologia SIR (EniTecnologie, San Donato Milanese, 2002)  
Corso di Tecniche Reologiche per Tecnici dell'industria di Processo (Trieste, 2003)  
Lezioni del Corso Aitiva/Avisa (Ferrara, 2002)  
Scuola di reologia SIR (Eniricerche di San Donato Milanese, 2003)

## Reologia dei prodotti vernicianti

L'attività di ricerca relativa ai prodotti vernicianti è tra quelle di più lunga data ed ha riguardato diversi argomenti e problemi connessi con la formulazione, l'applicazione e la performance di tali materiali.

Il primo tema di ricerca affrontato nel 1971 è stata la tissotropia di pitture ad alto spessore di impiego nel settore navale. Negli anni successivi la caratterizzazione sperimentale e la modellazione del comportamento tissotropico è stata ulteriormente sviluppata avendo come riferimento anche altri sistemi dispersi.

Qui di seguito sono riportati gli altri sistemi ed argomenti che sono stati oggetto di studio nell'ambito del settore dei prodotti vernicianti.

### *Esperienze e case studies*

Basi di macinazione e dispersioni concentrate di pigmenti

Processo di dispersione (e predispersione)

Blending

Pitture ad alto spessore (high build paints)

Contenuto di additivi

Contenuto di solidi

Parametri reologici e performance (sagging)

Modellazione delle proprietà tissotropiche

Pitture a basso contenuto di solvente (high solids coating)

Contenuto di solido e modellazione

Effetti di temperatura

Pitture a base di polimeri associativi

Reologia e tipo di polimero

Contenuto di solidi

Dispersioni acquose concentrate di nanoparticelle

Effetti della granulometria

Effetti degli additivi (ionico e non)

Modellazione del contenuto di solido

Sistemi reticolanti

resine epossidiche - cemento

effetto della fase disperdente

sistemi epossidici e poliuretanic

effetti del contenuto di solido e della temperatura

modellazione

additivi reologici

sistemi epossidici a fotoreticolazione



Il Laboratorio di Reologia è collocato all'interno del DICAMP (Dipartimento di Ingegneria Chimica, dell'Ambiente e delle Materie Prime) dell'Università di Trieste e ospita una serie di apparecchiature destinate alla misura delle proprietà reologiche e di altre proprietà fisiche quali densità e tensione superficiale.

### Strumenti

Sono disponibili apparecchiature per la caratterizzazione reologica con principi di funzionamento differenti e con differenti corredi di dispositivi di misura.

Rheostress Haake RS150: reometro a sforzo controllato

Rotovisco Haake RV20: reometro a deformazione controllata

Viscosimetro Haake VT550: viscosimetro a deformazione controllata

Densimetria (Anton Paar DMA 60)

Viscosimetria a capillare (Ubbelohde, Cannon-Fenske, Ostwald-Fenske)

Tensione superficiale e interfacciale (Krüss K12)

### Prove reometriche

Sono eseguibili prove adatte a determinare:

*curve di flusso*

(viscosità - sforzo)( viscosità - velocità di deformazione)

*transizione linearità - non linearità*

(sforzo - deformazione) (in continuo e in oscillatorio)

*spettri meccanici*

(moduli viscoelastici lineari - frequenza)

*tempo-dipendenza e reversibilità*

(dipendenza delle proprietà materiali dalla storia di deformazione)

*dipendenza dalla temperatura*

(dipendenza delle proprietà materiali dalle condizioni e dalla storia termica)

*cinetiche di strutturazione o destrutturazione*

(dipendenza delle proprietà materiali dalla cinetica di processi strutturali)



## PROVE CONTO TERZI

### REGOLE GENERALI

Il Dipartimento può fornire prestazioni a pagamento, nel rispetto del vigente "Regolamento di Ateneo per le prestazioni in conto terzi".

I laboratori del DICAMP dell'Università di Trieste effettuano analisi, rilasciando il relativo attestato (vedi art. 6 regolamento).

Le analisi sono eseguite soltanto dietro richiesta scritta indirizzata al Direttore del Dipartimento, contenente nominativo, indirizzo e firma del Richiedente. Nella richiesta dovranno essere elencati i campioni da analizzare, specificando chiaramente il tipo di analisi ed eventualmente il metodo da seguire per ciascuno di essi.

Per il solo fatto della presentazione della richiesta si intendono conosciute ed accettate dal Richiedente le norme e gli oneri conseguenti.

A seguito del ricevimento della richiesta il Dipartimento invia al Richiedente:

1) preventivo di spesa, 2) presunta data di consegna dei risultati, 3) eventuale richiesta di deposito dell'importo specificando le modalità di pagamento.

### APPLICAZIONE DELLE TARIFFE

Le tariffe, al netto dell'IVA, comprendono l'esecuzione delle analisi o delle prove e la emissione di una scheda contenente i relativi risultati. E' esclusa dal presente Tariffario qualsiasi interpretazione e/o valutazione dei risultati delle analisi.

Analisi diverse da quelle indicate nel presente Tariffario, delle quali venga comunque accettata l'esecuzione, comporteranno prezzi da stabilirsi di volta in volta.

Modifiche al presente Tariffario potranno essere adottate, con le modalità previste dal Consiglio del Dipartimento.

Listino Prezzi

prove	note	prezzo (€)	prezzo (€) socio Procoat
Viscosità	un dato	80	64
Curva di flusso		da concordare	da concordare
Spettri meccanici		da concordare	da concordare
Densità (Anton Paar DMA 60)	un dato	100	80
Viscosimetria a capillare	un dato	100	80
Tensione superficiale	un dato	80	64