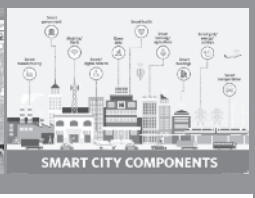
scienza e tecnica

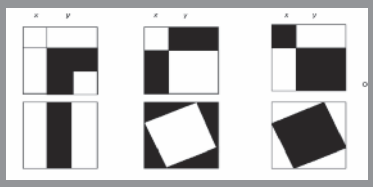
TRIMESTRALE DI INFORMAZIONE DELLA SOCIETÀ ITALIANA PER IL PROGRESSO DELLE SCIENZE

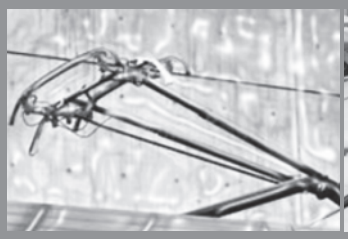
ANNO LXXXV - N. 563-564 lug.ago.set. - ott.nov.dic. 2022 - Poste Italiane SpA - Sped. in A.P. - D.L. 353/2003 (conv. in L. 27/2/2004, n. 46) art. 1, comma 2, DCB Roma













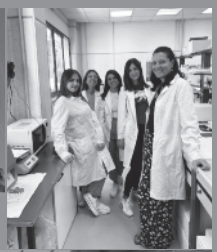
FROM ZOOM TO ROOM AND BACK

ARCHEOMATEMATICA
DAL METODO MESOPOTAMICO ALLA POSSIBILE STRADA DI FERMAT

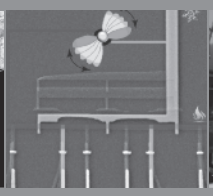
QUANDO LA NEVE E IL GHIACCIO FANNO LA LORO COMPARSA ANCHE L'EFFICIENZA DEI TRASPORTI FERROTRANVIARI COLLASSA

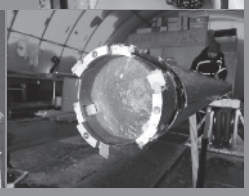
CONTROLLO DI QUALITÀ DA APPLICARE AL PENSIERO











ETNA E STROMBOLI, NUOVA LUCE SU POSSIBILI CAUSE DI ERUZIONI ESPLOSIVE

PASSI AVANTI SPERIMENTALI PER LA TERAPIA DEL TUMORE AL PANCREAS

ALZHEIMER E PARKINSONS POTREBBERO AVERE UN'ORIGINE COMUNE

UNA NUOVA FASE SOLIDA DELL'AMMONIACA

CAMBIAMENTI CLIMATICI? IL GHIACCIO MARINO RISPONDE SUBITO

CAMBIAMENTI CLIMATICI: NUOVA ROTTA TRANS-OCEANICA PER I PESCI MARINI

scienza e tecnica

Sommario

1 From Zoom to room and back

5 Archeomatematica - dal metodo mesopotamico alla possibile strada di Fermat

18 Quando neve e e ghiaccio fanno la loro comparsa anche l'efficienza dei trasporti ferrotranviari collassa

22 Controllo di qualità da applicare al pensiero

24 «Scienza e tecnica» memoria cartacea addio
Il suolo e la nostra salute

25 **notiziario**
Etna e Stromboli, nuova luce su possibili cause di eruzioni esplosive
Passi avanti sperimentali per la terapia del tumore al pancreas
Alzheimer e Parkinsons potrebbero avere un'origine comune
Una nuova fase solida dell'ammoniaca
Cambiamenti climatici? Il ghiaccio marino risponde subito
Cambiamenti climatici: nuova rotta trans-oceanica per i pesci marini

I membri del Consiglio di presidenza della Società Italiana per il Progresso delle Scienze formulano ai Soci, alle Autorità, alle Accademie, agli Istituti culturali, alle Società consorelle ed alla Stampa cordiali voti augurali di buon Anno.

SCIENZA E TECNICA
trimestrale a carattere politico-culturale e scientifico-tecnico
Direttore Responsabile: Lorenzo Capasso

ANNO LXXXV - N. 563-564 lug.ago.set. - ott.nov.dic. 2022 - terzo-quarto trimestre 2022
Reg. Trib. Roma n. 613/90 del 22-10-1990 (già nn. 4026 dell'8-7-1954 e 13119 del 12-12-1969).
Direzione, redazione e amministrazione: Società Italiana per il Progresso delle Scienze (SIPS)
via San Martino della Battaglia 44, 00185 Roma • tel/fax 06.4469165 • www.sipsinfo.it • e-mail: sips@sipsinfo.it • pec: sips@pec.it
Cod. Fisc. 02968990586 • C/C Post. 33577008
UniCredit Banca di Roma • IBAN IT88G0200805227000400717627 Università di Roma «La Sapienza», Ple A. Moro 5, 00185 Roma
Stampa: Istituto Salesiano Pio XI - Via Umbertide, 11 - 00181 Roma - tel. 06.7827819 - 06.78440102 - fax 06.78.48.333 - e-mail: tipolito@donbosco.it
Scienza e Tecnica print: ISSN 0582-25800

FROM ZOOM TO ROOM AND BACK

di MAURO CAPPELLI



Robert Lee Frost (San Francisco, 26 marzo 1874 - Boston, 29 gennaio 1963)

«Il fatto è il sogno più dolce che la fatica conosca»: con questo enigmatico verso il poeta americano Robert Frost descriveva all'inizio del Novecento la sua giovanile esperienza di vita nelle campagne del New Hampshire, a contatto con le durezze e le soddisfazioni di un lavoro in simbiosi con la natura. Frost sembra dirci che solo attraverso il lavoro (la fatica) siamo veramente a contatto con la cruda essenza del nostro vivere, il *fatto* del nostro lavoro. Se così è, il lavoro non è solo un modo di sbrigare delle faccende che qualcuno ci impone ma è qualcosa che va oltre, qualcosa che consente a ognuno di scoprire la propria individualità, forse addirittura qualcosa che permette di giungere alla reale comprensione dell'esistenza.

Ma, se è così, è forse giusto chiederci, quando una nuova forma di lavoro si sta imponendo, se essa sia *solo* una nuova modalità di lavoro o forse molto di più, qualcosa che cambiando il lavoro cambia anche la nostra percezione del mondo, addirittura il nostro stesso esistere.

Vale senz'altro la pena di chiederselo nel caso del nuovo fenomeno sociale battezzato *smart working* e assurto coattivamente alla ribalta mondiale con l'irrompere della nuova malattia pandemica, sebbene avesse già fatto il suo timido ingresso negli anni scorsi a seguito delle necessità di ridisegnare la routine quotidiana degli occupati, e con esso non solo lo spazio-tempo del lavoro ma anche appunto il suo stesso ruolo.

Il volano fornito dall'isolamento imposto dai decreti governativi si è via via esaurito e si parla di fine dell'esperimento. Tutti in ufficio dunque, magari con qualche lezione dall'involontario *testbench* che forse in tempi di quiete avrebbe richiesto anni di discussione e infinite riunioni solo per essere impostato.

Ma ecco che l'irrompere di una nuova emergenza, il "caro-energia", lo ripropone come panacea.

Cos'è dunque realmente lo *smart working*? Già la traduzione pone problemi: ufficialmente, l'amministrazione pubblica l'ha tradotto con *lavoro agile* ma molti preferiscono il più letterale *lavoro intelligente*. Si potrebbe discutere a lungo, l'inglese ha spesso una capacità sintetica che la nostra lingua fa fatica a raggiungere. Anche se, molto spesso, sarebbe più corretto parlare di *remote working* o più banalmente di *home working*, poiché quello sperimentato nel periodo pandemico è spesso sembrato lo stesso lavoro, solo svolto da remoto anziché in presenza, da casa anziché in ufficio, piuttosto che una sua qualche nuova forma più intelligente. Si potrebbe dire che l'effettiva uscita dalle emergenze dovrà allora coincidere con una reale trasformazione del *remote working* in *smart working*.

A rigore lo *smart working* è una filosofia organizzativa del lavoro che consente di passare da un management orientato a "presenzialismo" e "controllo" a uno orientato a "fiducia", "collaborazione", "flessibilità" e "delega". Tale trasformazione dovrebbe avverarsi attraverso quattro direzioni di azione: organizzazione impostata sulla flessibilità di orario e luogo di lavoro; impiego di tecnologie digitali che ne permettono la virtualizzazione; layout fisico degli spazi lavorativi ottimizzato all'efficienza e al benessere del lavoratore; passaggio della leadership da "comanda-e-controlla" (il vecchio capufficio) a "organizza-e-valuta" (il nuovo manager).

Il lavoro agile diventa un fenomeno noto al grande pubblico con il noto D.P.C.M. del 25 febbraio 2020, con il quale si chiedeva alla Pubblica Amministrazione e alle attività produttive e professionali di facilitarne l'attuazione. In realtà, già dal 2017 l'Italia si era dotata di un quadro normativo tra i più avanzati a livello internazionale. La forzatura pandemica ha dunque trovato terreno pronto solo in tutte

quelle realtà che si erano in qualche modo predisposte per tempo. Le altre non hanno potuto reagire che in modo disorganizzato: chiedendo ai lavoratori di tornare al lavoro come se nulla fosse, forzandoli a prendere ferie e altri accessori fintantoché la situazione non si fosse normalizzata, oppure improvvisandosi nella nuova modalità remota ma sostanzialmente facendo ricadere tutto lo sforzo organizzativo ed emotivo sulle spalle del lavoratore.

I passi avanti sono stati, comunque, notevoli, e malgrado l'apprendimento sia stato essenzialmente *on the job*, sono molti ad aver approfittato dell'occasione per comprenderne i vantaggi, le potenzialità e riscoprire magari in se stessi capacità tecnologiche che credevano sopite. E seppure la formazione tecnologica dei genitori sia stata spesso affidata ai figli già smart di loro, in pochi mesi molti hanno svolto un percorso di apprendimento e crescita di consapevolezza che, in condizioni normali, avrebbe richiesto anni.

Pensando ora a un ritorno alla normalità, che cosa possiamo dunque aspettarci?

Davvero tutti coloro che hanno usufruito, volenti o nolenti, di questa nuova forma di lavoro a casa sono disposti a tornare in ufficio come se niente fosse stato?

Il rischio di equiparare la volontà di uscire dalla bolla domestica in cui l'emergenza ha rinchiuso molte persone, da sole o con le loro famiglie, con il puro ritorno al mondo di ieri non va corso.

Vogliamo realmente tornare in ufficio o solo *uscire* dal nostro appartamento? E, semmai, quale ufficio? Lo stesso che abbiamo lasciato a inizio 2020? Il vaso di Pandora si è ormai scoperchiato ed è facile prevedere che davvero niente sarà più come prima.

Un punto sembra assodato, almeno negli Stati Uniti: il futuro lavoro sarà all'insegna della flessibilità e dell'ibridazione. Con tutte le gradazioni: dalle *smart companies* senza quartier generale e con collaboratori ai quattro angoli del mondo e alle organizzazioni vecchio stile che faticheranno a rinunciare alla riunione mattutina in presenza e *office outfit*.

In mezzo una vasta varietà di aziende pubbliche e private che accetteranno la sfida del modello *hub-and-spoke*: piccoli uffici di



rappresentanza nella grande città, e una miriade di piccoli uffici periferici più adatti alle esigenze di compromesso tra vita e lavoro dei collaboratori. O quella della struttura *hoteling* con *hot desking* nel quale più lavoratori condividono uffici dotati dei principali servizi. Finalmente fuori dai ridotti spazi domestici, tornerà la libertà di incontrare amici e colleghi ma non più dopo aver speso parte della giornata a raggiungere un ufficio all'altro capo della città, bensì proprio vicino a casa, nella *comfort zone* dove più si conciliano vita pubblica e vita privata.

Affinché il lavoro così modificato sia più efficiente del precedente occorre che il luogo della vita quotidiana assuma una nuova *urbanitas*. Meno *fashion*, più *tech*. Niente più *headquarters* con lobby ammalianti per i visitatori, vero biglietto da visita per la società. Ora che il primo approccio con un cliente avviene principalmente su Zoom, a che serve una sede firmata da un'archistar?

Dropbox ha già venduto il vecchio edificio di San Francesco e ne sta costruendo uno tutto tecnologico e improntato alla nuova filosofia della condivisione degli spazi per i (pochi) lavoratori che lavoreranno in sede. Certo c'è anche chi la pensa diversamente e vorrebbe lasciarsi presto alle spalle sia la pandemia sia quello che considera solo un surrogato del lavoro: Jamie Dimon, icona dei banchieri mondiali, boss di JPMorgan Chase, ha subito chiesto il ritorno in ufficio senza se e senza ma.

Eppure il fatto che due colossi del Nasdaq come Microsoft e Facebook si spingano oltre, investendo sulle tecnologie del *metaverso*, una modalità innovativa di realtà virtuale che consente a più utenti di interagire tra loro in tempo reale, la dice lunga su dove si stia puntando. La tecnologia sarà ancora una volta fondamentale.

Un lavoro intelligente richiede una città intelligente, ovvero una vasta gamma di tecnologie che lavorano in sinergia tra loro per rimanere interconnesse e comunicare problemi e soluzioni. L'evoluzione della mobilità nella *smart city* ruoterà attorno a tre aree-chiave: dati disponibili lungo il percorso, sistemi di controllo in tempo reale per le infrastrutture esistenti e futura integrazione delle tecnologie dei veicoli con le

infrastrutture urbane. La città intelligente sarà cioè tale se sarà in grado di reagire istantaneamente ai cambiamenti con un ecosistema tecnologico olistico in grado di coinvolgere in un unico abbraccio zone urbane e periferie, magari attraverso l'impiego delle potenzialità dell'intelligenza artificiale che renderanno tale processo sempre più automatizzato.

Solo con questa radicale trasformazione si potrà forse arrivare a integrare lo *smart working* in una *smart city*, creando così una nuova vita *smart* al quadrato. Con tutti i rischi associati. Infatti, come per tutti i fenomeni a crescita rapida, una velocità eccessiva come nel caso dello *smart working*, può comportare sì indubbi benefici ma anche potenziali rischi per la salute e la sicurezza delle persone, oltre che per l'ambiente e la sostenibilità dell'ecosistema.

Tali minacce potrebbero introdursi in modo latente nell'organizzazione e venire alla luce solo quando la situazione non è più recuperabile. In generale, alcuni potenziali rischi legati alla repentina modifica del modello organizzativo, alla privacy e alla sicurezza dei sistemi informatici sono stati già individuati. Soprattutto le grandi organizzazioni basate su un robusto ma rigido sistema gerarchico potrebbero soffrire lo stress di un'eccessiva agilità accelerata, con conseguenze anche gravi sulla capacità di fornire servizi o di restare competitivi.

Le soluzioni già sono state proposte e le riporta dettagliatamente Domenico De Masi nel suo testo capitale sullo *Smart Working*. Anzitutto, adottare una strategia a matrice in grado di rendere la responsabilità più orizzontale e centrata più sul team di lavoro che non sulla performance personale e velocizzare i processi decisionali valorizzando l'approccio trasversale alla conoscenza e alla competenza, rispetto a quello specialistico e di dettaglio in voga fino a oggi. Dovendo lavorare per la maggior parte del proprio tempo in autonomia sarà necessario creare e valorizzare figure professionali capaci di muoversi con scioltezza tra diverse abilità culturali e pertanto in grado di adattarsi rapidamente alle nuove esigenze di un mercato sempre più variabile.

Un altro problema la cui portata non può essere sottovalutata è quello della vulnerabilità informatica legata alla dislocazione dei dipendenti e dei rispettivi strumenti informatici: *cyberattacks*, *data breach*, *phishing*, virus e *malware*, vendita di dati sensibili, sono solo alcuni dei rischi individuali che se amplificati sulla vasta scala dei dipendenti potrebbero portare a conseguenze anche gravi per la sicurezza aziendale. Per fronteggiare tale rischio le aziende dovranno pertanto dotarsi di un'infrastruttura informatica ancora più efficace e rapida nell'intervenire, con l'implementazione di sistemi di *prevention* e *detection* per mitigare i rischi di *cybercrime*, oltre a una maggiore formazione continua dei dipendenti sia sui contenuti tecnici sia sulle *policy* aziendali in termini di sicurezza.

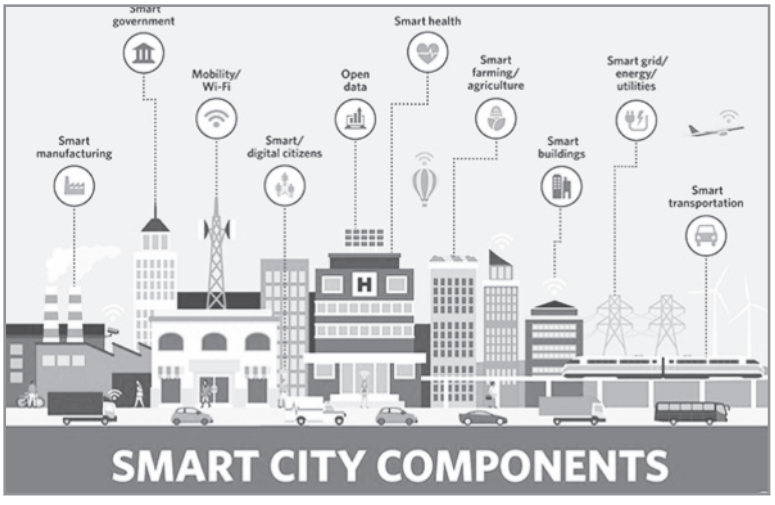
Parallelamente, vi sono rischi di medio termine che possono colpire la stessa sostenibilità organizzativa, dal rapporto tra dipendenti o tra questi e la struttura, alla gestione non paritaria dei carichi di lavoro (chi approfitta del ridotto controllo e chi rischia il sovraccarico o *burnout*).

Il lavoro agile promette infatti maggiore flessibilità, la quale tuttavia è stata storicamente sempre associata alla maggiore libertà del datore di lavoro di disfarsi del collaboratore qualora non sussistano più le condizioni di mercato o personali per la prosecuzione del rapporto di lavoro. Lavorare a distanza non rischierebbe di rinforzare tale arbitrio?

La presenza in ufficio è stata sempre valutata come una base di produttività («ci sono, non puoi dire che non sto lavorando»), ma come garantirsi con il lavoro in assenza («non ci sei, quindi non stai lavorando»)?

Servirà una nuova metrica per la produttività. Il tipo di lavoro rischia di fare la differenza: se la produttività di un *web designer* o di un qualsiasi *tech worker* sembrerebbe facile da valutare con la consegna del prodotto, come valutare l'infinita varietà di lavori tradizionali nei quali il prodotto si costruisce nel lavoro di squadra o nel garantire la propria disponibilità in una precisa fascia oraria?

È evidente che la responsabilità all'autodisciplina del lavoratore non potrà essere l'unica risposta possibile. Una nuova organizzazione del lavoro s'impone. Che vuol dire un nuovo ruolo per i dirigenti, più pianificatori del lavoro che non meri

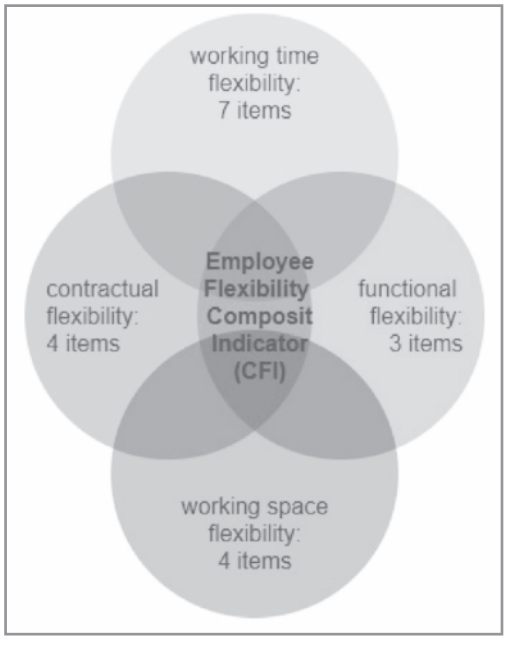


direttori delle risorse umane. O magari, nella prospettiva di medio periodo, assenza totale di dirigenti e un lavoro che si incastra a mosaico grazie al virtuoso intreccio di lavoro individuale e intelligenza artificiale.

I (pochi) giorni passati in ufficio dovranno essere più che fruttuosi, non solo dal punto di vista delle performance ma anche della variegata serie di relazioni umane di cui è intessuta l'attività lavorativa. Lo stesso concetto di meeting necessita di un restyling, così come andrà garantito il diritto alla disconnessione, in quanto la semplice presenza a casa non comporta un'automatica disponibilità all'incontro.

Come si attrarranno le persone più valide, dandogli più soldi o offrendogli maggiore flessibilità e quindi una migliore qualità della vita? E come gestire i *workhaolic* o i carrieristi sempre sul pezzo? Per molti la visibilità è una caratteristica intrinseca alla dimostrazione della propria essenzialità in azienda.

La cessione della flessibilità dal datore di lavoro (*corporate flexibility*) al lavoratore (*empoyee flexibility*) è un cambio di paradigma organizzativo notevole: il modello adottato negli anni '80 ha permesso alle aziende di poter gestire in modo rapido le scosse del mercato (assumo nei momenti di crescita, licenzio nei momenti di crisi). Come garantire che non divenga ora solo un'occasione per allargare la linea di frattura tra lavoratori garantiti (quelli con un lavoro stabile, che soffrono a stare in casa ma non hanno problemi a riadattarsi al rientro) e lavoratori non garantiti, ancora più soggetti alle intemperie del mercato? Che la flessibilità non venga venduta come una conquista del lavoratore ma in realtà sfruttata come ulteriore possibilità da parte del datore di lavoro per selezionare la forza lavoro?



La sirena del lavoro agile, come lavoro comodo potrebbe ammaliare il lavoratore ma evitare il principio della rana bollita proposto da Noam Chomsky, è fondamentale in questa fase di ridiscussione dei rapporti di forza nel mondo del lavoro. La storia è nota: una rana viene immersa in un pentolone con acqua fredda. Nuota felice, si sente protetta. L'acqua viene pian piano scaldata ma la rana è serena seppure cominci a provare un lieve fastidio. L'acqua comincia proprio a scottare, l'istinto la porterebbe a reagire ma perché rischiare di perdere tutto? Ora l'acqua è vicino all'ebollizione ma la rana è troppo fiaccata per spiccare il salto. Non c'è più tempo: la rana finisce bollita. La stessa rana che, immersa di botto in acqua tiepida, sarebbe d'istinto balzata fuori di scatto.

Roderick M. Kramer, docente di comportamento organizzato a Stanford, sostiene che lavorare da casa può esacerbare l'incertezza sul proprio stato con conseguenze emotive che possono portare a processi mentali potenzialmente patologici come il rimuginìo, la ruminazione e la paranoia. Il distacco dal luogo di lavoro ci fa sentire fuori dal giro: anche quelle conversazioni apparentemente futili e accomodanti fatte con i colleghi spesso hanno un importante ruolo di riassicurazione psicologica (l'«effetto pacca sulla spalla»). Esiste addirittura un potenziale problema chiamato *paranoia prudente* che deriva da un senso d'inadeguatezza della propria immagine. L'account Twitter *Room Rater* dà un voto agli sfondi delle videochat. Magari lo fanno anche i nostri colleghi riguardo al nostro soggiorno messo a soqquadro dai bambini in didattica a distanza…

La fantascienza ancora una volta aveva previsto tutto. Il solito Isaac Asimov, ne *Il sole nudo* del 1957, immagina una società isolata nei propri residence, le uniche interazioni essendo garantite da schermi, con conseguenze sulle personalità degli individui su cui lo scrittore costruisce l'intera trama. Costretti a vivere confinati, gli umani hanno ormai sviluppato una forma di agorafobia collettiva, un timore panico a esporsi al sole nudo del titolo. Saremo costretti a rivivere il destino dei terrestri immaginati da Asimov anche una volta domato il Covid-19?

Molti hanno ripetuto che «nulla sarà più come prima». Ma la storia ci insegna che qualcosa del *mondo di ieri* si salva sempre. L'economista premio Nobel Paul Krugman paragona la rivoluzione del *remote working* a quella dell'*e-book*: inizialmente molti avrebbero scommesso per una completa sostituzione del libro da parte dei nuovi formati digitali. In realtà, per ragioni molto varie, la diffusione degli *e-books* ha raggiunto un valore di regime lasciando al libro

fisico un'importante fetta di mercato. Un fenomeno simile si è verificato con la rimonta del vinile sul compact disc.

Il successo dello *smart working 2.0* dipenderà dalla capacità di saper conciliare i vantaggi sull'economia familiare e sulla qualità della vita con le caratteristiche del lavoro tradizionale, spesso anche fastidiose e imprevedibili ma feconde di vita sociale. Non sono stati proprio la *serendipity* degli incontri casuali e le infinite potenzialità della vita urbana rese possibili dalla routine casa-lavoro il vero motore dello sviluppo delle metropoli del Novecento? Forse sarà proprio la tremenda esperienza vissuta con la pandemia a suggerirci dove calibrare quel punto di equilibrio ottimo tra vita e lavoro che per Frost è il sogno più dolce che si possa sognare.

ARCHEOMATEMATICA
dal sistema mesopotamico alla possibile strada di Fermat

di GIANLUCA CIAMPI

In questo secondo articolo andremo a trattare alcune cose delle matematica di Fermat. La nostra intenzione nell'articolo precedente, infatti, era quella di indurre il lettore ad adattarsi ad una matematica ormai obsoleta e per alcuni in odore di eresia, ma la ragione di ciò, secondo noi, sta proprio nel fatto che questa matematica ci può dare la chiave per meglio comprendere il pensiero di Pierré Fermat. Il *Porisma di Bachet* con cui Fermat introduce la sua prima osservazione, di fatto è la spina dorsale su cui, anche attraverso passaggi complessi, si snodano poi altre osservazioni.

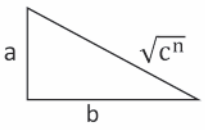
Porisma di Bachet in breve: $a = y^2 - x^2, \quad b = 2xy, \quad c = x^2 + y^2.$

Che in sintesi, come visto ha una base mesopotamica, accennata da Euclide e ripresa meglio poi da Diofanto. Ma torniamo alle Osservazioni su Diofanto di Fermat.

Un'osservazione, su cui si è scritto poco, ma che secondo noi può essere chiarificatrice per comprendere il metodo di Fermat la troviamo alla questione 22 del libro 3:

….Un numero primo, che supera di un unità un multiplo del quattro, è una volta sola ipotenusa di un triangolo rettangolo; il suo quadrato lo è due volte, il suo cubo tre, il suo biquadrato quattro, e così via all'infinito. Lo stesso numero primo ed il suo quadrato sono in un solo modo somma di due quadrati,; il suo cubo ed il suo biquadrato lo sono in due modi; la sua quinta potenza lo sono in tre modi, e così via all'infinito. ……..

In pratica qui Fermat ci dice che se esiste $c^2 = a^2 + b^2$, allora esisterà sempre $c^n = a^2_{c^{\frac{n}{2}}} + b^2_{c^{\frac{n}{2}}}$, nel primo caso ($n$=2) l'ipotenusa sarà uguale a c, negli infiniti altri l'ipotenusa sarà eguale a $\sqrt{c^n}$, ($a_{c^{\frac{n}{2}}}, b_{c^{\frac{n}{2}}}$: *dove a è il cateto dispari con ipotenusa* $c^{\frac{n}{2}}$ *e b quello pari*) quando n è pari avremo un intero, quando dispari un radicale. Quindi ci dice che esiste sempre un quadrato dell'ipotenusa per qualsiasi potenza di c; e ci dice anche, al variare di n, il numero di terne e/o triangoli rettangoli del tipo:



Iniziamo ad analizzare per n pari. Quando n=2 avremo il classico teorema di Pitagora, ma a ben vedere anche in tutti gli altri casi in cui n è pari. Dato che per abitudine in genere definiamo l'ipotenusa uguale a c.

Rinominiamo l'ipotenusa della classica terna primaria cioè *c*= ad ω (ω dal punto di vista numerico) ed osserviamo queste terne considerate primarie: *a, b, c*.

	3, 4, 5.	7, 24, 25.	527, 336, 625.
Che potremmo anche scrivere così:	3, 4, 5	7, 24 , 5^2	527, 336, 5^4
cioè:	*a, b, c=*ω	$a_{\omega^2}, b_{\omega^2}\ \omega^2$	$a_{\omega^4}, b_{\omega^4}\ \omega^4$

Non solo, ma Fermat ci dice anche che con ipotenusa uguale a 5 possiamo avere una sola soluzione, due con 25, tre con 625, e così via. Chiaramente lo stesso si può applicare partendo da qualsiasi terna *abc*. Perché? Se torniamo alla prima dimostrazione del teorema di Pitagora quella per equivalenza delle aree, e se la dovessimo spiegare ad un bambino potremmo usare la tassellazione:

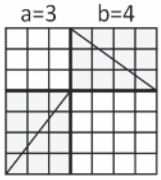


Fig.1

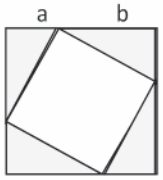


Fig. 2

Sappiamo che i quattro triangoli rettangoli di fig. 2 equivalgono ai due rettangoli di fig 1. E quindi la somma dei due quadrati di *a* (9) e di b (16) equivalgono al quadrato dell'ipotenusa (25). Ma anche qui vale la regola che partiva dal quadrato del binomio

per cui: $a_{\omega^2} = b^2 - a^2, \qquad b_{\omega^2} = 2ab, \qquad \omega^2 = a^2 + b^2.$

Quindi $a_{\omega^2} = 4^2 - 3^2$=7 $\quad b_{\omega^2} = 2(3)(4) = 24 \quad \omega^2 = 3^2 + 4^2 = 25.$ Poiché il quadrato dell'ipotenusa $\omega^4 = (a^2 + b^2)^2 = (b^2 - a^2)^2 + (2ab)^2$. Di fatto tramite il Porisma di Bachet, per passaggi successivi possiamo costruire tutte le potenze dell'ipotenusa in base 2.

Se $(x^2 + y^2)^2 = (y^2 - x^2)^2 + (2xy)^2$ cioè $c^2 = (x^2 + y^2)^2 = \omega^2 = a^2 + b^2$, allora

$(a^2 + b^2)^2 = |b^2 - a^2|^2 + (2ab)^2$ cioè $(x^2 + y^2)^4 = (\omega^2)^2 = \omega^4 = (a_{\omega^2})^2 + (b_{\omega^2})^2$
$a_{\omega^4} = 24^2 - 7^2$=527, $b_{\omega^4} = 2(7)(24) = 336,\ \omega^4 = 7^2 + 24^2 = 625.$ Potremmo proseguire all'infinito ma ci mancherebbero, per *n*, oltre tutti i dispari anche i pari del gruppo 6, 10, 14, 18, 22 ecc..

Fino ad adesso abbiamo avuto sempre a che fare con passaggi al secondo grado cioè a quadrati, o quadrati di quadrati, ma Fermat ci dice che $\omega^n = a^2 + b^2$ cioè *n* può essere un cubo, una quarta potenza, una quinta, una sesta e così via all'infinito. La possiamo scrivere anche così: $\left(\omega^{\frac{n}{2}}\right)^2 = a^2 + b^2$, (di fatto se *c* è sempre ipotenusa allora $c = \omega^{\frac{n}{2}}$), per comprendere che dal punto di vista del Teorema di Pitagora non cambia nulla; solo che il quadrato dell'ipotenusa può anche essere un numero cubico, o un'altra qualsiasi potenza e quindi l'ipotenusa la sua radice quadrata. Adesso vediamo il metodo per trovare tutte le soluzioni che ci propone Fermat. Potremmo condensare il tutto in quest'unica equazione:

$$c^2 = \omega^n = \left(\left(a_{\omega^{\frac{n-x}{2}}}\right)\left(b_{\omega^{\frac{x}{2}}}\right) \mp \left(b_{\omega^{\frac{n-x}{2}}}\right)\left(a_{\omega^{\frac{x}{2}}}\right)\right)^2 + \left(\left(b_{\omega^{\frac{n-x}{2}}}\right)\left(b_{\omega^{\frac{x}{2}}}\right) \mp \left(a_{\omega^{\frac{n-x}{2}}}\right)\left(a_{\omega^{\frac{x}{2}}}\right)\right)^2$$

di fatto 2 equazioni:

$$c^2 = \omega^n = \left(\left(a_{\omega^{\frac{n-x}{2}}}\right)\left(b_{\omega^{\frac{x}{2}}}\right) + \left(b_{\omega^{\frac{n-x}{2}}}\right)\left(a_{\omega^{\frac{x}{2}}}\right)\right)^2 + \left(\left(b_{\omega^{\frac{n-x}{2}}}\right)\left(b_{\omega^{\frac{x}{2}}}\right) - \left(a_{\omega^{\frac{n-x}{2}}}\right)\left(a_{\omega^{\frac{x}{2}}}\right)\right)^2 \text{ e}$$

$$c^2 = \omega^n = \left(\left(a_{\omega^{\frac{n-x}{2}}}\right)\left(b_{\omega^{\frac{x}{2}}}\right) - \left(b_{\omega^{\frac{n-x}{2}}}\right)\left(a_{\omega^{\frac{x}{2}}}\right)\right)^2 + \left(\left(b_{\omega^{\frac{n-x}{2}}}\right)\left(b_{\omega^{\frac{x}{2}}}\right) + \left(a_{\omega^{\frac{n-x}{2}}}\right)\left(a_{\omega^{\frac{x}{2}}}\right)\right)^2$$

$a_{\omega^{\frac{n-x}{2}}}$, si legge come il cateto dispari della terna riferita a $\omega^{\frac{n-x}{2}}$ (ipotenusa), $b_{\omega^{\frac{n-x}{2}}}$, si legge come il cateto pari della terna riferita a $\omega^{\frac{n-x}{2}}$, $a_{\omega^{\frac{x}{2}}}$, si legge come il cateto dispari della terna riferita a $\omega^{\frac{x}{2}}$ (ipotenusa), $b_{\omega^{\frac{x}{2}}}$, si legge come il cateto pari della terna riferita a $\omega^{\frac{x}{2}}$. (qui il termine *x* non coincide con la *x* del binomio iniziale)

Quando **x**=1 sono le $a_{\omega^{\frac{x}{2}}}$, $b_{\omega^{\frac{x}{2}}}$, che vanno loro sì a coincidere con le *x y* del binomio iniziale.

Per comprenderle partiamo da *n* cubo e ***x=1***: es per 5^3 , qui la ***x*** è un numero (***x<n/2***) che, come detto, non ha niente a che vedere con *x* del binomio *x y*)

A) $c^2 = \omega^3 = \left(\left(a_{\omega^{\frac{3-1}{2}}}\right)\left(b_{\omega^{\frac{1}{2}}}\right) - \left(b_{\omega^{\frac{3-1}{2}}}\right)\left(a_{\omega^{\frac{1}{2}}}\right)\right)^2 + \left(\left(b_{\omega^{\frac{3-1}{2}}}\right)\left(b_{\omega^{\frac{1}{2}}}\right) + \left(a_{\omega^{\frac{3-1}{2}}}\right)\left(a_{\omega^{\frac{1}{2}}}\right)\right)^2$

B) $c^2 = \omega^3 = \left(\left(a_{\omega^{\frac{3-1}{2}}}\right)\left(b_{\omega^{\frac{1}{2}}}\right) + \left(b_{\omega^{\frac{3-1}{2}}}\right)\left(a_{\omega^{\frac{1}{2}}}\right)\right)^2 + \left(\left(b_{\omega^{\frac{3-1}{2}}}\right)\left(b_{\omega^{\frac{1}{2}}}\right) - \left(a_{\omega^{\frac{3-1}{2}}}\right)\left(a_{\omega^{\frac{1}{2}}}\right)\right)^2$

$$c^2 = (x^2+y^2)^3 = \omega^3 = \left(\left(a_{\omega^{\frac{3-1}{2}}}\right)\left(b_{\omega^{\frac{1}{2}}}\right) - \left(b_{\omega^{\frac{3-1}{2}}}\right)\left(a_{\omega^{\frac{1}{2}}}\right)\right)^2 + \left(\left(b_{\omega^{\frac{3-1}{2}}}\right)\left(b_{\omega^{\frac{1}{2}}}\right) + \left(a_{\omega^{\frac{3-1}{2}}}\right)\left(a_{\omega^{\frac{1}{2}}}\right)\right)^2$$

$$c^2 = (x^2+y^2)^3 = \omega^3 = \left(\left(a_{\omega^{\frac{3-1}{2}}}\right)\left(b_{\omega^{\frac{1}{2}}}\right) + \left(b_{\omega^{\frac{3-1}{2}}}\right)\left(a_{\omega^{\frac{1}{2}}}\right)\right)^2 + \left(\left(b_{\omega^{\frac{3-1}{2}}}\right)\left(b_{\omega^{\frac{1}{2}}}\right) - \left(a_{\omega^{\frac{3-1}{2}}}\right)\left(a_{\omega^{\frac{1}{2}}}\right)\right)^2$$

Esempio esplicito più elementare: Terne: $(\omega^{\frac{1}{2}})$ 1 2 $5^{\frac{1}{2}}$ (terna radice) e $(\omega^{\frac{3-1}{2}})$ 3 4 5 (terna primaria)

A) $c^2 = 5^3 = ((3)(2) - (4)(1))^2 + ((4)(2) + (3)(1))^2 = (2)^2 + (11)^2$

B) $c^2 = 5^3 = ((3)(2) + (4)(1))^2 + ((4)(2) - (3)(1))^2 = (10)^2 + (5)^2$

Possiamo rappresentare ciò come in una sorta di tabellina pitagorica rettangolare, dove sul lato minore del rettangolo abbiamo *x* ed *y* (1 e 2) e sul maggiore *a* e *b* (3 e 4). Seguiamo la stessa strada del quadrato del binomio usata per costituire una terna con qualche variazione. Dopo aver fatto i relativi prodotti (nella figura) si sommano e si sottraggono (in valore assoluto) gli stessi sulle diagonali.

	3	4
1	3	4
2	6	8

6-4=**2** 8+3=**11** $(2)^2 + (11)^2 = 125$

6+4=**10** 8-3=**5** $(10)^2 + (5)^2 = 125$

	a	*b*
x	*xa*	*xb*
y	*ya*	*yb*

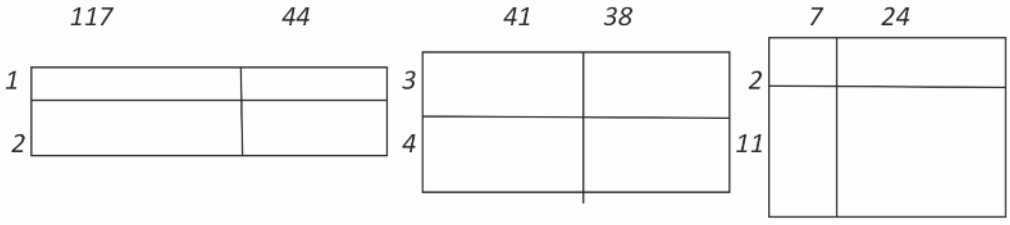
(ya+xb) (yb+xa) (ya+xb)²+(yb+xa)²= ω^3

(ya-xb) (yb-xa) (ya-xb)²+(yb-xa)² = ω^3

Si può scrivere tutto anche solo in *x y*: $(x^2+y^2)^3 = (3xy^2 - x^3)^2 + |y^3 - 3x^2y|^2$,
e al contempo: $(x^2+y^2)^3 = (xy^2+y^3)^2 + (x^3+2xy^2)^2$ che sono le due soluzioni per le terne con quadrato dell' ipotenusa in numero cubico.

Chiaramente aumentando *n,* aumentano i numeri di rettangoli, ad es. se *n=7*, (come quadrato dell'ipotenusa), allora dovremo prendere le coppie di *a* e di *b* di *n*=1 ed *n*=6, o anche di *n*=2 ed *n*=5, o anche di *n*=3 e *n*=4, che si possono costruire e quindi avere il numero di soluzioni paventate da Fermat, che, in sintesi sono: se *n* pari = $\frac{n}{2}$, se *n* dispari = $\frac{n+1}{2}$. *Es. per* 5^7

1, 2, $5^{\frac{1}{2}}$ 117, 44, $5^{\frac{6}{2}} = 5^3$ 3, 4 , 5 41, 38, $5^{\frac{5}{2}}$ 11, 2, $5^{\frac{3}{2}}$ 7, 24, $5^{\frac{4}{2}} = 5^2$



$5^7 = (205)^2 + (190)^2$ $5^7 = (275)^2 + (50)^2$ $5^7 = (125)^2 + (250)^2$

$5^7 = (29)^2 + (278)^2$ $5^7 = (29)^2 + (278)^2$ $5^7 = (29)^2 + (278)^2$,

Apparentemente 6 soluzioni, di fatto 4, di cui una sola non secondaria (che è poi quella più interessante per questo trattato). Il metodo funziona per qualsiasi numero $\omega = (4\mathbf{n}+1$, qui per **n** qualsiasi numero possibile) e per qualsiasi potenza = *n (*qui *n* qualsiasi potenza possibile*).* Quindi se per potenza: *n =11 (ad es.)* avremo 6 soluzioni : 2 per x= 1, 2 per x=2, 2 per x=3, 2 per x= 4 e 2 per x=5, quindi apparentemente 10, ma in tutti i casi una sola avrebbe le caratteristiche (valide anche per ipotenusa radicale) di terna primaria, le altre sarebbero sempre tutte secondarie. Perché abbiamo detto 6 soluzioni se ne appaiono 10, perché in ognuna delle 5 coppie avremo quella che potremmo considerare terna primaria (anche se l'ipotenusa è un radicale). Quindi in ogni coppia c'è la soluzione per la terna primaria (anche per *n* dispari la potremmo considerare così: di tipo primario), mentre le altre 5 soluzioni sono tutte terne secondarie. Quindi tutti i numeri primi (ω) della serie 4n+1 (e/o loro multipli) saranno ipotenusa con la caratteristica $\left(\omega^{\frac{n}{2}}\right)^2 = a^2 + b^2$, quindi $\omega^n = a^2 + b^2$.

Con una logica piuttosto simile abbiamo anche (cateto dispari $a = \vartheta^{\frac{n}{2}}$):

$$a^2 = \vartheta^n = \left(\left(c_{\vartheta^{\frac{n-x}{2}}}\right)\left(c_{\vartheta^{\frac{x}{2}}}\right) + \left(b_{\vartheta^{\frac{n-x}{2}}}\right)\left(b_{\vartheta^{\frac{x}{2}}}\right)\right)^2 - \left(\left(c_{\vartheta^{\frac{n-x}{2}}}\right)\left(b_{\vartheta^{\frac{x}{2}}}\right) + \left(b_{\vartheta^{\frac{n-x}{2}}}\right)\left(c_{\vartheta^{\frac{x}{2}}}\right)\right)^2$$

$$a^2 = \vartheta^n = \left(\left(c_{\vartheta^{\frac{n-x}{2}}}\right)\left(c_{\vartheta^{\frac{x}{2}}}\right) - \left(b_{\vartheta^{\frac{n-x}{2}}}\right)\left(b_{\vartheta^{\frac{x}{2}}}\right)\right)^2 - \left(\left(c_{\vartheta^{\frac{n-x}{2}}}\right)\left(b_{\vartheta^{\frac{x}{2}}}\right) - \left(b_{\vartheta^{\frac{n-x}{2}}}\right)\left(c_{\vartheta^{\frac{x}{2}}}\right)\right)^2$$

Anche questo lo potremmo osservare con i numeri rettangolari, visti prima per le potenze dell'ipotenusa, invece per il cateto pari ($b = j^{\frac{n}{2}}$), siamo costretti a cambiare metodo, essendo *a* e *c* sempre numeri dispari nella terna primaria, il che ci porterebbe a costruire solo terne secondarie. (mentre sappiamo che se *x* pari allora *y* dispari o viceversa).

Quindi: $b^2 = j^n = (2^{n-2}x^n + y^n)^2 - |y^n - 2^{n-2}x^n|^2$

Che si potrebbero comunque entrambe sintetizzare come: $a^2 = \vartheta^n = c^2 - b^2$ e $b^2 = j^n = c^2 - a^2$

Quindi possono esistere equazioni del tipo: $\omega^n = a^2 + b^2$, $\vartheta^n = c^2 - b^2$ e $j^n = c^2 - a^2$.

Cioè terne (pitagoriche) del tipo a, b, $\omega^{\frac{n}{2}}$ (quando il quadrato dell'ipotenusa è una potenza qualsiasi) oppure $\vartheta^{\frac{n}{2}}$, b, c (quando il quadrato del cateto dispari è una potenza qualsiasi) o anche a, $j^{\frac{n}{2}}$, c (quando il quadrato del cateto pari è una potenza qualsiasi).
A questo punto sarebbe lecito chiedersi perché non possa esistere $\omega^n = \vartheta^n + j^n$.

Se abbiamo ben compreso il meccanismo risulta chiaro che qualsiasi numero ω, ϑ, j va a costruire terne a qualsiasi *n,* partendo però dalle *x y* della terna radice, cioè da quelle del Porisma di Bachet, o se preferiamo

dalle *x y* quadrato del binomio. Non c'è altro modo. Sappiamo che è già abbastanza raro avere una terna con due potenze, vedremo che è impossibile inoltre che siano la stessa (attraverso la comprensione della famosa discesa ad infinitum), figuriamoci tre. Potremmo pensare che questa fosse la strada per la dimostrazione del Teorema di Fermat, usando una matematica abbastanza primitiva, ma, seppure ci fa percepire qualcosa, tutto questo ci è servito per vedere quale poteva essere il campo di lavoro del giudice francese e come potesse lavorare con le potenze. D'altronde lo stesso giudice francese avrebbe potuto scegliere la strada già percorsa per dimostrare che l'area di un triangolo rettangolo non è mai equivalente ad un quadrato, asserendo che l'area di un rettangolo (base *b = 2xy* e altezza $a = y^2 - x^2$), non è mai un quadrato ne altra potenza qualsiasi.

Ma la cosa importante da comprendere è perché Fermat abbia indicato la sua riduzione ad infinitum, come strada da seguire per risolvere la sua congettura.

$$y^4 - x^4 \neq z^2$$

Ricordiamo che la discesa ad infinitum serviva proprio per dimostrare a Fermat che l'area di un triangolo rettangolo di interi non fosse mai uguale ad un quadrato. Perché?

Sappiamo che l'area di un TR è: $S = \frac{ab}{2}$, ma $a = y^2 - x^2, \quad b = 2xy$ quindi anche: $S = (y^2 - x^2)(xy)$ essendo *a* sempre dispari e *b/2* sempre pari, dovremo avere entrambi i termini dell'equazione uguali a quadrati. Sappiamo per il Teorema di Pitagora che $y^2 - x^2$ può essere un quadrato, ma perché lo sia *xy* (numeri interi non multipli tra loro), dovremo avere (semplificando) che x=x^2 e y=y^2. Bene, ma a questo punto $y^4 - x^4$ dovrebbe essere uguale ad un quadrato. Fermat con la discesa ad infinitum dimostra che è impossibile e raggiunge il suo obiettivo. Ma ci offre anche qualcosa in più, potremmo dire un postulato al teorema di Pitagora, che probabilmente sappiamo tutti per esperienza, ma qui è anche dimostrato: visto che $y^4 - x^4 \neq z^2$, allora due termini qualsiasi di una terna non ne possono costruire un'altra, un postulato al teorema di Pitagora, sull'unicità della terna:

Se $a^2 + b^2 = c^2$, allora $|b^2 - a^2| \neq \delta^2$,

oppure se $c^2 - a^2 = b^2$ allora $c^2 + a^2 \neq \delta^2$

e anche se $c^2 - b^2 = a^2$, allora $c^2 + b^2 \neq \delta^2$ poiché appunto in generale $y^4 - x^4 \neq z^2$

La gran parte dei matematici ha pensato che $y^4 - x^4 \neq z^2$, ci dava la soluzione per *n*=4, il che è vero, ma anche da un altro punto di vista: dato che $a = y^2 - x^2$ e $c = x^2 + y^2$, proprio per la discesa ad infinitum è impossibile che possano essere entrambi dei quadrati. Ma sappiamo anche che dovremmo avere, per $c = \omega^{\frac{n}{2}}, \quad \omega^{\frac{n}{2}} = x^2 + y^2,$ e allo stesso modo, per $a = \vartheta^{\frac{n}{2}}$, $\vartheta^{\frac{n}{2}} = y^2 - x^2$. Ma anche questo è impossibile il che porterebbe a trasformare la discesa ad infinitum in $y^4 - x^4 \neq z^{\frac{n}{2}}$, risolvibile solo per n=2. Quando *n*=2 abbiamo un intero. Di fatto se $a = \vartheta^{\frac{n}{2}}$ e $c = \omega^{\frac{n}{2}}$, non possono coesistere sullo stesso triangolo rettangolo sarebbe in se già dimostrato l'ultimo teorema.

Seppure interessante non crediamo sia neanche questa la via maestra che abbia seguito Fermat, seppur nelle sue corde, in primis perché non è eccessivamente mirabile come lui ci dice, poi non è neanche troppo lunga per non entrare nei margini della pagina. Ma è proprio la pagina che leggeva Fermat, annotando il suo ultimo Teorema, che ci dà un'indicazione importante. In quella pagina Diofanto trattava i triangoli zoppi, cioè quell'infinita serie di Triangoli rettangoli di interi in cui c-b=1 (questa la zoppia); dal punto di vista euclideo la cosa ci direbbe ben poco, ma dopo tutto quello che abbiamo detto e che Fermat conosceva, questi triangoli zoppi possono aver acceso la lampadina al genio del giudice francese.
In che modo?

$$c = x^2 + y^2, \quad b = 2xy, \quad c - b = y^2 - 2xy + x^2 = (y - x)^2,$$

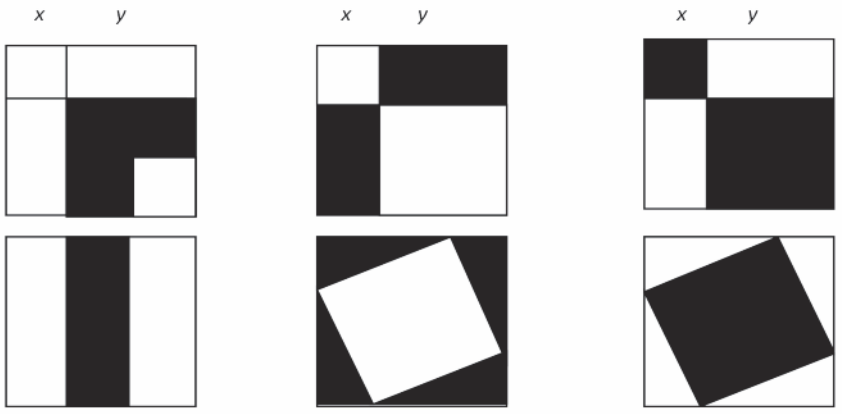
Quindi quel *c-b=1* dei triangoli zoppi è anche esso un quadrato, ma ancora di più: in ogni terna o triangolo rettangolo di interi *c-b* $= (y-x)^2 = m^2$ (*c-b* è sempre un quadrato). Vedendola dal punto di vista del metodo mesopotamico quando *y-x=1* avremo i triangoli zoppi di Diofanto.

Ed a questo punto anche: $c + b = y^2 + 2xy + x^2 = (x+y)^2$, quindi anche *c+b* è sempre uguale ad un quadrato: *c+b* $= (x+y)^2 = p^2$ anche *c+b* sempre un quadrato (D'altronde $c^2 - b^2 = m^2p^2 = a^2$)

Ed ancora $c = x^2 + y^2$, $a = y^2 - x^2$: $c + a = 2y^2$, $c - a = 2x^2$. (*c-a e/o c+a* sempre il doppio di un quadrato)

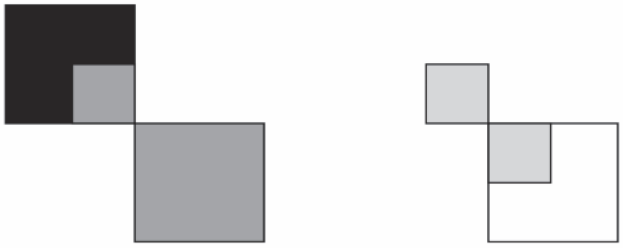
Ma ora possiamo vedere tutto ciò. Tutte equazioni che possiamo osservare con l'antica *algebra* visualizzata (riprendiamo la fig. dalla I parte): *a* in nero, *b* in nero, e *c* in nero.

$a = y^2 - x^2$, $b = 2xy$, $c = x^2 + y^2$



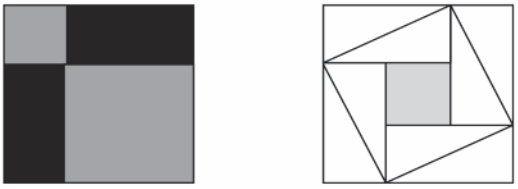
o anche:

$a + c = 2y^2$ $c-a = 2x^2$



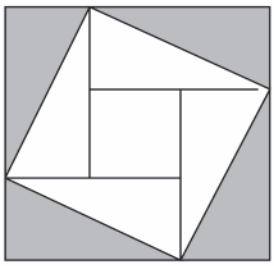
E per *c+b* $= (x+y)^2 = p^2$ *c-b* $= (y-x)^2 = m^2$

p = x + y *m=y-x*



Quando *y-x=1* abbiamo i triangoli zoppi di Diofanto con *c-b=1²*. Come nota di colore possiamo aggiungere che in antichità si parlava anche di doppia zoppia: (quando *x=1, da cui:* $c = y^2 + 1^2, a = y^2 - 1^2$) *quindi c-a=2.*

E' evidente che anche questa strada vive dentro la dimostrazione ad infinitum che $\omega^4 - j^4 \neq z^2$, che sembrerebbe valere solo per le quarte potenze, ma dobbiamo aprire la visuale considerando che Fermat ci ha spiegato come si costruiscono terne per qualsiasi potenza. Se torniamo all'antico Chou Pei abbiamo la possibilità di osservare:



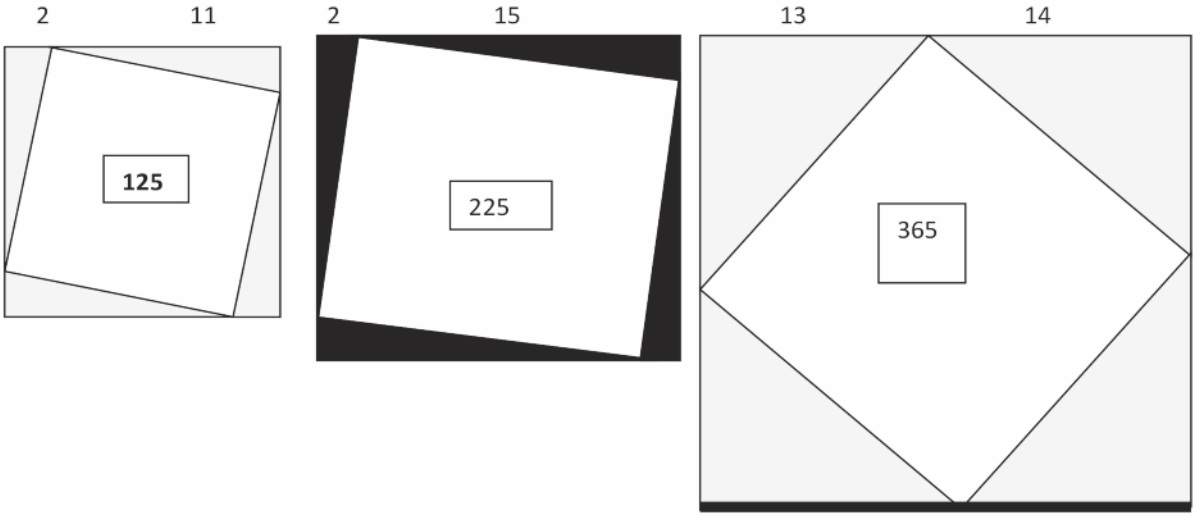
se per ipotesi il quadrato dell'ipotenusa fosse ω^4 e la somma dei quattro rettangoli j^4, la loro somma *sarebbe p² (tutto il quadrato)* mentre la loro differenza sarebbe *m² (il quadratino centrale)*

Il quadrato dell'ipotenusa sarà a sua volta ipotenusa di una terna, mentre la somma dei quattro rettangoli numericamente ci darà il suo cateto di ordine pari, ma se anche esso fosse un quadrato allora avremmo: $\omega^4 - j^4 = (\omega^2 - j^2)(\omega^2 + j^2) = z^2 = m^2p^2$, ma per la discesa ad infinitum di Fermat ciò è impossibile. Quindi quando il numero ipotenusa è un quadrato non lo può essere il numero del cateto pari e viceversa (p^2 è tutto il quadrato del binomio $(x + y)^2$, m^2 è il quadratino centrale (uguale ad 1 nei triangoli zoppi) $(y - x)^2$). Quindi $\omega^4 - j^4 \neq z^2$ Apparentemente abbiamo sempre dimostrato che la differenza di due biquadrati (come avrebbe detto Fermat) non è mai eguale ad un quadrato, seguendo la via diofantea.

Ma la figura non cambia per potenze maggiori, per assurdo: $\omega^n - j^n = \left(\omega^{\frac{n}{2}} - j^{\frac{n}{2}}\right)\left(\omega^{\frac{n}{2}} + j^{\frac{n}{2}}\right) = z^2 = m^2p^2$. Ma sempre per l'unicità della terna e quindi per la discesa ad infinitum neanche ciò è mai possibile.

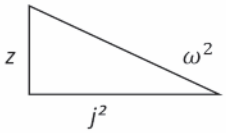
In sintesi: $\omega^n - j^n \neq z^2$

Possiamo ad esempio osservare $\omega^3 = a^2 + b^2$, e allo stesso tempo $j^3 = c^2 - a^2$ e $\vartheta^3 = c^2 - b^2$, partendo dalla classica 3 4 5, ma il metodo è lo stesso per qualsiasi terna e quindi per i numeri in essa contenuti: 125= $5^3 = 11^2 + 2^2$, mentre 64= $4^3 = 17^2 - 15^2$ e 27= $3^3 = 365^2 - 364^2$



Nel primo caso $c^2 = 125 = \omega^3 = 5^3$, nel secondo $j^3 = 64 = 4^3 = c^2 - a^2$ e corrisponde alla somma dei 4 TR neri, nel terzo caso $\vartheta^3 = 27 = 3^3 = c^2 - b^2$ e la linea con spessore (per dirla alla Omar Khayan)

Adesso avendo compreso le conseguenze del Porisma di Bachet e della discesa ad infinitum possiamo osservare $\omega^4 - j^4 \neq z^2$ se così non fosse potremmo avere:

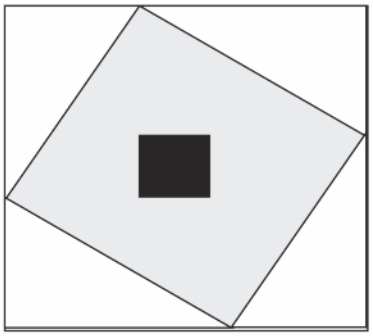


Ma allora dovrebbero esistere: $x = \sqrt{\frac{\omega^2 - z}{2}}$ e $y = \sqrt{\frac{\omega^2 + z}{2}}$

I 4 tr bianchi saranno j^2

Ma tutto il quadrato è nero è $m^2 = (y - x)^2$

$\omega^2 - j^2 = m^2$. Ma allora per la discesa ad infinitum



il quadrato grigio sarà ω^2

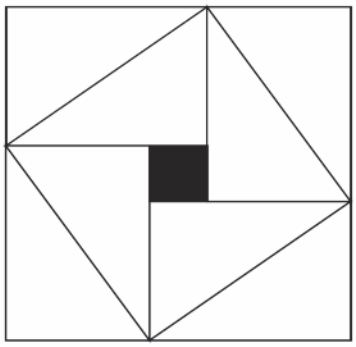
$p^2 = (x + y)^2$, mentre il quadratino

Ma allora $\omega^2 + j^2 = p^2$ ed anche

$\omega^4 - j^4 = m^2 p^2 = z^2$, ma sappiamo che questo è impossibile.

Ed è impossibile per lo stesso motivo per qualsiasi potenza ad es:

Se per assurdo esistesse una terna tale che $\omega^3 = j^3 + \vartheta^3$ Avremmo che: $\omega^{\frac{3}{2}} - j^{\frac{3}{2}} = m^2$, $\omega^{\frac{3}{2}} + j^{\frac{3}{2}} = p^2$



$\left(\omega^{\frac{3}{2}}\right)^2 - \left(j^{\frac{3}{2}}\right)^2 = z^2 = m^2 p^2 (= \left(\vartheta^{\frac{3}{2}}\right)^2)$

Il che è assurdo sia per il postulato sull'unicità della terna che per la discesa ad infinitum di Fermat stessa.

(vedremo meglio avanti)

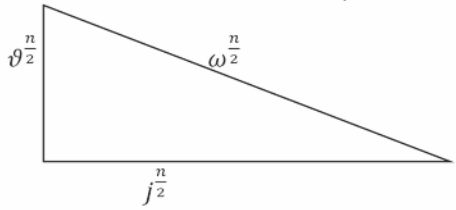
Tutto ciò è valido per qualsiasi potenza

Quindi $\omega^n - j^n = \left(\omega^{\frac{n}{2}}\right)^2 - \left(j^{\frac{n}{2}}\right)^2 \neq z^2$ di fatto va a dimostrare il Teorema di Fermat.

Abbiamo già visto circa l'impossibilità di avere *c* ed *a* allo stesso grado di potenza proprio per la discesa ad infinitum e l'unicità della terna. Ma dato che, come sappiamo *c+a=2y²*, e *c-a=2x²*, allora: $c^2 - a^2 = 4x^2y^2$, cioè uguale a b^2. Ma nel caso di potenze ci troveremmo con l'ipotetica:
$\omega^n - \vartheta^n = \left(\omega^{\frac{n}{2}} - \vartheta^{\frac{n}{2}}\right)\left(\omega^{\frac{n}{2}} + \vartheta^{\frac{n}{2}}\right) = z^2 = 4x^2y^2$. Ma anche essa impossibile. Quindi anche qui:

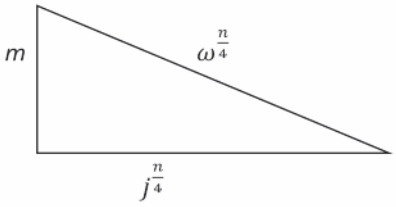
$\omega^n - \vartheta^n = \left(\omega^{\frac{n}{2}}\right)^2 - \left(\vartheta^{\frac{n}{2}}\right)^2 \neq z^2$ di fatto rafforza la dimostrazione del Teorema di Fermat.

Abbiamo una prova del nove con una classica dimostrazione per assurdo. Se per assurdo esistesse:



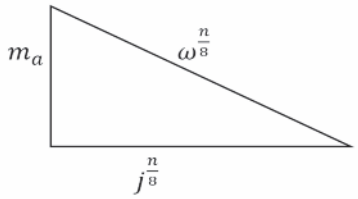
Allora avremmo che 1) $\omega^{\frac{n}{2}} - j^{\frac{n}{2}} = m^2$ e 2) $\omega^{\frac{n}{2}} + j^{\frac{n}{2}} = p^2$.

Da 1) allora dovrebbe esistere:



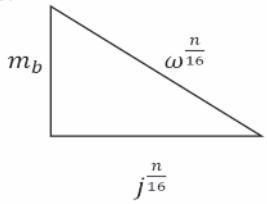
Allora avremmo che $1a)\ \omega^{\frac{n}{4}} - j^{\frac{n}{4}} = m_a^2$ e $2a)\ \omega^{\frac{n}{4}} + j^{\frac{n}{4}} = p_a^2$.

Da 1a) allora dovrebbe esistere:



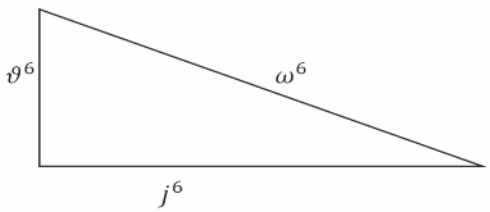
Allora avremmo che $1b)\ \omega^{\frac{n}{8}} - j^{\frac{n}{8}} = m_b^2$ e $2b)\ \omega^{\frac{n}{8}} + j^{\frac{n}{8}} = p_b^2$.

Da 1b) allora dovrebbe esistere:



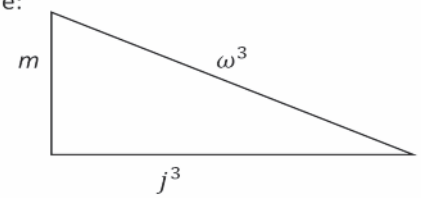
Allora avremmo che $1c)\ \omega^{\frac{n}{16}} - j^{\frac{n}{16}} = m_c^2$ e $2c)\ \omega^{\frac{n}{16}} + j^{\frac{n}{16}} = p_c^2$ e così via all'infinito, appunto.

Una potenza come *n*=12 può togliere qualche dubbio, sempre con una dimostrazione per assurdo. Se per assurdo esistesse: $\omega^{12} - j^{12} = \vartheta^{12}$, allora esisterebbe:



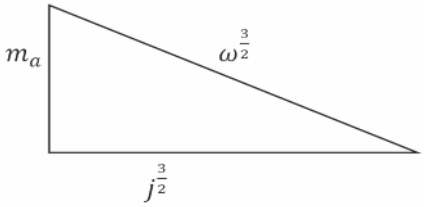
Allora avremmo che $1)\ \omega^6 - j^6 = m^2$ e $2)\ \omega^6 + j^6 = p^2$.

Da 1) allora dovrebbe esistere:



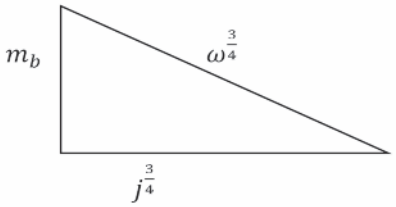
Allora avremmo che $1a)\ \omega^{\frac{3}{2}} - j^{\frac{3}{2}} = m_a^2$ e $2a)\ \omega^{\frac{3}{2}} + j^{\frac{3}{2}} = p_a^2$.

Da 1a) allora dovrebbe esistere:



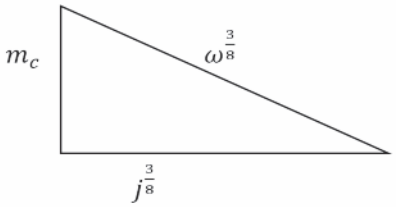
Allora avremmo che $1b)\ \omega^{\frac{3}{2}} - j^{\frac{3}{2}} = m_b^2$ e $2b)\ \omega^{\frac{3}{2}} + j^{\frac{3}{2}} = p_b^2$.

Da 1b) allora dovrebbe esistere:



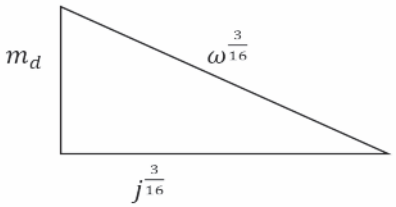
Allora avremmo che $1c)\ \omega^{\frac{3}{4}} - j^{\frac{3}{4}} = m_c^2$ e $2c)\ \omega^{\frac{3}{4}} + j^{\frac{3}{4}} = p_c^2$.

Da 1c) allora dovrebbe esistere:



Allora avremmo che $1d)\ \omega^{\frac{3}{8}} - j^{\frac{3}{8}} = m_d^2$ e $2d)\ \omega^{\frac{3}{8}} + j^{\frac{3}{8}} = p_d^2$.

Da 1d) allora dovrebbe esistere:



Allora avremmo che $1e)\ \omega^{\frac{3}{16}} - j^{\frac{3}{16}} = m_e^2$ e $2e)\ \omega^{\frac{3}{16}} + j^{\frac{3}{16}} = p_e^2$.

Sempre una discesa ad infinitum.

Quindi in conclusione avendo teoricamente per assurdo che: $a=\vartheta^{\frac{n}{2}}$, $b=j^{\frac{n}{2}}$ e $c=\omega^{\frac{n}{2}}$

Avremmo per $c^2 - b^2 = \omega^n - j^n = \left(\omega^{\frac{n}{2}}\right)^2 - \left(j^{\frac{n}{2}}\right)^2 \neq \left(\vartheta^{\frac{n}{2}}\right)^2$

Allo stesso modo per $c^2 - a^2 = \omega^n - \vartheta^n = \left(\omega^{\frac{n}{2}}\right)^2 - \left(\vartheta^{\frac{n}{2}}\right)^2 \neq \left(j^{\frac{n}{2}}\right)^2$

Ed in maniera diversa $a^2 + b^2 = \vartheta^n + j^n = (x^2+y^2)^2 + (2xy)^2 = \left(\vartheta^{\frac{n}{2}}\right)^2 + \left(j^{\frac{n}{2}}\right)^2 \neq \left(\omega^{\frac{n}{2}}\right)^2$

Abbiamo visto che sono tutte e tre impossibili

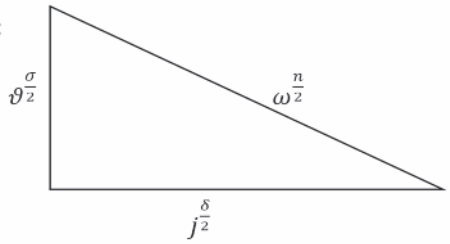
O meglio $\omega^n \neq j^n + \vartheta^n$

(Queste anche le ragioni per cui non possiamo mai incontrare: $\omega^n \neq j^n + \vartheta^2$, oppure $\omega^n \neq j^2 + \vartheta^n$ o anche $\omega^2 \neq j^n + \vartheta^n$).

Non cambia molto per la Congettura di Beel: $\omega^n \neq j^\delta + \vartheta^\sigma$

Il discorso è lo stesso; se corriamo dietro ai numeri o alle potenze diventa un infinito rompicapo, ma tenendo conto che c'è un telaio su cui si costruiscono tutte le terne, possiamo vedere che anche qui dovremmo avere $\omega^{\frac{n}{2}} = c = x^2 + y^2$ $\quad \vartheta^{\frac{\sigma}{2}} = a = y^2 - x^2$, $\quad j^{\frac{\delta}{2}} = b = 2xy$

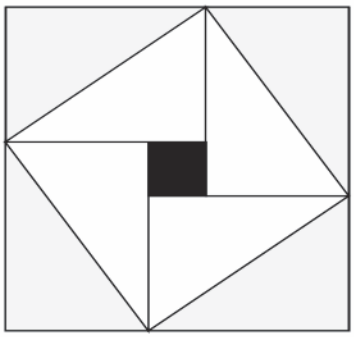
In modo che potesse per assurdo esistere:



Quindi $\left(\omega^{\frac{n}{2}}\right)^2 - \left(j^{\frac{\delta}{2}}\right)^2 = m^2p^2$, ed anche qui andremmo verso una discesa ad infinitum. Il fatto che abbiano due esponenti diversi non cambia nulla proprio per l'unicità delle terne; se per assurdo

$\omega^{\frac{n}{2}} + j^{\frac{\delta}{2}} = p^2, \quad \omega^{\frac{n}{2}} - j^{\frac{\delta}{2}} = m^2$

Di fatto avremmo la solita figura:



$\left(\omega^{\frac{n}{2}}\right)^2 - \left(j^{\frac{\delta}{2}}\right)^2 = z^2 = m^2p^2 (= \left(\vartheta^{\frac{\sigma}{2}}\right)^2)$

Il che è assurdo sia per il postulato sull'unicità della terna che per la discesa ad infinitum di Fermat stesso

Tutto ciò è valido per qualsiasi potenza

Quindi $\omega^n - j^\sigma = \left(\omega^{\frac{n}{2}}\right)^2 - \left(j^{\frac{\sigma}{2}}\right)^2 \neq z^2$ di fatto dimostra la congettura di Beal.

Anche qui $\omega^n - \vartheta^\sigma = \left(\omega^{\frac{n}{2}}\right)^2 - \left(\vartheta^{\frac{\sigma}{2}}\right)^2 \neq z^2$

Inoltre sappiamo che: $c^2 = \omega^n = \left(\left(a_{\omega^{\frac{n-x}{2}}}\right)\left(b_{\omega^{\frac{x}{2}}}\right) \mp \left(b_{\omega^{\frac{n-x}{2}}}\right)\left(a_{\omega^{\frac{x}{2}}}\right)\right)^2 + \left(\left(b_{\omega^{\frac{n-x}{2}}}\right)\left(b_{\omega^{\frac{x}{2}}}\right) \mp \left(a_{\omega^{\frac{n-x}{2}}}\right)\left(a_{\omega^{\frac{x}{2}}}\right)\right)^2$

Cioè $c^2 = \omega^n = {a_c}^2 + {b_c}^2$

Mentre: $a^2 = \vartheta^\sigma = \left(\left(c_{\vartheta^{\frac{\sigma-x}{2}}}\right)\left(c_{\vartheta^{\frac{x}{2}}}\right) + \left(b_{\vartheta^{\frac{\sigma-x}{2}}}\right)\left(b_{\vartheta^{\frac{x}{2}}}\right)\right)^2 - \left(\left(c_{\vartheta^{\frac{\sigma-x}{2}}}\right)\left(b_{\vartheta^{\frac{x}{2}}}\right) + \left(b_{\vartheta^{\frac{\sigma-x}{2}}}\right)\left(c_{\vartheta^{\frac{x}{2}}}\right)\right)^2$

Cioè $a^2 = \vartheta^\sigma = {c_a}^2 - {b_a}^2$

E che: $b^2 = j^\delta = (2^{\delta-2}x^\delta + y^\delta)^2 - |y^\delta - 2^{\delta-2}x^\delta|^2$ Cioè $b^2 = j^\delta = {c_b}^2 - {a_b}^2$

Similmente all'ultimo Teorema di Fermat qui avremo:

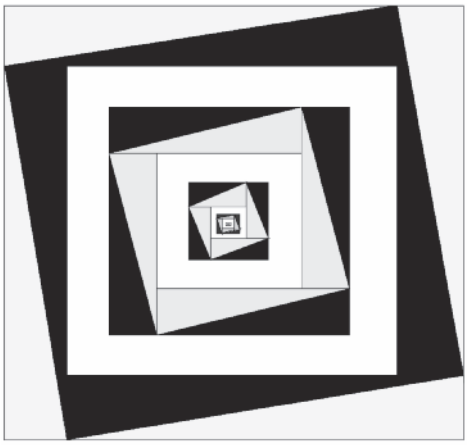
$$\omega^n \neq j^\delta + \vartheta^\sigma$$

Abbiamo in alcune equazioni (come anche quelle della congettura di Catalan Fermat) due degli elementi della terna come potenze o radici di potenze qualsiasi. Le potremo vedere con calma in altra sede, ma va detto che in alcuni rari casi siamo nella possibilità delle terne viste col metodo di Fermat, per altri invece abbiamo o la *x* iniziale o la *y* o entrambe (del quadrato del binomio e/o Porisma di Bachet) numeri non interi, ma anche così non è possibile avere contemporaneamente tre potenze qualsiasi o loro radicali su una stessa terna.

Potremmo condensare *la riduzione ad infinitum* sia per il Teorema di Fermat che per la Congettura di Beel in questa figura geometrica, letta, per tutto quello che abbiamo detto, come un Chou Pei ad infinitum.

$\omega^n - j^n = \left(\omega^{\frac{n}{2}} + j^{\frac{n}{2}}\right)\left(\omega^{\frac{n}{2}} - j^{\frac{n}{2}}\right) \neq z^2 \neq m^2p^2 \neq \left(\vartheta^{\frac{n}{2}}\right)^2$ e

$\omega^n - j^\delta = \left(\omega^{\frac{n}{2}} + j^{\frac{\delta}{2}}\right)\left(\omega^{\frac{n}{2}} - j^{\frac{\delta}{2}}\right) \neq z^2 \neq m^2p^2 \neq \left(\vartheta^{\frac{\sigma}{2}}\right)^2$ Salvo per potenze eguali ad 1 e 2



Conclusioni e riassunto in Sintesi: Hp 1, 2, 3, 4

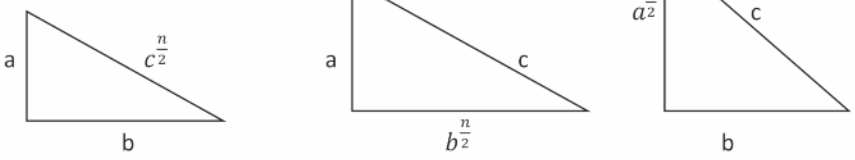
1) Fermat conosceva le fondamenta del metodo mesopotamico (con il Porisma di Bachet alla sua prima osservazione su Diofanto): $a = y^2 - x^2$, $b = 2xy$, $c = x^2 + y^2$.
2) Fermat aveva già definito la discesa ad infinitum $y^4 - x^4 \neq z^2$

Fermat poteva aver coniato dalla discesa ad infinitum un postulato dal Teorema di Pitagora tale che:

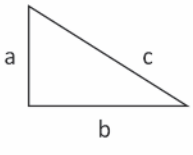
Se $a^2 + b^2 = c^2$, allora $|b^2 - a^2| \neq \delta^2$, oppure se $c^2 - a^2 = b^2$ allora $c^2 + a^2 \neq \delta^2$

e anche se $c^2 - b^2 = a^2$, allora $c^2 + b^2 \neq \delta^2$ poiché appunto in generale $y^4 - x^4 \neq z^2$ Diremmo dell'Unicità sella Terna (che è una colonna fondante di tutto il percorso).

3) Sempre dal metodo mesopotamico (osservazione alla questione 22 del libro 3) Fermat poteva affermare che $c^n = a^2 + b^2$, e che quindi si potevano considerare semiprimarie terne del tipo: a, b, $\sqrt{c^{\frac{n}{2}}}$, di conseguenza anche $a^n = c^2 - b^2$ e $b^n = c^2 - a^2$ e quindi esistere questi tre TR, in progressione di potenze dal Porisma di Bachet:



Oltre alla classica (sempre di riferimento)



4) Fermat studiando i triangoli zoppi si era reso conto che in una terna primaria c-b=$m^2 = (y - x)^2$, e c+b=$p^2 = (y + x)^2$, da qui $y^4 - x^4 \neq z^2$, $y^4 - x^4 \neq m^2p^2$, chiaramente se $y^2 - x^2 = m^2$ allora $y^2 + x^2 \neq p^2$ e viceversa se $y^2 + x^2 = p^2$ allora $y^2 - x^2 \neq m^2$ *(a=mp)*

Th: A) $c^n - b^n \neq z^2$ B) $c^n \neq a^n + b^n$ e C) $c^n \neq a^\delta + b^j$

5) Unendo i punti precedenti vediamo che , da $y^4 - x^4 \neq z^2 \neq m^2p^2$, $(y^2)^2 - (x^2)^2 \neq m^2p^2$, $(y^2 - x^2)(x^2 + y^2) \neq m^2p^2$, che si traduce in: $y^n - x^n \neq m^2p^2$, $\left(y^{\frac{n}{2}}\right)^2 - \left(x^{\frac{n}{2}}\right)^2 \neq m^2p^2$, $\left(y^{\frac{n}{2}} - x^{\frac{n}{2}}\right)\left(x^{\frac{n}{2}} + y^{\frac{n}{2}}\right) \neq m^2p^2 \neq z^2$, che portato in una terna pitagorica ci dice che:

$\left(c^{\frac{n}{2}}\right)^2 - \left(b^{\frac{n}{2}}\right)^2 \neq m^2p^2 \neq z^2$, $\left(c^{\frac{n}{2}} - b^{\frac{n}{2}}\right)\left(b^{\frac{n}{2}} + c^{\frac{n}{2}}\right) \neq m^2p^2 \neq z^2$,

quindi: $c^n - b^n \neq m^2p^2 \neq z^2 \neq a^n$, eccetto che per *n=1 o 2*

Che di fatto dovrebbe essere la strada più consona a Fermat, ma anche:

$\left(c^{\frac{n}{2}}\right)^2 - \left(a^{\frac{n}{2}}\right)^2 \neq z^2 \neq 4x^2y^2$, $\left(c^{\frac{n}{2}} - a^{\frac{n}{2}}\right)\left(a^{\frac{n}{2}} + c^{\frac{n}{2}}\right) \neq 4x^2y^2 \neq z^2$, quindi anche:

$c^n - a^n \neq 4x^2y^2 \neq z^2 \neq b^n$. Comunque se $\left(c^{\frac{n}{2}} - b^{\frac{n}{2}}\right)\left(b^{\frac{n}{2}} + c^{\frac{n}{2}}\right) \neq z^2$, allora:

$$c^n \neq a^n + b^n,$$

6) Per la congettura di Beal non cambia molto:

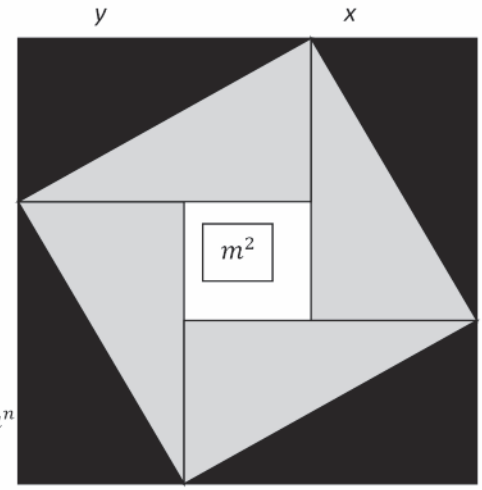
$\left(c^{\frac{n}{2}}\right)^2 - \left(b^{\frac{\delta}{2}}\right)^2 \neq m^2p^2 \neq z^2$, $\left(c^{\frac{n}{2}} - b^{\frac{\delta}{2}}\right)\left(b^{\frac{\delta}{2}} + c^{\frac{n}{2}}\right) \neq m^2p^2 \neq z^2$,

quindi: $c^n - b^\delta \neq m^2p^2 \neq z^2 \neq a^\sigma$,

come anche:

$\left(c^{\frac{n}{2}}\right)^2 - \left(a^{\frac{\sigma}{2}}\right)^2 \neq z^2 \neq 4x^2y^2$, $\left(c^{\frac{n}{2}} - a^{\frac{\sigma}{2}}\right)\left(a^{\frac{\sigma}{2}} + c^{\frac{n}{2}}\right) \neq 4x^2y^2 \neq z^2$, quindi anche:

$c^n - a^\sigma \neq 4x^2y^2 \neq z^2 \neq b^\delta$, quindi: $c^n \neq a^\sigma + b^\delta$,



Comunque i 4 TR neri ci danno *b*

Mentre i 4 TR grigi + quadratino bianco: *c*

Se li sommiamo ci danno tutta la figura: p^2

La loro differenza ci da: m^2 *(a=mp)*

c-b=m² c+b=p² c²-b²=m²p²=a²

Se *c* e *b* sono potenze o radici di potenze

$c^n - b^n \neq m^2p^2 \neq a^n$ $c^n - b^j \neq m^2p^2 \neq a^\delta$

Per $n \neq 1$ e 2 Per n, j, $\delta \neq 1$ e 2

Bibliografia

Euclide, *Elementi*, Lemma 1 alla Prop. X, 29 (*Tutte le Opere* di Fabio Acerbi, Ed. Bompiani).
Diofanto, *Arithmetica* (versione integrale consultabile in PDF).
Fermat, *Osservazioni su Diofanto*, (1670 postumo) - *Porisma di Bachet*, Premessa alla *I Osservazione* - (Bollati Boringhieri riedito 2006).
Otto Neugebauer, *Le scienze esatte dell'Antichità* (1952, tradotto nel 1972, Ed. Feltrinelli 1974)
V. Capparelli, *Il tenore di vita pitagorico ed il problema dell'Omoiosis* (Ed. Zannoni & Figlio Pd., 1954).
Carl B. Boyer, *Storia della Matematica*" (1968, tradotto nel 1980, Ed. Mondatori).
P. Zellini, *Gnomon* (1999, Ed. Adelphi).
S. Maracchia, *Storia dell'Algebra*" (Ed. Liguori, 2005).
Gianluca Ciampi, *Archeomatematica, il Metodo mesopotamico*" («Scienza e Tecnica», anno LXXXV, NN. 561-562, 2022).

quando neve e ghiaccio fanno la loro comparsa anche l'efficienza dei trasporti ferrotranviari collassa

di IGNAZIO PARISI

Puntualmente, con l'arrivo dell'inverno, iniziano i primi problemi alla circolazione, soprattutto sulle strade di montagna o nelle zone interessate da forti precipitazioni nevose. In realtà le nevicate non sono tutte uguali: le temperature dell'aria e della strada determinano il modo in cui i fiocchi di neve tendono ad accumularsi in superficie. Tendenzialmente, fenomeni che avvengono sopra la temperatura di 0°C fanno più fatica a creare situazioni di accumulo. Ciò accade in particolare se la strada è sufficientemente calda; in queste condizioni, la neve tende semplicemente a bagnare la strada.

La neve sono piccoli cristalli di acqua gelata che si formano nella parte superiore della troposfera per assorbimento di goccioline d'acqua. Quando queste goccioline d'acqua si scontrano, si uniscono per formare fiocchi di neve. Quando il fiocco ha un peso maggiore della resistenza dell'aria, cade al suolo. Un manto nevoso è generalmente costituito da strati di diversi tipi di neve, ognuno dei quali caratterizzato da un maggiore o minore grado di omogeneità.

Quando la neve cade e la temperatura ambiente rimane al di sotto di zero gradi, persisterà e continuerà a essere conservata; se la temperatura aumenta, i fiocchi inizieranno a sciogliersi. La temperatura alla quale si formano i fiocchi di neve è solitamente di -5°C.

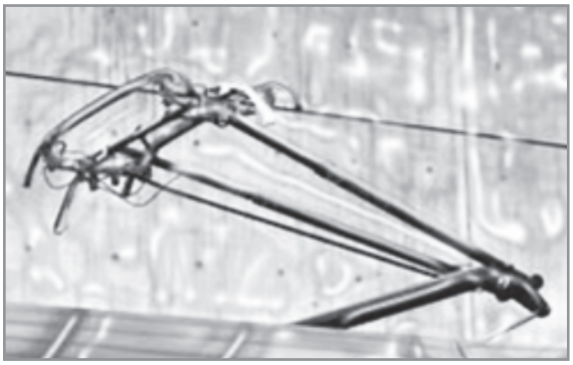


Come ogni altra variabile meteorologica la neve presenta sia instabilità spaziale che temporale, ed è un indice importante dei cambiamenti climatici in atto, poiché è soggetta sia alle variazioni di temperatura che alle variazioni dei regimi precipitativi. Cercare di conoscere la variabilità della nevosità comporta anche uno studio sulle temperature e precipitazioni, valutando al contempo i cambiamenti climatici in larga scala. Sovente le condizioni meteorologiche, che possono essere responsabili di fenomeni di formazione di ghiaccio, riducono sensibilmente i livelli di sicurezza; il coefficiente di attrito si riduce quasi a zero e gli spazi di frenata aumentano in maniera molto significativa. Gli interventi di salatura delle strade sono finalizzati proprio a ridurre questi pericoli. Grazie al sale, il punto di congelamento dell'acqua viene abbassato, evitando così che in condizioni di temperature di qualche grado sotto i 0°C l'acqua sulla superficie stradale si trasformi in ghiaccio.

La salvaguardia della totale e ininterrotta funzionalità delle vie di comunicazione e il suo potenziamento in termini di efficienza è oggi esigenza imprescindibile per le aziende ferrotranviarie e stradali per leå qåuali si vengono a creare importanti problemi specifici quali le interferenze tra le linee ferroviarie e le strade ordinarie.

Le prime ferrovie nacquero per il traino di merci e attrezzature militari. Negli anni, attraverso percorsi travagliati, il trasporto ferroviario è diventato un mezzo di locomozione sociale, predominante nel mondo intero. Lo sviluppo della rete raggiunse il suo massimo a inizio Novecento, quando le linee ferroviarie arrivarono a raggiungere praticamente ogni parte del territorio. Dagli anni Cinquanta iniziarono a essere attuate politiche di soppressione dei cosiddetti "rami secchi", che colpirono soprattutto le linee a scartamento ridotto, riducendo i chilometri di rete ferroviaria in attività.

La trazione a vapore sin da subito manifestò i suoi limiti e fu soprattutto la dipendenza, dall'unica fonte di energia quale il carbone, a spingere, primi fra tutti i paesi montuosi e poveri di combustibili fossili, come anche l'Italia, a cercare alternative alla trazione a vapore: alternativa che fu trovata nella nascente tecnologia elettrica. Per il trasporto ferroviario ogni paese ha sviluppato la trazione elettrica considerandola, al momento della scelta, più affidabile e meno costosa.



Fu alla fine del XIX secolo che la trazione elettrica fu rapidamente applicata, in particolar modo, ai trasporti urbani. Tuttavia fino alla fine della prima guerra mondiale l'introduzione della trazione elettrica nei trasporti extraurbani fu abbastanza limitata per vari motivi e a oggi RFI gestisce più di 12.160 km di linee elettrificate. La fornitura, la trasmissione e il controllo dell'energia elettrica per la trazione dei treni avvengono attraverso il sistema della catenaria, ovverosia dell'insieme delle condutture che distribuiscono l'energia elettrica sulla linea e la trasmettono ai treni per mezzo di dispositivi di captazione di corrente, i cosiddetti pantografi. Il pantografo è un dispositivo posto sull'imperiale di un veicolo ferroviario che permette la captazione dell'energia elettrica da una linea aerea di contatto. La presenza di ghiaccio, sulla catenaria, non permette il contatto ideale e si possono generare archi elettrici che fondono il metallo del conduttore fino alla rottura.

Di fondamentale importanza è quindi l'interazione pantografo-linea di contatto in cui il pantografo esercita un'adeguata pressione sulla catenaria per garantire una captazione regolare della corrente ed evitare l'insorgere di archi elettrici in seguito a un eventuale distacco. Negli ultimi anni l'adozione degli striscianti in carbonio al posto del rame, ha abbattuto i costi manutentivi. La grafite deposita uno strato lubrificante sul filo riducendo l'attrito dell'accoppiamento.



Come è noto, in determinate località e in determinate condizioni atmosferiche, con temperature ambientali minori di 0°C, per effetto delle precipitazioni meteoriche, attorno ai conduttori di una linea elettrica aerea possono formarsi, durante la sospensione notturna della circolazione, manicotti di ghiaccio perfino di notevole spessore, di forma piuttosto compatta.

I ghiaccioli possono determinare gravi disturbi alla circolazione e/o danni meccanici ai pantografi, specie a quelli con striscianti in grafite, e/o danni elettrici ai mezzi e agli impianti per l'innesco di archi tra i conduttori di contatto e i pantografi attraverso lo strato di ghiaccio interposto. Formazione di ghiaccio che deve essere asportata. L'intervento può essere eseguito sia con metodi attivi che possono intervenire in fase preventiva o in fase successiva alla formazione del ghiaccio, come a esempio il classico pantografo attrezzato antighiaccio detto "raschia-ghiaccio"; o con metodi passivi.

Fra i metodi passivi la ditta Mav Chemical, in collaborazione con tecnici di Rete Ferroviaria Italiana, ha sviluppato, in conformità alla specifica tecnica RFI DPR DI IFS TE 094, un innovativo fluido lubrificante denominato "MAV FC 2" da applicare sul filo di contatto. È un formulato contenente PTFE conduttivo (EMC) micronizzato con basi sintetiche rinnovabili per il 72% e biodegradabili. La particolare conformazione molecolare pregiudica l'adesione del ghiaccio al filo di contatto, cosicché la sola vibrazione causata dal pantografo comporta la caduta del ghiaccio; in caso di freddo estremo associato a vento, il ghiaccio che si potrebbe formare aderisce al cavo e rimane mobile, così il pantografo al passaggio ne provoca la caduta immediata senza la formazione di archi nocivi per il filo di contatto.

Tra le tante soluzioni proposte e messe in atto si è rivelata innovativa, rispetto alle soluzioni precedenti, quella realizzata e messa in atto dalla società Dipsa S.r.l. -con sede a Castel Maggiore (Bo)- e commercializzata in Italia dalla società Promofer di Bologna. Si tratta di una attrezzatura in grado di operare su linee alimentate fino a 3 kVcc, senza toccare la catenaria, che spruzzando sul filo di contatto uno speciale olio impedisce al ghiaccio di aderirvi, mantenendo la sua efficacia fino 30 giorni dall'applicazione.

L'apparecchiatura risulta composta da un box contenente gli impianti e un braccio mobile alla cui estremità è posta l'unità di spruzzatura ad aria compressa. Il funzionamento dell'apparecchiatura è completamente automatico e il suo controllo è affidato a un solo operatore. La velocità in fase operativa può raggiungere anche i 50 km/h. La foto raffigura l'apparecchiatura in fase di erogazione. Da sottolineare che l'utilizzo, della suddetta apparecchiatura, con catenaria alimentata contribuisce a mantenere bassi i costi di gestione, non necessitando di tutte le procedure di messa fuori tensione e di messa a terra della tratta ancor prima che si verifichi la formazione di ghiaccio sulla catenaria, aumentando così la disponi-



bilità della rete e la sicurezza della circolazione.

In tutte le moderne reti ferroviarie assistiamo a un incremento della velocità di percorrenza come risposta sia a quanto chiesto dall'utenza sia a quanto offerto da sistemi di trasporto stradali o aerei. A oggi il progresso nel settore si basa sullo sviluppo e sull'ampliamento di reti ad Alta Velocità. La classifica dei treni più veloci del mondo registra al primo posto il Giappone con il treno a lievitazione magnetica, con una velocità massima di 630 chilometri orari mentre quella effettiva di 320 Km/h. Segue la Francia con velocità effettiva di 320 Km/h con punte di massima di 575 Km/h e la Cina con velocità massima di 501 Km/h; l'Italia con velocità media di 300 Km/h con punte massime di 400 Km/h raggiungibile con il treno Frecciarossa.

I veicoli ferrotranviari operano in ambiente aperto in cui le condizioni climatiche e ambientali sono mutevoli e risulta quindi difficile prevedere le condizioni operative delle superfici a contatto. La necessità di mantenere in esercizio le vie di comunicazione, escludendo rallentamenti o parzializzazioni del traffico, richiede la messa in opera di apparecchiature dei binari efficienti. Nello specifico, si definiscono apparecchi del binario quei dispositivi che, posizionati alla confluenza di due o più binari, consentono il loro collegamento ovvero permettono l'attraversamento di un binario intersecante; sono classificati in:

- scambi o deviatoi: quando consentono il collegamento di due binari;
- intersezioni: quando consentono il semplice attraversamento di due binari intersecanti.

Un'altra problematica è associata alla geometria della ruota e della rotaia che rende difficile la determinazione della posizione dell'area di contatto e delle sue dimensioni; sia la ruota che la rotaia. La dinamica del veicolo ferroviario, dipende intimamente dalle condizioni di contatto tra le ruote e la rotaia.

Lo scambio o deviatoio è un dispositivo di armamento ferrotranviario che permette a uno o più veicoli di passare da un binario ad un altro. Gli scambi vengono utilizzati in

- stazione per consentire il passaggio di treni da un binario a un altro, l'attraversamento dei vari tipi di binari, l'esecuzione delle manovre di servizio;
- linea per consentire la diramazione di una linea a un'altra (bivi) o per collegare uno stabilimento raccordato (raccordi privati).

Il coefficiente di adesione, infatti, è uno dei parametri prestazionali del veicolo ed è fortemente influenzato dalla presenza all'interfaccia tra ruota e rotaia di sostanze provenienti dall'ambiente esterno (acqua, neve, foglie e polveri) e lubrificanti, come olio e grasso, utilizzati per ridurre i livelli di usura.

Le forze che hanno origine da questa interazione guidano il veicolo durante la marcia e ne caratterizzano il comportamento durante le fasi di trazione e frenata. Fenomeni che stanno alla base dell'adesione nel contatto ruota-rotaia, essenziali per un miglioramento delle prestazioni, della sicurezza e dell'efficienza della rete ferroviaria. Infatti, hanno un profilo specifico che consente loro un adeguato accoppiamento nelle diverse condizioni di marcia.

Nella rete ferrotranviaria è presente una innumerevole quantità di deviatoi a servizio della viabilità. Per soddisfare la curiosità di conoscere la quantità di deviatori operativi, possiamo dire che solamente sul piazzale ferroviario intorno a Roma Termini, ne sono operativi circa 300, di cui meno della metà provvisti di «scaldiglie».

L'aspetto cruciale è che gli scambi dei binari funzionino perfettamente: se questi si gelano tutto il flusso dei treni si blocca. Le «scaldiglie», quando si attivano, permettono lo "snevamento" dello scambio, consentendo ai punti di giunzione delle rotaie di riallinearsi. Di solito le «scaldiglie» vengono impostate su temperature minime decise a livello regionale e vengono accese automaticamente grazie ai sistemi di rilevamento della temperatura.

Durante la stagione invernale, il depositarsi e il comprimersi della neve tra l'ago e il contrago, o la formazione di ghiaccio sulla piastra di scorrimento può ridurre i movimenti essenziali dei deviatoi con disagio alla circolazione ferrotranviaria. Negli anni per tenere liberi da neve e ghiaccio i deviatoi sono stati utilizzati diversi metodi: a partire da sistemi semplici, dallo snevamento manuale, dai sistemi a gas fino ad arrivare a sistemi elettrici.

Sin dalla entrata in uso delle ferrovie, lo snevamento e la tenuta in funzione dei deviatoi erano accuditi dal personale addetto. In seguito, fu creata una rete di erogazione del vapore per sciogliere la neve o furono messe in funzione stufe alimentate da combustibili solidi (legna e carbone) o liquidi (petrolio, benzina) poste in prossimità dei deviatoi; gas metano o di uso domestico prelevato direttamente dalle reti cittadine; energia elettrica derivata dalla rete nazionale (ENEL) o

dalle SSE (sottostazioni) delle FS. Negli anni, sono state concepite apparecchiature, normative e metodologie, che hanno permesso di realizzare idonee attrezzature atte a conseguire lo snevamento dei deviatoi mediante il riscaldamento dei componenti del deviatoio.

Nelle giornate fredde in alcune stazioni ubicate su linee particolarmente soggette al fenomeno nevoso o al freddo intenso, possono essere installate, in corrispondenza dei deviatoi, apposite «scaldiglie» funzionanti a raggi infrarossi (con alimentazione a gas o con energia elettrica), o realizzate con resistenze elettriche corazzate realizzate con conduttori isolati e inseriti in una guaina protettiva.

Le prime «scaldiglie» alimentate a gas, risultano costituite da un tubo che funge da collettore per l'adduzione del combustibile e da un certo numero di elementi riscaldatori collegati ad un tubo alimentatore e poste trasversalmente al deviatoio a mezzo di tubi in gomma adeguatamente corazzati.

L'uso di detta tipologia ha evidenziato diverse criticità. Fra queste emergono: la rottura di tubazioni con conseguenti fughe di gas, nonché problemi di surriscaldamento ai componenti dei deviatoi e deformazioni degli isolanti con conseguente avarie alla tiranteria di manovra del deviatoio. Quando ci si trova in presenza di deviatoi muniti di impianti di snervamento funzionanti a gas, può accadere che le masse di neve spengano i bruciatori, vanificando ogni intervento. Esse rimangono in uso esclusivo, solamente nelle zone dove la neve scende copiosa e si accumula con spessori superiori ai 40 cm. I gruppi riscaldanti, durante il periodo estivo, vanno rimossi per la ripulitura.

L'aumento sia del traffico ferrotranviario, sia dell'alta velocità, ha fatto sì che oggi si preferisca il riscaldamento elettrico dei deviatoi piuttosto di quello a gas o ad aria soffiata.

Mentre i sistemi basati sul riscaldamento a gas non hanno subito nel tempo sensibili modificazioni strutturali, per quelli elettrici si è passati dall'impiego di resistenze a filamento nudo inserite in mattonelle refrattarie ed alimentate a tensioni basse, a quelle con cavi con resistenze corazzate.

I sistemi riscaldatori elettrici, sono composti, semplicemente, da una o più resistenze elettriche contenute in una guaina di acciaio inox dello spessore di 1 mm e di sezione ovale. Costituiti da una serie di resistori, che appositamente sagomati, vengono fissati agli aghi e contraghi del deviatoio. L'energia elettrica, che viene trasformata in energia termica può essere prelevata o dalla rete nazionale o dalla sottostazione FS o da gruppi elettrogeni.

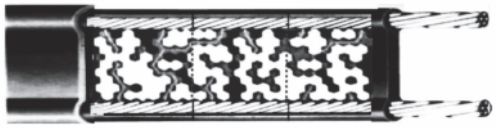
Nonostante questa tipologia di «scaldiglie» elettriche abbia delle ottime performance, presenta diversi limiti nelle prestazioni. Da segnalare: basso profilo di contatto con la superficie della rotaia e insufficienza di rapida risposta al variare delle condizioni ambientali, dovuto soprattutto alla limitazione di erogazione di potenza costante per ogni situazione climatica.

Per superare tali inconvenienti, sul mercato, sono stati resi disponibili degli speciali cavi scaldanti autoregolanti, appositamente studiati, in modo da assicurare che tutti i punti dello scambio funzionino correttamente durante il perdurare delle avverse condizioni atmosferiche, assicurando il mantenimento dell'integrità operativa dei deviatoi. Sono cavi scaldanti che sono stati approvati dalle Ferrovie Italiane secondo le specifiche dettate da RFI (Rete Ferroviaria Italiana). In genere, i cavi scaldanti autoregolanti sono cavi a matrice semiconduttiva composta da una miscela di polvere di grafite e polimero estrusa su due conduttori di opportuna sezione. Sfruttando un particolare principio fisico, i cavi scaldanti autoregolanti consentono sia di mantenere liberi da neve e ghiaccio i deviatoi, sia per poter tenere in temperatura eventuali tubazioni di adduzione.

Il principio di funzionamento è molto semplice: i cavi scaldanti sono costituiti da due conduttori in rame posti in parallelo ed interconnessi da un nucleo polimerico con all'interno delle particelle di grafite che lo rendono semiconduttivo e autoregolante. A cavo freddo il nucleo è microscopicamente contratto e la grafite realizza numerosi collegamenti tra i due conduttori. Quando il cavo riscaldante si attiva, il nucleo interno si espande in maniera microscopica, rompendo alcuni dei collegamenti in parallelo; viene così ad aumentare la resistenza elettrica producendo calore. Nei punti più caldi il nucleo si dilata microscopicamente e rompe alcuni dei contatti elettrici; con l'aumento della resistenza elettrica diminuisce l'emissione di energia, fino al raggiungimento di un equilibrio termico tra perdite termiche dei manufatti e la potenza prodotta dal cavo. A temperature più elevate la dilatazione microscopica del nucleo inter-rompe quasi tutti i contatti; la resistenza elettrica diventa molto elevata e la produzione di energia è molto bassa. Allorché la temperatura richiesta sia stata raggiunta, si riduce automaticamente la potenza, ottimizzando i consumi elettrici. Il cavo non potrà mai surriscaldarsi e bruciare perché si protegge da solo. Inoltre non necessita di termostato.

Per concludere questa panoramica che ci ha permesso di analizzare alcune soluzioni che, se pur costose al momento, si sono rivelate le uniche possibili per permetterci di viaggiare sui treni quando la co-lonnina di mercurio scende sensibilmente e si accumula neve sui binari.

Fra i metodi passivi, puntando sulla qualità e sulle perfor-



Il conduttore scaldante, posato e messo in opera, si trova in intimo contatto con l'armamento ferrotranviario, consentendo così sia il passaggio del calore per conduzione diretta, che per convezione all'ambiente circostante.

mance dei prodotti, anche in questa circostanza, la ditta Mav Chemical ha sviluppato due innovative tipologie di fluido lubrificante per deviatoi ferroviari, regolarmente omologati da RFI. Il "MAV RAIL 1" è un fluido lubrificante additivato al PTFE nano tecnologico con basi sintetiche rinnovabili e biodegradabili; il "MAV RAIL 2.0" è additivato con una speciale combinazione di PTFE e Nitruro di Boro nanotecnologico. La particolare struttura molecolare additivo, consente un elevato indice di viscosità nativo ed un punto di congelamento molto basso.

La neve anche se è un importante fenomeno meteorologico, caratteristico della stagione invernale, si presenta frequentemente sul territorio nazionale e regionale. A causa dell'importanza della neve dal punto di vista idrogeologico e della sua influenza sulle attività umane, è importante uno studio che permetta di avere un'idea della nevosità media del territorio, ma e altrettanto importante studiarne le precipitazioni nevose e la formazione di ghiaccio sui binari che bloccano la manovra degli scambi non provvisti di impianti di snevamento, specie quelli del centro sud, e le improvvise nevicate possono mettere in difficoltà la funzionalità dei deviatori stessi. Bisogna porre particolare attenzione perfino ai danni derivanti dall'accumulo di neve che si possono aggiungere ad altri problemi collaterali. *Ed è pur vero, che quando neve e ghiaccio fanno la loro comparsa, anche l'efficienza dei trasporti ferrotranviari collassa*.

1) Il PTFE (politetrafluoroetilene) normalmente è più conosciuto attraverso la sua denominazione commerciale Teflon; al polimero vengono aggiunti derivati del carbonio, mediante un processo di incorporazione a temperature criogeni-che in modo da incrementare le prestazioni conduttive, il compound viene quindi disperso in basi sintetiche rinnovabili e biodegradabili.
2) il "gelicidio" è un fenomeno che si verifica quando la pioggia rimane in forma liquida anche quando la temperatura superficiale è inferiore allo 0°C, in tal modo si solidifica istantaneamente a contatto con il suolo formando uno strato di ghiaccio trasparente e molto scivoloso.

controllo di qualità da applicare al pensiero

di ROBERTO VACCA

Nel 1957 il numero degli agricoltori italiani [7 milioni] fu superato da quello dei lavoratori nell'industria e nel 1971 questo [8 milioni] fu superato dal numero dei lavoratori nel settore servizi in cui, nel 2020, i lavoratori erano 16 milioni, quelli in industria erano 6 milioni e gli agricoltori erano circa 900.000. [vedi i 2 grafici seguenti].

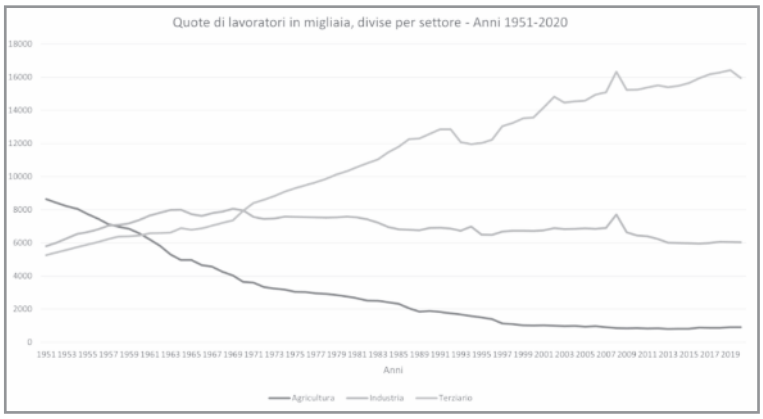
I controlli di qualità dei prodotti agricoli e industriali (in parte automatici) riguardano: progetto, materiali, affidabilità, durabilità, *userfriendliness*, documentazione, accessibilità degli originatori.

Informazione, ricerca, sviluppo, sperimentazioni, teorie e app sono classificate nel settore servizi. La qualità e la correttezza relative sono valutate e aggiornate attraverso sondaggi, giudizi e critiche peer-to-peer. Specie nei casi di procedure e software complessi, vanno eseguiti sperimentazioni e controlli specializzati.

Il settore servizi comprende, dunque, attività di tipi diversi alcuni dei quali caratterizzati da valore aggiunto difficile da misurare e in alcuni casi di qualità largamente dibattibile o nulla. A esempio la enorme mole di testi scritti (libri, articoli (informativi, culturali, scientifici), programmi radio e TV, rapporti, relazioni, corrispondenza, messaggi) è caratterizzata da contenuti, valore intrinseco e artistico, funzionalità dibattibili.

Danni emergenti sorgono quando ambienti accademici ed editoriali danno ampio credito a teorie dissennate e pretenziose supportate da irrilevanti strumenti matematici, fisici o logici. Su questa base alcuni pretesi guru si costruiscono fama gratuita e disseminano testi banali, ma pieni di citazioni di opere psicanalitiche e pseudoscientifiche. Fra questi il panteon francese che annovera Jacques Lacan, Gilles Deleuze, Jacques Derrida, Felix Guattari, Luce Irigary, Bruno Latour, Jean-Francois Lyotard, Michel Serres, Paul Virilio. Questi, e altri, sono stati analizzati e smascherati nella loro nullità nel libro *Imposture intellettuali* [Garzanti. 1999] dei fisici Alan Sokal e Jean Bricmont.

Alan Sokal aveva già sostenuto in un lungo articolo che credere nella reale esistenza del mondo esterno è un mito gra-



tuito, reazionario, occidentale e imperialista. Ma la sua era solo una provocazione paradossale e furbesca. Il lavoro fu pubblicato nel 1996 da *Social Text*, una rivista della Duke University, che subito dopo lui fustigò pubblicamente su un altro periodico per la leggerezza dimostrata: anche uno studente del primo anno di fisica avrebbe capito lo scherzo. Il suo vero scopo era prendere in giro e smascherare pretenziosi autori di testi deliranti.

Interessanti analisi critiche di pensatori insignificanti e famosi sono state pubblicate nell'ultimo secolo da molti autori fra cui Giovanni Vailati, Giorgio Santillana, Giovanni Papini (Il crepuscolo dei filosofi), Cesare Marchetti.

Nel 1927 il diplomatico e satirista Paolo Vita-Finzi pubblicò 4 pagine su *Io e Non Io*: una satira delle teorie del Prof. Giovanni Gentile. Alcuni allievi e seguaci del filosofo si risentirono: era un testo volgare e offensivo che non somigliava affatto alla prosa del Maestro. Invece quelle 150 parole (effettivamente prive di senso) erano copiate senza cambiare una virgola dal libro di Gentile *Sistema di Logica come teoria del conoscere* (1917). Questi eventi avrebbero dovuto screditare e bollare non solo Gentile, ma – dopo doverose critiche e analisi – anche il resto del neoidealismo italiano. Non fu così.

Un decennio prima l'economista e ingegnere Vilfredo Pareto nel suo trattato (Sociologia Generale, Barbèra 1916) aveva mirato a dare fondamenti logico-sperimentali alla sociologia, polemizzò con filosofi e metafisici e applicò la logica classica a numerosi passi delle opere di Hegel dimostrandone l'insussistenza. Nel paragrafo 511 del libro citato, Pareto cita un passo della Filosofia della Natura di Hegel: «la luce in quanto costituisce l'identità fisica universale, si pone anzitutto come termine differenziato e, in conseguenza, come formante qui un principio distinto ed esteriore nella materia quantificata in base a un'altra determinazione della nozione che costituisce la negazione della luce, ovvero l'ombra". E commenta: "se tali vaniloqui fossero solo la conseguenza dello stato psichico di un autore, non ci sarebbe da darsene maggior pensiero di quello che si può avere delle divagazioni di una persona non sana di mente: ma essi sono stati ammirati da molte persone e i loro equivalenti nelle scienze sociali seguitano a essere tenuti in gran pregio e perciò sono degni di considerazione come un fenomeno sociale importante».

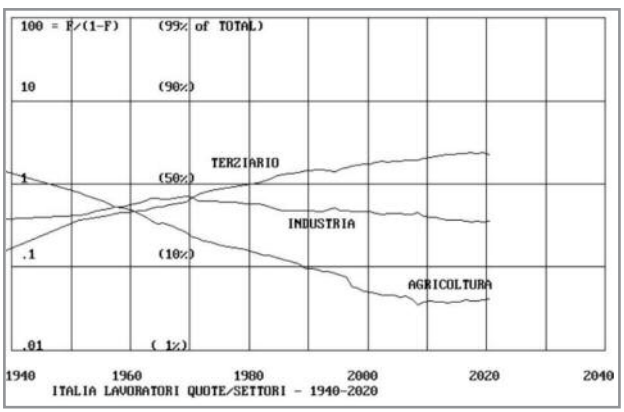
Dopo oltre un secolo, l'esortazione di Pareto è importante. Analizziamo, dunque, il terziario analizzando la qualità degli oggetti che comprende. Continuiamo il lavoro di Pareto. Individuiamo messaggi scritti e orali privi di senso. Il loro insieme può essere chiamato "quaternario": ha valore nullo o negativo. È una resistenza passiva – uno spreco di risorse. Se ne trovano esempi anche nel settore scientifico.

Il filosofo austriaco Ludwig Wittgestein (1888-1951) pubblicò nel 1918 *Tractatus logico-philosophicus*, libro che gli diede fama [indebita] di grande pensatore, dopo che Bertrand Russell (suo tutor a Cambridge) lo descrisse come genio indiscusso e stilò la prefazione all'edizione 1922 del libro in cui scrisse anche poco felicemente: «In pratica il linguaggio è sempre vago così che quel che asseriamo non è mai del tutto preciso» e: «L'obiettivo essenziale del linguaggio è asserire o negare fatti».

Già da pagina 1 del *Tractatus*, Wittgestein propone definizioni vaghe e inefficaci. Cito: «Il mondo è tutto ciò che sia del caso [all that is the case]. È la totalità dei fatti, non delle cose. I fatti nello spazio logico sono il mondo…Ciò che è del caso – un fatto è l'esistenza di uno stato di cose [state of affairs]».

Altre proposizioni apodittiche non hanno senso. Esempio: 2.0122 «È impossibile che le parole appaiano in due ruoli diversi: come se stesse e come proposizioni» Le frasi conclusive del Tractatus suonano come atti di contrizione: «Quel che si riesce a dire, si può dire chiaramente ed è bene tacere su ciò di cui non si può parlare. Il valore di questo libro è che mostra quanto poco si è compiuto quando sono stati risolti questi problemi».

Attenti, dunque, agli autori di chiara fama. Chi parla di logica e di matematica dovrebbe sapere cosa siano e come si usano assiomi, congetture, teoremi. Converrebbe che ne avesse scoperti di nuovi.



scienza e tecnica

Memoria cartacea addio

«Scienza e Tecnica» rivista cartacea, ha fornito per decenni la possibilità di essere consultata anche quando i sistemi informatici e telematici erano pochissimo in uso. Oggi, questi ultimi prevalgono tanto per motivi di costi, che di riduzione di materiali che possano fornire l'opportuno supporto cartaceo per la qualità della rivista stessa. Nel nuovo anno si passerà definitivamente e esclusivamente alla rivista informatica reperibile per via telematica.

Qui voglio rappresentare tutti quanti i lettori abbiano scoperto «Scienza Tecnica» tanto nelle edizioni cartacee, quanto nelle versioni telematiche, rimanendo molto colpiti dai contenuti, che spesso li hanno portati a cercare di più, allargando il proprio orizzonte cognitivo e culturale.

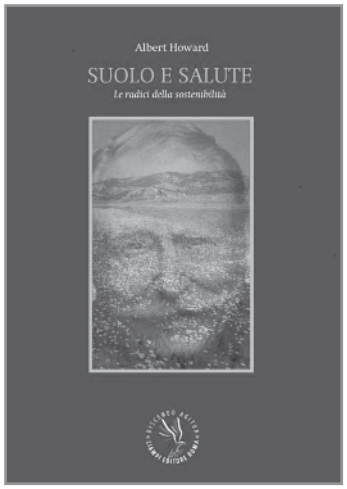
Quanto già presente anche in cartaceo, rimarrà importantissimo come documento oggettivo, ma anche consultabile se si dovessero verificare (ahimé) modifiche alla qualità delle comunicazioni informatiche e/o telematiche.

Segnalo che tutti i componenti dell'Ecomuseo del Lazio Virgiliano hanno avuto modo di apprezzare positivamente molti dei contenuti della rivista. A fine Dicembre parteciperanno al Festival Internazionale della Filosofia dove presenteranno il loro studio sul filosofo Mario Perniola.

Con questa breve comunicazione, porgo di cuore i miei ringraziamenti a chi ha fondato, seguito, curato e reso disponibile tutto lo scibile contenuto nell'intero *corpus* della pubblicazione cartacea. Ogni migliore augurio di prosecuzione a mezzo dei sistemi informatici e telematici dal 2023 in poi.

Antonella Liberati, demodoxaloga

il suolo e la nostra salute



Segnaliamo l'opera *Suolo e Salute*, scritta 80 anni fa dal pioniere dell'agricoltura organica, l'inglese Albert Howard e solo oggi tradotta in italiano. È libro interessantissimo proprio per il fatto di essere stato scritto ben prima dell'avvento (almeno in Italia) dei criteri odierni di sfruttamento avanzato delle risorse della Natura. La Ruota della Vita, cardine della concezione filosofica tradizionale della vita, trova applicazione nel concetto ciclico di salute del suolo, e dei suoi microrganismi, collegata strettamente alla salute del mondo vegetale e, di nuovo strettamente, alla salute del mondo animale, esseri umani compresi. Capire le interconnessioni che vi sono in Natura ci fa comprendere la vera sostenibilità e la vera economia circolare, senza cadere in paradossi legati a concetti di puro profitto finanziario, comprendere che la salute dell'umanità è legata alla salute dell'ambiente, ci porta a lavorare bene per il nostro futuro e quello delle generazioni a venire. Capire che tutto, in fondo, si riconduce al ciclo infinito di nascita, crescita, maturità e morte, nella sua perfetta armoniosa complessità, per poi ricominciare con l'identico ciclo successivo è fondamentale per decidere come coltivare e rispettare la Natura, anche e soprattutto ai giorni nostri. Il tutto elaborato non tanto come puri concetti, ma attraverso le esperienze agro ambientali vissute da un uomo che ha lavorato tutta la sua vita per l'agricoltura e per l'umanità, dai Caraibi all'India, con stretti rapporti con l'agricoltura di varie zone dell'Africa, delle Americhe, dell'Oceania e, chiaramente, dell'Europa. Un libro antico, divenuto nuovamente modernissimo.

notiziario

Etna e Stromboli, nuova luce su possibili cause di eruzioni esplosive

Uno studio, coordinato dall'Istituto di geologia ambientale e geoingegneria del Consiglio nazionale delle ricerche (Cnr-Igag) e dall'Università degli Studi Roma Tre e pubblicato su «Nature Communications Earth & Environment», descrive come la formazione di nanocristalli (anche detti nanoliti, fino a 10.000 volte più piccoli di un capello umano) in magmi basaltici, possa essere indotta da minime differenze composizionali, in particolare, un più alto contenuto in metalli come titanio e ferro. Gli autori dimostrano che la formazione di nanoliti ha un impatto rilevante sui meccanismi di trasporto del magma che li ospita, giacché ne aumenta la viscosità e favorisce la formazione di bolle. Entrambi questi fattori figurano tra le possibili cause di eruzioni vulcaniche esplosive.
«Il nostro studio fornisce evidenza scientifica irrefutabile al fatto che il contenuto totale di ferro e titanio dissolto nei magmi può influenzare il comportamento di vulcani basaltici come Etna e Stromboli che occasionalmente danno origine a eventi esplosivi» spiega Alex Scarani dell'Università degli Studi Roma Tre e autore dello studio.
Alessandro Vona, esperto di dinamiche magmatiche ed eruzioni vulcaniche dell'Università degli Studi Roma Tre, aggiunge: «I magmi basaltici producono generalmente eruzioni effusive perché la loro bassa viscosità favorisce un continuo rilascio di gas, evitando esplosioni. Tuttavia, eventi esplosivi sono occasionalmente osservati presso vulcani basaltici, generando un acceso dibattito scientifico circa le loro cause. Il nostro lavoro dimostra che minime differenze composizionali possono dare il via alla formazione di nanoliti durante la risalita dei magmi, con un conseguente aumento di viscosità e intrappolamento di bolle di gas. Questi processi potrebbero effettivamente contribuire alle eruzioni esplosive di vulcani basaltici come descritto nel caso di Etna e Stromboli». Danilo Di Genova, ricercatore dell'Istituto di geologia ambientale e geoingegneria del Consiglio nazionale delle ricerche (Cnr-Igag) che ha coordinato lo studio insieme a Alessandro Vona, conferma: «Questo studio rappresenta un passo ulteriore sulla via di una migliore comprensione della struttura molecolare dei magmi, che ha un ruolo fondamentale durante le eruzioni vulcaniche. Nel corso dell'ultimo decennio abbiamo raccolto innumerevoli evidenze sperimentali che ci hanno segnalato l'importanza capitale dei processi aventi luogo nei magmi alla nanoscala. Abbiamo lavorato a questo specifico studio per più di tre anni e i risultati pubblicati sono stati resi possibili solo dalla collaborazione di diversi partner europei con campi di expertise complementari, dalla vulcanologia alla scienza dei materiali».



Alessio Zandonà, che ha partecipato allo studio presso il Cnrs-Cemhti (Orléans, Francia), conclude: «I risultati ottenuti con questo studio invitano le scienze della Terra a una revisione critica e sistematica dei dati finora disponibili sulla viscosità dei magmi: questi cristalli, tanto piccoli da essere pressoché invisibili se non studiati con la giusta strumentazione, possono alterare le misure di viscosità in modo significativo. Ciò significa che le attuali conoscenze sulla viscosità di fusi vulcanici potrebbero essere meno accurate del previsto».
Nella prossima fase dello studio, i ricercatori tenteranno di stabilire delle relazioni tra le osservazioni sperimentali in laboratorio e i processi naturali da studiare sul campo presso vulcani di tutto il mondo, ottenendo dei modelli capaci di predire le eruzioni su base probabilistica. A questo scopo, un finanziamento di circa 2 milioni di euro nell'arco di 5 anni (*consolidator grant, European research council*) è stato attribuito dall'Unione Europea a Danilo Di Genova per il progetto Nanovolc (*Nanoscale dynamics of volcanic processes: Experimental insights and numerical simulations of explosive eruptions*).

Passi avanti sperimentali per la terapia del tumore al pancreas

l cancro al pancreas (PC) è una malattia ancora difficile da curare e nella maggior parte dei casi la morte dei pazienti è dovuta alla formazione di metastasi. La diagnosi è spesso tardiva, poiché il tumore non dà sintomi, e in molti pazienti tale tumore resiste alle chemioterapie, verosimilmente anche a causa di una sottopopolazione cellulare tumorale con caratteristiche di staminalità: queste cellule sono in grado di rigenerare il tumore stesso e di adattarsi a modificazioni dell'ambiente circostante, come la presenza di farmaci o la scarsità di risorse vitali. L'individuazione di nuovi biomarcatori e l'utilizzo di trattamenti più efficaci e specifici sono dunque una priorità per il trattamento più efficace di questa malattia.
Un gruppo di ricerca dell'Istituto di genetica e biofisica "Adriano Buzzati Traverso" del Consiglio nazionale delle ricerche (Cnr-Igb) di Napoli, coordinato da Enza Lonardo, ha condotto ha condotto uno studio i cui risultati sono stato pubblicati sul

«Journal of Experimental & Clinical Cancer Research» e i dati ottenuti hanno portato all'identificazione di una sottopopolazione di cellule staminali tumorali altamente metastatica e caratterizzata dall'espressione della proteina LAMC2. «La presenza di questa proteina favorisce la migrazione delle cellule tumorali in organi secondari e ne incrementa il potenziale di staminalità, rendendole altamente resistenti ai trattamenti chemioterapici e favorendo l'insorgenza di metastasi, in particolare nel fegato» spiega Lonardo.
Lo studio ha permesso di identificare un meccanismo molecolare alla base dell'elevata espressione di questo marcatore. Si tratta di una proteina assente nelle cellule del pancreas normale e invece presente e attiva in cellule tumorali che risiedono in un microambiente ricco della molecola TGFbeta1. «La presenza di TGFbeta1 induce l'espressione di LAMC2, promuovendo così l'insorgenza di un cancro più aggressivo, che risponde meno alle terapie farmacologiche convenzionali» -aggiunge la ricercatrice- «Abbiamo osservato però che il trattamento dei tumori con il farmaco vactosertib, un nuovo inibitore del recettore del TGFbeta1, potenzia l'effetto del chemioterapico gemcitabina portando a una completa eliminazione delle cellule LAMC2 positive e a una drastica riduzione delle metastasi epatiche».
L'incidenza e la mortalità del cancro al pancreas sono in forte aumento: si prevede che tale patologia diventerà la seconda causa di morte per cancro entro il 2030. Secondo i dati dell'Associazione italiana registri tumori (AIRTUM) e dell'Associazione italiana di oncologia medica (AIOM), nel 2019 in Italia sono stati diagnosticati circa 13.500 nuovi casi.
La scoperta potrebbe portare allo sviluppo di nuovi farmaci in grado di agire in modo specifico sia sulla riduzione diretta dell'espressione di LAMC2, sia in maniera indiretta sul microambiente tumorale, influendo sulla via di segnalazione mediata dal TGFbeta1. «Tali nuovi approcci potrebbero avere importanti implicazioni cliniche al fine di ridurre il potenziale tumorigenico delle cellule e, di conseguenza, di contrastare le recidive e la formazione di metastasi. La ricerca, inoltre, apre la strada a nuovi approcci terapeutici volti all'eliminazione selettiva della popolazione tumorale, colpendo LAMC2» conclude Lonardo.
Lo studio è stato possibile grazie al sostegno della Fondazione AIRC per la ricerca sul cancro e alla Fondazione italiana per la ricerca sulle malattie del pancreas (FIMP).

Alzheimer e Parkinson potrebbero avere un'origine comune

Tre ricercatori dell'Istituto di scienze e tecnologie della cognizione del Consiglio nazionale delle ricerche (Cnr-Istc) -Daniele Caligiore, Flora Giocondo e Massimo Silvetti- hanno recentemente pubblicato sulla rivista internazionale «IBRO Neuroscience Reports» un articolo in cui per la prima volta propongono che l'Alzheimer e il Parkinson potrebbero originare dallo stesso meccanismo neurodegenerativo, per poi differenziarsi in seguito, e hanno chiamato tale fenomeno neurodegenerativo «NES-Neurodegenerative Elderly Syndrome» (Sindrome neurodegenerativa dell'anziano).
Lo studio ha seguito un approccio interdisciplinare e di sistema per analizzare e sintetizzare in modo originale nell'ipotesi della NES i risultati di diverse ricerche su Alzheimer e Parkinson condotte in ambiti diversi, dalla genetica alla neurofisiologia.
«La NES è caratterizzata da tre stadi progressivi, la prima fase inizia molti anni prima rispetto al manifestarsi dei sintomi clinici tipici delle due malattie, e in essa si può avere una progressiva perdita di neuroni che producono due importanti sostanze neuromodulatrici: noradrenalina e serotonina» spiega Caligiore, primo autore dell'articolo. «Proponiamo che tale 'danno iniziale' possa essere causato principalmente dal malfunzionamento di una proteina molto diffusa nel nostro corpo, l'alfa-sinucleina. La perdita iniziale di questi neuroni neuromodulatori non produce però nel comportamento della persona alcun sintomo evidente che possa essere riconducibile ad Alzheimer o Parkinson. Le

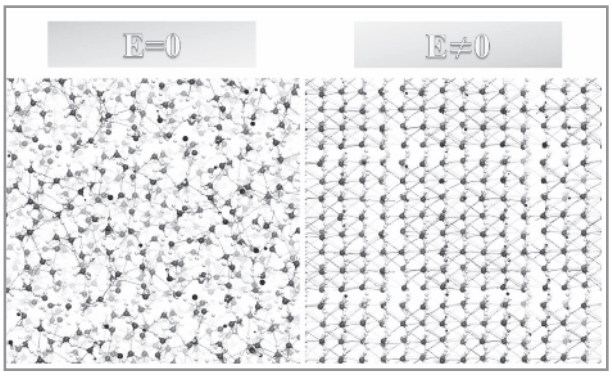


disfunzioni iniziali possono essere dovute a diversi fattori genetici, ambientali o legati allo stile di vita, che chiamiamo 'semi', e possono interessare diverse parti del corpo. In particolare, l'alfa-sinucleina malfunzionante può avere diverse vie d'accesso al cervello: potrebbe avere origine in situ o essere trasportata dall'intestino tramite l'asse intestino-cervello. Il tipo di seme o fattore scatenante e la parte del cervello e del corpo interessata dalle disfunzioni iniziali di alfa-sinucleina, la via d'accesso e il tipo di neuromodulatore maggiormente coinvolto in questa fase embrionale della malattia influenzano la futura possibile progressione della NES verso la trasformazione in Parkinson o Alzheimer. Per questo abbiamo chiamato questa prima fase della NES 'fase di semina' (seeding stage)».
Nella seconda fase si verificano poi altri eventi. «Iniziano a manifestarsi disfunzioni dei neuroni che sintetizzano il neuromodulatore dopamina e che si trovano in due regioni diverse del cervello: nell'area tegmentale ventrale (gestione degli aspetti cognitivi e motivazionali) e nella substantia nigra pars compacta (gestione degli aspetti motori)» -aggiunge Giocondo- «Tuttavia, i sintomi clinici evidenti sono ancora silenziosi, grazie a meccanismi compensatori che mantengono l'equilibrio delle diverse concentrazioni di neuromodulatori. Abbiamo indicato questa fase della NES come 'fase di compensazione'».

Si arriva, infine, alla terza fase. «L'ultima fase è quella di biforcazione, in cui la noradrenalina e la serotonina non riescono più a compensare le disfunzioni dopaminergiche, e in cui la NES diventa Alzheimer se l'area dopaminergica maggiormente colpita è l'area tegmentale ventrale, oppure diventa Parkinson se l'area più colpita è la substantia nigra pars compacta» -continua Silvetti- «Anche la biforcazione in Alzheimer o Parkinson dipende dai semi che possono confermare o modificare la traiettoria neurodegenerativa iniziata durante la seeding phase».
Se confermata da futuri studi empirici, l'ipotesi NES potrebbe rivoluzionare la ricerca nell'ambito di queste due malattie neurodegenerative, indicando nuove strade per la diagnosi precoce e per lo sviluppo di terapie da attuare in fase precocissima, prima della manifestazione di sintomi clinici espliciti, contrastando in modo molto più efficace i processi di neurodegenerazione. «Anche l'Intelligenza Artificiale potrebbe essere uno strumento per verificare o confutare l'ipotesi NES. A questo proposito al Cnr-Istc stiamo sviluppando degli algoritmi di machine learning per combinare e analizzare grandi quantità di dati eterogenei (clinici, genetici, di risonanza magnetica) su Alzheimer e Parkinson messi a disposizione da database internazionali per la ricerca scientifica, come ADNI e PPMI, allo scopo di trovare delle traiettorie di neurodegenerazione comuni tra le due malattie» conclude Caligiore.

Una nuova fase solida dell'ammoniaca

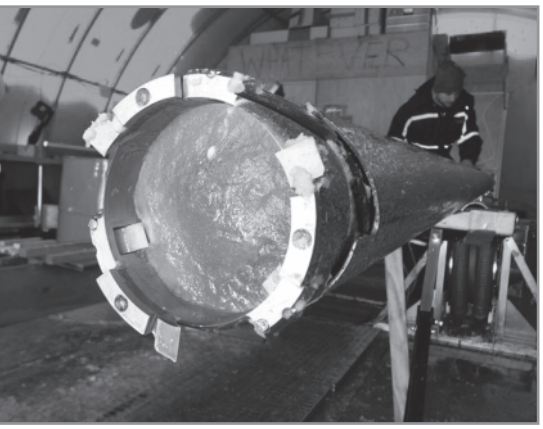
L'ammoniaca è una delle sostanze più abbondanti del nostro sistema solare. In molti laboratori all'avanguardia è possibile produrre campi elettrici molto intensi che consentono di indagare diversi fenomeni tramite varie tecniche chimico-fisiche. Tuttavia, finora non erano mai stati studiati gli effetti prodotti dai campi elettrici sull'ammoniaca liquida.
In uno studio pubblicato su «The Journal of Physical Chemistry Letters», rivista della American Chemical SocietyACS, un gruppo di ricerca dell'Istituto per i processi chimico-fisici del Consiglio nazionale delle ricerche (Cnr-Ipcf) di Messina, in collaborazione con l'Accademia delle scienze della Repubblica Ceca di Brno, usando metodi avanzati di simulazione al supercalcolatore, ha dimostrato per la prima volta che campi elettrici intensi sono capaci di indurre una transizione strutturale dal liquido verso una nuova fase solida dell'ammoniaca.
L'electrofreezing o elettrocongelamento (cioè la cristallizzazione di una sostanza indotta da campi elettrici) è noto per essere rilevante in molti processi naturali, che spaziano dalla dinamica troposferica alla chimica degli alimenti. Sebbene l'electrofreezing sia un fenomeno studiato già più di un secolo fa, fino a ora non ci sono prove a sostegno della sua realizzazione. Da un punto di vista fondamentale, lo studio dimostra che, esattamente come regimi estremi di temperatura e pressione, anche campi elettrici intensi possono essere utilizzati come strumento chiave per accedere a regioni precedentemente inesplorate nei diagrammi di fase della materia. «Questa scoperta ha rilevanza nel campo delle scienze planetarie, identificando la possibilità che strutture solide dell'ammoniaca non note possano essere trovate in condizioni planetarie dove campi elettrici intensi sono onnipresenti, soprattutto in prossimità di minerali che costituiscono l'interno dei giganti ghiacciati e dei pianeti rocciosi» -afferma Giuseppe Cassone ricercatore del Cnr-Ipcf e corresponding author della pubblicazione scientifica- «Inoltre, la possibilità di realizzare fasi solide di ammoniaca tramite l'applicazione di campi elettrici apre la strada allo sviluppo di strategie di stoccaggio e di trasporto sicure per la produzione di idrogeno del quale l'ammoniaca è precursore». L'idrogeno liquido deve essere immagazzinato a condizioni molto più criogeniche dell'ammoniaca, la quale risulta dunque meno energivora. Ciononostante, l'ammoniaca in fase



liquida è pericolosa da maneggiare e trasportare: «L'aver dimostrato la possibilità di mantenere solida questa sostanza a temperature e pressioni a cui normalmente si trova allo stato liquido apre dunque nuovi scenari che possono accelerare l'utilizzo estensivo dell'ammoniaca come precursore dell'idrogeno» conclude Franz Saija, ricercatore del Cnr-Ipcf e co-autore dell'articolo.

Cambiamenti climatici? Il ghiaccio marino risponde subito

Uno studio condotto da due istituti di ricerca del Consiglio nazionale delle ricerche - Istituto di scienze dell'atmosfera e del clima (Isac) e Istituto di scienze polari (Isp) - in collaborazione con l'Università Ca' Foscari Venezia, l'Università di Padova e con diversi istituti internazionali (AWI, CIC, CSIC, PSI), ha ricostruito, ad alta risoluzione temporale, l'evoluzione della copertura di ghiaccio marino nella regione sub-polare compresa tra la Baia di Baffin e il Mare del Labrador, prendendo in esame una serie di oscillazioni repentine del clima avvenute tra 36 e 44 mila anni fa. La ricerca è pubblicata su «Proceedings of the National Academy of Science (PNAS)».
«Il lavoro combina due record di ghiaccio marino: il primo ottenuto tramite l'analisi dei sali marini (bromo e sodio) presenti in una carota glaciale estratta in Groenlandia nord-occidentale; il secondo basato sull'associazione di bio-marcatori presenti in una carota di sedimento marino prelevata nel Mare di Labrador» -spiega Federico Scoto del Cnr-Isac, che ha guidato lo studio- «I risultati mostrano come, fra le regioni sub-polari della Baia di



Baffin e del Mare di Labrador, il tempo di reazione del ghiaccio marino, in seguito a un brusco aumento delle temperature in Groenlandia, sia quasi sincrono, istantaneo o avvenga nel giro di una decade, passando da una spessa copertura pluriennale persistente a condizioni di mare aperto e ghiaccio stagionale».
Queste evidenze forniscono ulteriori prove della stretta relazione tra riscaldamento climatico e riduzione del ghiaccio marino artico. «I cicli climatici noti come eventi Dansgaard-Oeschger (D-O) sono caratterizzati da un aumento fino a +15 °C delle temperature atmosferiche in Groenlandia in poche decine di anni, seguito da un progressivo raffreddamento che può durare fino a 1-2 mila anni» - prosegue Carlo Barbante, direttore del Cnr-Isp, professore all'università Ca' Foscari e co-autore dello studio- «Sebbene alcune ipotesi leghino tali oscillazioni al cambio di copertura del ghiaccio marino in Artico, dinamica e legame temporale dei due processi non erano del tutto chiare. Questo studio fa luce su tali aspetti e conferma l'importanza di studiare le variazioni climatiche del passato per comprendere meglio le presenti e sviluppare modelli per il futuro».
Il ghiaccio marino, banchisa o sea ice, si forma in inverno nelle regioni polari ed è una delle variabili climatiche fondamentali. Lo spessore della banchisa artica può variare da poche decine di centimetri fino a 5 metri, a seconda dell'età del ghiaccio: quello di nuova formazione (first-year sea ice) di rado supera il metro, risulta più fragile e soggetto alla fusione estiva rispetto a quello pluriennale (multi-year sea ice), spesso fino a diversi metri e più duraturo. «Negli ultimi decenni, a causa del riscaldamento antropico, in Artico si sono osservate una riduzione dell'estensione del ghiaccio marino del 13% ogni dieci anni, rispetto al periodo 1981-2010, e una perdita di volume di oltre il 60% rispetto al 1982, dovuta in gran parte alla progressiva scomparsa del ghiaccio pluriennale. Con questo ritmo, in base agli scenari climatici futuri, l'Oceano Artico sarà privo di ghiaccio in estate già dal 2050» avverte Barbante.
«I nuovi dati confermano quanto sostenuto in un precedente studio (www.nature.com/articles/srep33925 ?ref=drnweb.repubblica.scroll-1) che mirava a ricostruire l'evoluzione del ghiaccio marino nell'artico canadese durante l'intera ultima Era Glaciale, senza però la risoluzione temporale necessaria per risolvere in dettaglio le transizioni cicliche da periodi stadiali freddi, a periodi interstadiali caldi» -conclude Andrea Spolaor, ricercatore del Cnr-Isp- «Grazie all'alta risoluzione abbiamo scoperto che il ghiaccio marino pluriennale si è ristabilito nel periodo di ritorno del clima freddo, suggerendo un ciclo di feedback in cui l'accumulo di ghiaccio marino persistente potrebbe aiutare la transizione del sistema climatico alle condizioni fredde».

Cambiamenti climatici: nuova rotta trans-oceanica per i pesci marini

Per oltre 150 anni, le specie ittiche indo-pacifiche hanno colonizzato il Mediterraneo entrando dal Canale di Suez. Una ricerca coordinata dal Cnr-Irbim indica la possibilità che il fenomeno si estenda verso l'Oceano Atlantico a causa dei cambiamenti climatici. Il lavoro è stato recentemente pubblicato su «Frontiers in Ecology and the Environment».
Una nuova ricerca coordinata dall'Istituto per le risorse biologiche e le biotecnologie marine del Consiglio nazionale delle ricerche (Cnr-Irbim) illustra come la penetrazione di diverse specie ittiche dal Mar Rosso al Mar Mediterraneo attraverso il Canale di Suez, possa in futuro estendersi all'Oceano Atlantico a causa dei cambiamenti climatici.
«L'apertura del canale di Suez nel 1896 ristabiliva un contatto tra il Mar Rosso e il Mediterraneo, permettendo a centinaia di specie esotiche, tra cui più di cento pesci tropicali di penetrare e invadere il *mare nostrum*», spiega Ernesto Azzurro del Cnr-Irbim di Ancona, autore dello studio recentemente pubblicato su Frontiers in Ecology and the Environment.
«Questo fenomeno, spesso indicato con il termine di migrazione lessepsiana, in omaggio all'ingegnere francese Ferdinand de Lesseps che realizzò il Canale di Suez, ha cambiato per sempre la storia del Mediterraneo, con rilevanti impatti ecologici e socioeconomici».
Lo studio supportato da un set di modelli di distribuzione e testato su dieci specie ittiche, illustra la possibilità di una migrazione lessepsiana estesa che implicherebbe la riconnessione degli oceani Indo-Pacifico e Atlantico, separati da milioni di anni. Alcune specie del Mar Rosso come il pesce palla maculato "Lagocephalus sceleratus", il pesce flauto "Fistularia commersonii" e la sardina di Golani "Etrumeus golanii", sono state già segnalate in prossimità dello stretto di Gibilterra, alle porte dell'Atlantico.
«Non si tratta di un ritorno alla Tetide, il grande oceano marino che circondava le terre emerse milioni di anni fa, ma di uno scenario di omogeneizzazione biotica dalle conseguenze difficilmente prevedibili» conclude Manuela D'Amen dell'Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale Roma (Ispra).



La **SIPS - Società Italiana per il Progresso delle Scienze** - onlus
«ha per scopo di promuovere il progresso, la coordinazione e la diffusione delle scienze e delle loro applicazioni e di favorire i rapporti e la collaborazione fra cultori di esse», svolgendo attività interdisciplinare e multidisciplinare di promozione del progresso delle scienze e delle loro applicazioni, organizzando studi e incontri che concernono sia il rapporto della collettività con il patrimonio culturale, reso più stretto dalle nuove possibilità di fruizione attraverso le tecnologie multimediali, nella ricerca delle cause e nella rilevazione delle conseguenze di lungo termine dell'evoluzione dei fattori economici e sociali a livello mondiale: popolazione, produzione alimentare e industriale, energia e uso delle risorse, impatti ambientali, ecc.

Le origini della Società Italiana per il Progresso delle Scienze si ricollegano al periodo anteriore al nostro Risorgimento politico, allorquando nella nostra penisola, smembrata in sette piccoli Stati, i più eminenti uomini di Scienza e di Lettere solevano riunirsi in Congresso. Nel 1839, a Pisa, fu tenuta la prima Riunione degli scienziati italiani, celebrata dal Giusti, nei noti versi:

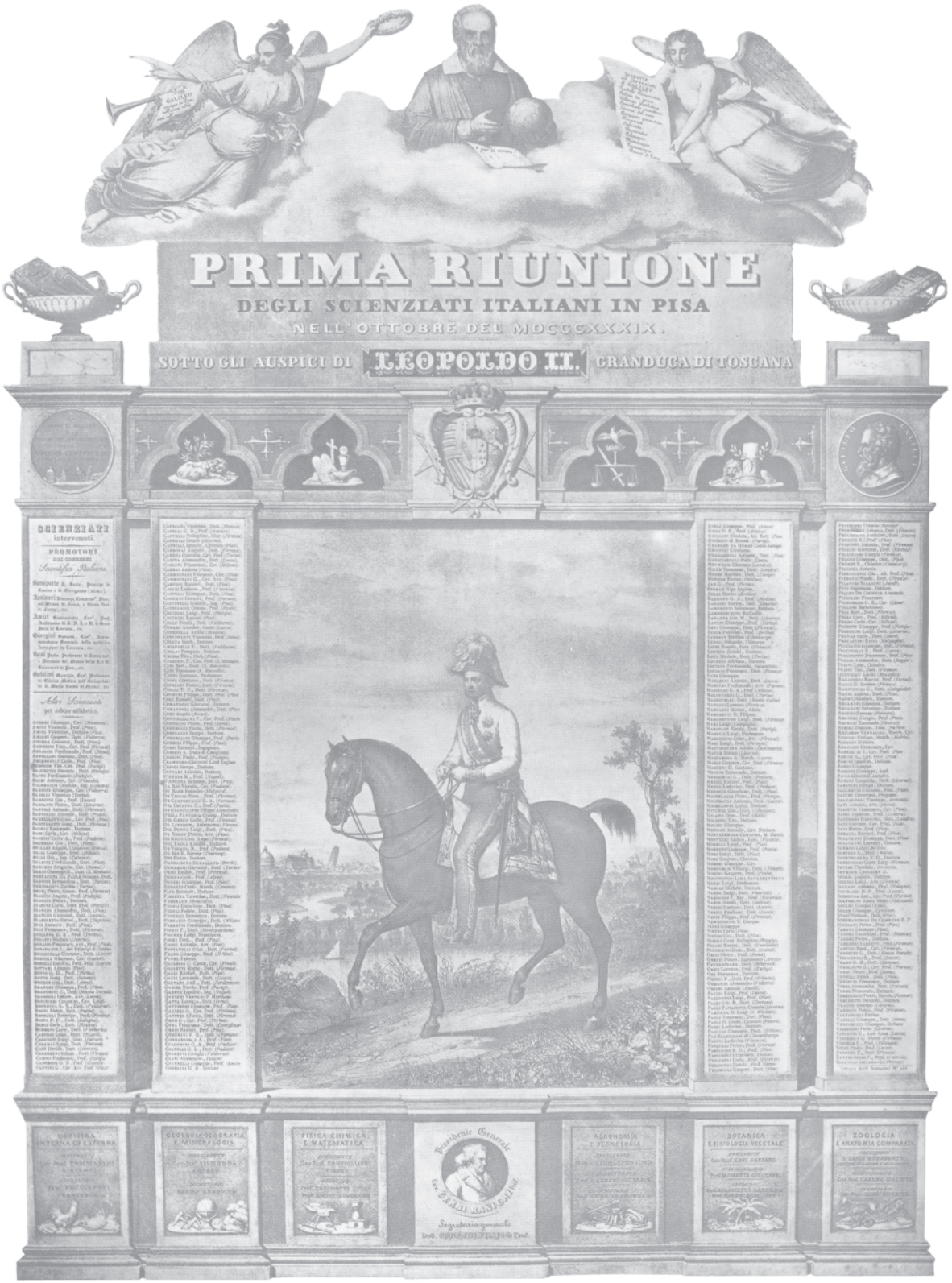
Di si nobile congresso
Si rallegra con sè stesso
Tutto l'uman genere.

Ciò che costituì, fin da principio un'importante caratteristica delle Riunioni degli scienziati italiani, fu la larga partecipazione del pubblico colto, a fianco dei più illustri scienziati. E di ciò danno conferma gli Atti delle Riunioni, e le testimonianze degli scrittori, italiani e stranieri del tempo. Oltre a dibattere tematiche a carattere scientifico-tecnico e culturale, la SIPS pubblica e diffonde i volumi degli Atti congressuali e Scienza e Tecnica, palestra di divulgazione di articoli e scritti inerenti all'uomo tra natura e cultura.
Gli articoli, salvo diversi accordi, devono essere contenuti in un testo di non oltre 4 cartelle dattiloscritte su una sola facciata di circa 30 righe di 80 battute ciascuna, comprensive di eventuali foto, grafici e tabelle.
Possono far parte della SIPS persone fisiche e giuridiche (università, istituti, scuole, società, associazioni e, in generale, enti) che risiedono in Italia e all'estero, interessate al progresso delle scienze e che si propongano di favorirne la diffusione (art. 7 dello statuto).

CONSIGLIO DI PRESIDENZA
Luigi Berlinguer, *presidente onorario*; Maurizio Luigi Cumo, *presidente onorario*; Antonio Speranza, *presidente*; Enzo Casolino, *segretario generale*; Barbara Martini, *amministratore*; Michele Anaclerio, Mauro Cappelli, Annamaria Colacci, Filomena Rocca, Giuseppe Scarascia Mugnozza, Stefano Tibaldi, Nicola Vittorio, *consiglieri*; Alfredo Martini, *consigliere onorario*.
Revisori dei conti: Elena Maratea, Giampiero Castriciano, Antonello Sanò.

COMITATO SCIENTIFICO
Carlo Blasi, Maria Simona Bonavita, Marco Casolino, Federico Cinquepalmi, Mario Cipolloni, Ireneo Ferrari, Waldimaro Fiorentino Gaetano Frajese, Gianfranco Ghirlanda, Mario Giacovazzo, Giorgio Gruppioni, Michele Lanzinger, Salvatore Lorusso, Nicola Occhiocupo, Gianni Orlandi, Elvidio Lupia Palmeri, Emanuela Reale, Renato Angelo Ricci, Mario Rusconi, Cesare Silvi, Roberto Vacca, Bianca M. Zani.

SOCI
Possono far parte della SIPS persone fisiche e giuridiche (università, istituti, scuole, società, associazioni ed in generale, enti) che risiedono in Italia e all'estero, interessate al progresso delle scienze e che si propongano di favorirne la diffusione (art. 7 dello statuto).



www.sipsinfo.it

scienza e tecnica on line