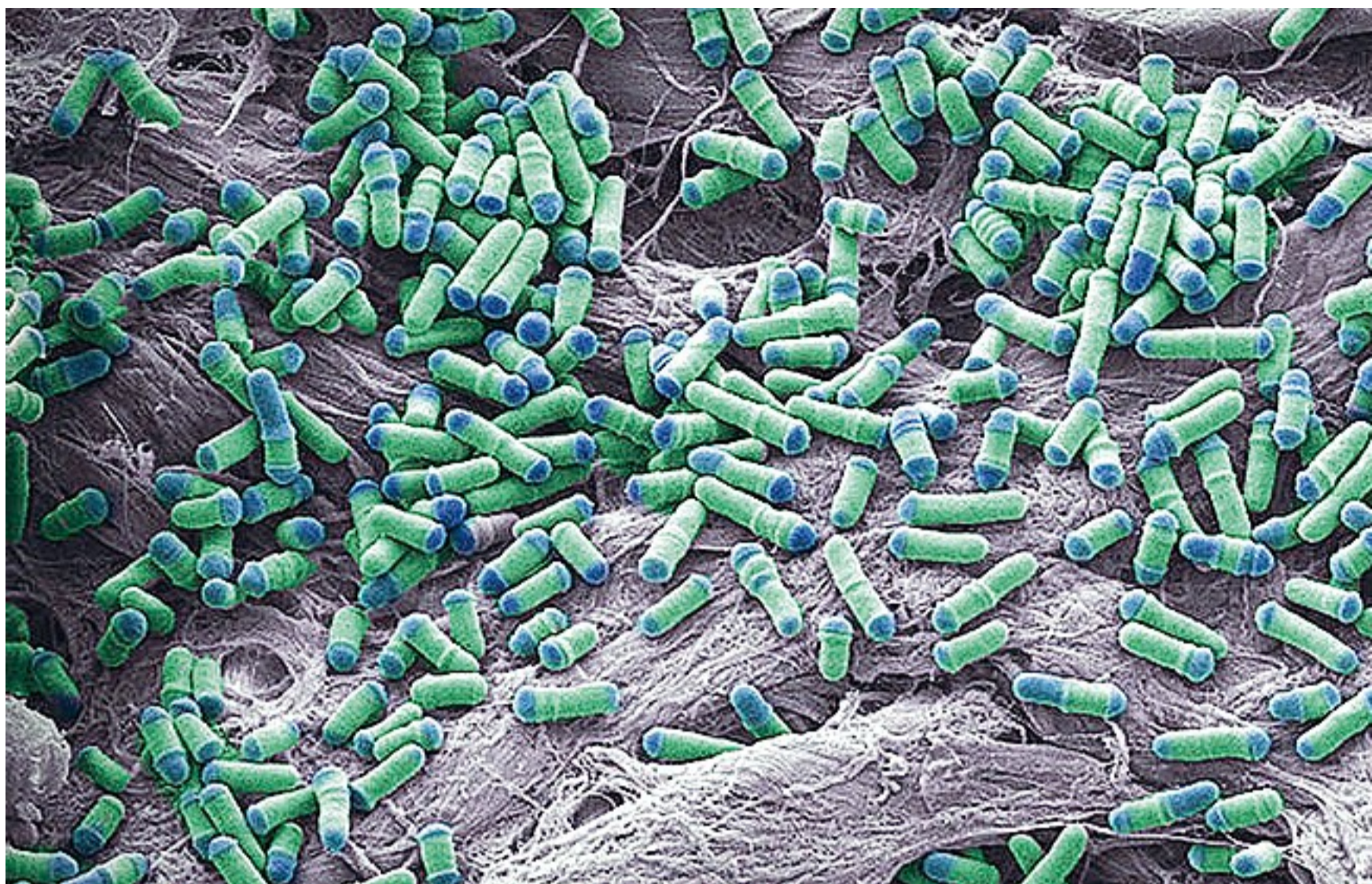


Il dibattito delle idee

Scienza Uno studio mostra la vicinanza sorprendente fra noi e organismi semplicissimi. La teoria dell'evoluzione non vive più di semplici osservazioni naturalistiche, ma di inconfutabili risultanze molecolari

Steve Gschmeissner (Bedford, Usa, 1950): nel 2014 per fotografare e colorare in verde le cellule di lievito il celebre fotografo scientifico ha qui utilizzato uno dei suoi strumenti preferiti, il cosiddetto «Sem» (Scanning electron microscope)



di EDOARDO BONCINELLI

La somiglianza di fondo fra noi e altri organismi viventi è impressionante. Più di quanto ci si potesse immaginare, anche tenendo conto di quello che ci insegna la teoria dell'evoluzione biologica. Le somiglianze sono dovute, infatti, a una comune discendenza che ci imparenta più o meno strettamente con gli individui di questa o quella specie. Tutti sembriamo derivare infatti da antenati comuni, esistiti magari un miliardo di anni fa, come quelli che legano noi al lievito, un organismo unicellulare che vive e si riproduce in maniera estremamente diversa dalla nostra.

La rivista «Science» ha appena pubblicato un lavoro eccezionale di Edward M. Marcotte e collaboratori che mostra come la metà dei geni essenziali per la sopravvivenza delle cellule di un lievito, il comune lievito di birra, possono essere proficuamente sostituiti in tutto e per tutto dai corrispondenti geni umani. Il mio personale commento è che ciò è quasi incredibile, vista l'enorme distanza evolutiva fra noi e i lieviti.



Il fatto è che oggi la teoria dell'evoluzione non vive più di semplici osservazioni naturalistiche, come in un non lontano passato, ma di inconfutabili risultanze molecolari. Lo strumento più utilizzato è oggi la comparazione delle sequenze genomiche, visto che conosciamo ormai le sequenze del Dna della nostra specie e di moltissime altre, vicinissime o lontanissime dalla nostra. È questo che ci permette i confronti più raffinati, profondi e definitivi, fra i materiali genetici delle coppie di specie più diverse e varie, fornendoci la chiave per analizzare il grado di parentela fra noi e organismi primitivi oppure, al contra-

Tarli
di Severino Colombo

Il piacere di «abboccare» all'amo

Arguto, leggero, invitante: è l'inizio de *Il pesce rosso numero 14* di Jennifer L. Holm (traduzione di Elisa Puricelli Guerra, Rizzoli, pp. 180, € 15, da 12 anni), che spiega anche il curioso titolo. Il lettore «abbocca» volentieri all'amo di una storia

in cui c'è di tutto: i dubbi sul cosa-farò-da-grande di una ragazzina e le certezze di un nonno so-tutto-io; curiosità e passioni; libri indigesti (*Il giovane Holden*) e bagni intasati; la voglia di non omologarsi e quella di fare la cosa giusta.

i Metà dei geni dell'uomo sono gli stessi del lievito: merito di antenati comuni

Bibliografia

La ricerca a cui si fa riferimento nell'articolo è stata realizzata da Aashiq H. Kachroo e collaboratori («Science», volume 348, pagine 921-925, 2015). Per una trattazione aggiornata della teoria evolutiva si può consultare: Edoardo Boncinelli, *Perché non possiamo non dirci darwinisti* (Rizzoli, 2009). Per quei geni che già nel 1985 furono dimostrati uguali nel moscerino e nell'uomo, è ancora attuale il volume di Edoardo Boncinelli, *Genetica e guarigione* (Einaudi, 2014). Per gli studi sulla nostra somiglianza genomica con gli uomini di Neanderthal e simili: Claudio Tuniz e Patrizia Tiberi Vipraio, *Homo sapiens. Una biografia non autorizzata* (Carocci, 2015); Telmo Pievani, *Homo sapiens. Il cammino dell'umanità* (De Agostini, 2014); Giorgio Manzi, *Homo sapiens* (Il Mulino, 2006). Per l'ingegneria genetica: Emily Anthes, *Il gatto di Frankenstein. Le nuove frontiere dell'ingegneria genetica animale* (Codice, 2014). Per gli studi sul lievito: Lansing M. Prescott, *Microbiologia sistematica, ambientale, industriale* (McGraw-Hill Education, 2009). Per una voce critica: Hillary Rose & Steven Rose, *Geni, cellule e cervelli. Speranze e delusioni della nuova biologia* (Codice, 2013)

rio, fra noi e i nostri cugini più stretti, gli uomini, e le donne, di Neanderthal o di Denisova.

Questo metodo diede risultati strabilianti già più di trent'anni fa, quando diverse équipe di ricerca, fra cui la mia, scoprirono che il gruppo di geni che controllano il corretto sviluppo del corpo e del cervello sono quasi gli stessi negli insetti, in particolare i moscerini della frutta, e in noi. Si capì allora che gruppi di geni di grande importanza si sono conservati quasi uguali durante centinaia di milioni di anni di evoluzione separata, come quella fra noi e gli insetti, e successivamente fra noi e un organismo assai primitivo come la planaria, il vermetto che, diviso in tante parti, sa rigenerare se stesso partendo da ciascuna di queste parti.

In realtà si intravide già allora una sorta di parentela con il lievito, ma i tempi erano molto prematuri e le metodologie assai primitive. C'era poi l'argomento che questi geni avevano una funzione così importante che non potevano cambiare troppo durante il processo evolutivo senza pregiudicare il compimento della loro opera.

Oggi è tutta un'altra musica. Il numero di tratti di Dna analizzabili è enormemente aumentato e le tecniche per verificare le similitudini o le differenze tra sequenze diverse sono sempre più potenti e raffinate.

Ogni mese apprendiamo di nuove comparazioni e nuove scoperte su parentele e gradi di parentela sempre più vari, fino a poter fare supposizioni su quando e come certi incroci sono avvenuti, come nel caso di noi e dei Neanderthal che sembra si siano potuti accoppiare in Europa durante un periodo relativamente breve di circa 5 mila anni. Oltre alla comparazione di sequenze di Dna diverse, esistono oggi molte altre

metodologie di avanguardia per analizzare la similitudine, strutturale o funzionale, di sequenze appartenenti a specie diverse.

Che cosa hanno fatto i nostri autori? Hanno in primo luogo determinato quanti e quali geni posseduti dal lievito di birra sono essenziali per la sua sopravvivenza. Hanno poi prodotto ceppi di lievito che non riescono a sopravvivere perché hanno una lesione in ciascuno di questi geni. A ogni ceppo incapace di crescere hanno aggiunto un gene umano che sembrava più simile a quello di lievito presente in forma difettosa. Nella metà dei casi i geni umani sono stati in grado di compensare il difetto genetico e hanno così assicurato la sopravvivenza e la crescita del corrispondente ceppo originariamente difettoso. Un risultato decisamente strabiliante anche per gli addetti ai lavori di sicura fede evolutivista: esistono geni del nostro corpo capaci di sostituire i corrispondenti geni di lievito nel compimento delle loro funzioni naturali.

Il risultato ha stupito gli stessi scienziati che lo hanno ottenuto, i quali non hanno potuto fare a meno di chiedersi perché questo accade in una così alta percentuale di casi. In pochi, pochissimi casi si osservava infatti una certa somiglianza nelle sequenze del Dna dei geni in questione. In altri casi non si riu-

sciva a osservare proprio niente; non bisogna dimenticare che non sono i geni che compiono direttamente certe funzioni ma i loro prodotti, che non sono sempre facilmente predicibili dalla sequenza dei geni stessi. In molti casi hanno scoperto che non era tanto il gene singolo che contava, ma il circuito genetico al quale quello apparteneva, in collaborazione con altri geni magari piuttosto diversi.



Hanno così scoperto che la chiave migliore per la predizione del successo di un esperimento non era la maggiore somiglianza fra le sequenze di base dei geni, ma il «modulo genetico» a cui appartengono. Un modulo genetico, o circuito genetico, è un gruppo di geni che lavorano insieme per svolgere qualche specifica funzione, per esempio sintetizzare il colesterolo necessario alla creazione della membrana cellulare nelle nostre cellule come in quelle del lievito. L'evoluzione sembra, cioè, tendere a conservare maggiormente vie di segnalazione e processi metabolici, anche complessi, piuttosto che i dettagli dei singoli geni, che possono andare anche incontro a piccole modificazioni senza intaccare la funzionalità del modulo stesso.

Per fare un esempio, supponiamo che una specifica proteina funga da «chiave» che si deve inserire con precisione in una «serratura» formata da un certo numero di altre proteine: tutto continua a funzionare anche se, pur cambiando la composizione delle singole proteine implicate, la nuova chiave entra con precisione nella nuova serratura. Col «senno di poi» è tutto logico e ragionevole, ma si tratta appunto del senno di poi: senza l'esperimento nes-

Radici
Di fronte a questi esiti, è molto difficile darsi spiegazioni senza pensare a una discendenza condivisa di tutti gli esseri viventi

Cittadini
di Edoardo Vigna

Internet prende il bus

Il wi-fi viaggia in bus. E raccoglierà Big Data utili alla collettività. A Oporto, in Portogallo, è così che la stanno pensando e sperimentando. Trasmettitori su 600 mezzi, connessione web da offrire gratis ai cittadini, che in cambio mettono

a disposizione informazioni: a cominciare dalle indicazioni dei cassonetti pieni di immondizia da svuotare. Tutto per far funzionare meglio la città. Eppure c'è qualcosa che suona in modo strano quando l'«Internet delle cose» occupa ogni cosa.



Bioetica Un saggio di Francesco Cassata invita a liberarsi di termini che evocano pratiche razziste del passato

L'eugenetica non è più quella di una volta Ora riguarda parti di Dna, non l'individuo

di FABIO DEOTTO

Parlare di eugenetica, oggi, significa spesso evocare nell'interlocutore immagini di campi di concentramento nazisti, persone malate sopresse come animali, accoppiamenti mirati al perfezionamento della razza, e un nome, quello di Josef Mengele, che viene puntualmente associato allo stereotipo dello scienziato pazzo. Tentare di ragionare intorno al concetto di eugenetica, oggi, significa raccogliere una collezione di teste scosse e commenti sommari, che spesso nascondono una sostanziale ignoranza sull'argomento. Questo perché dagli anni Settanta a oggi il termine è stato svuotato di ogni significato scientifico per diventare uno spauracchio utile a disinnescare preventivamente il dibattito intorno a questioni — come l'aborto terapeutico, lo screening prenatale e la consulenza genetica — su cui sarebbe invece necessario confrontarsi al netto di pregiudizi e banalizzazioni.

suno avrebbe potuto anticipare risultati tanto sorprendenti. Tutto ciò ha almeno due ordini di possibili conseguenze, rispettivamente per la pratica clinica e per la comprensione profonda dei meccanismi biologici. Per la pratica medica del futuro si possono immaginare gli scenari più avveniristici, per esempio inserire in cellule di lievito gruppi di geni umani, per studiarne in vitro il comportamento, gli eventuali difetti e come possano essere superati con trattamenti o farmaci nuovi e specifici. Fino allo studio di complessi circuiti genetici umani, analizzati indipendentemente dall'effetto di tutti gli altri.

Per gli aspetti teorici c'è ben poco da aggiungere. Anche se ci sono in giro ancora molte persone che «non credono» alla teoria dell'evoluzione — e se ne vantano — è molto difficile spiegare tutto questo senza pensare a una comune discendenza di tutti i viventi e a un meccanismo di progressivi cambiamenti ascrivibili alla continua comparsa di mutazioni seguite da un processo di selezione. Ma chi non vuole persuadersi, non lo farà nemmeno adesso, perché l'uomo è molto affezionato alle sue idee, specialmente a quelle sbagliate. Perché l'evoluzione stessa lo spinge a comportarsi così.

© RIPRODUZIONE RISERVATA

Nel libro *Eugenetica senza tabù* (Einaudi), Francesco Cassata si impone di fare chiarezza sull'uso pubblico di un concetto che risale alla seconda metà dell'Ottocento e che non ha mai smesso di essere attuale. Per poter affrontare l'argomento al netto di ogni banalizzazione è utile sapere che misure eugenetiche positive (indirizzamento selettivo della riproduzione) e negative (sterilizzazione forzata) sono state applicate in diversi Paesi europei e nordamericani già dalla fine del XIX secolo e ben oltre il dopoguerra. Basti pensare che negli Stati Uniti, tra il 1899 e il 1979 sono state effettuate circa 65 mila sterilizzazioni di individui considerati deboli di mente, degenerati o sessualmente perversi; e che persino nella Svezia socialdemocratica, tra il 1934 e il 1975, erano previste misure di sterilizzazione che avevano l'obiettivo di ridurre il peso demografico di persone «di tipo B».

Laddove per i nazisti l'eugenetica consisteva in sistematiche azioni di «pulizia razziale» — dagli aborti forzati al vero e proprio assassinio di individui considerati «deboli nel fisico e nella mente», nel caso delle socialdemocrazie scandinave e dei governi americani — le pratiche ammesse per legge non si spingevano oltre la sterilizzazione e non avevano una direzione esplicitamente razzista.

Entrambi i casi però si inseriscono in un solco preesistente. Le controversie sull'eugenetica risalgono infatti già alla metà del XIX secolo, quando al centro del dibattito c'erano gli studi di Charles

i



FRANCESCO CASSATA
Eugenetica senza tabù.
Usi e abusi di un concetto
EINAUDI
Pagine 130, € 11

L'autore
Francesco Cassata è nato a Torino nel 1975 e insegna Storia contemporanea all'Università di Genova. Ha pubblicato fra l'altro: *A destra del fascismo. Profilo politico di Julius Evola* (Bollati Boringhieri, 2003); *Molti, sani e forti. L'eugenetica in Italia* (Bollati Boringhieri, 2006); *Le due scienze. Il caso Lysenko in Italia* (Bollati Boringhieri, 2008); *Il fascismo razionale. Corrado Gini fra scienza e politica* (Carocci, 2006) e *«La Difesa della razza». Politica, ideologia e immagine del razzismo fascista* (Einaudi, 2008). Con Claudio Pogliano ha curato *Storia d'Italia. Annali 26. Scienza e cultura dell'Italia unita* (Einaudi, 2011)

Darwin sulla selezione naturale e un corollario inevitabile: se le attuali capacità dell'uomo sono frutto di un lunghissimo processo di selezione naturale, come si evolverà l'essere umano ora che questo processo è stato compromesso da un articolato sistema di tutele (una su tutte, quella garantita dai sistemi sanitari)?

Una prima risposta a questo quesito arrivò da Francis Galton, cugino diretto di Darwin, che nel suo saggio del 1869, *Hereditary Genius*, auspicò l'emergere di una sorta di ingegneria sociale indirizzata allo sviluppo di una società più virtuosa attraverso l'incentivazione dell'accoppiamento tra individui sani, colti e beneducati, e l'ostacolo dei matrimoni tra consanguinei. Lo scenario proposto da Galton, oltre a risultare violentemente classista, portava con sé un gigantesco problema bioetico: anche posto che sia giusto favorire la permanenza di caratteristiche fisiche e psicologiche utili alla società, l'idea di privilegiare la riproduzione di alcuni individui e disincentivare quella di altri sarebbe tanto aberrante quanto l'ipotesi di sterilizzare persone ritenute «non adatte» perpetrata da alcuni governi nel corso del Novecento.

g

Da allora, il panorama scientifico è molto cambiato. Con gli sviluppi più recenti delle biotecnologie, si presenta l'inedita prospettiva di intervenire sul genoma per attivare e silenziare specifici geni, favorendo così la trasmissione di alcuni tratti a discapito di altri. Il bersaglio dell'eugenetica si è spostato così dall'individuo al gene, un cambio di prospettiva che apre nuove frontiere nel dibattito bioetico. Se prima l'interrogativo era: «È giusto sterilizzare un individuo problematico per evitare che i suoi geni continuino a essere ereditati?»; ora è il caso di domandarsi: «È giusto intervenire con strumenti biotecnologici su geni problematici, per evitare la loro diffusione nelle generazioni a venire?».

Un quesito simile suscita risposte meno emotive del primo, ed è sufficiente riarrangiare la domanda per suscitare un consenso ancora più deciso: «Se sapessi che nel tuo corredo genomico sono presenti geni che codificano per una malattia ereditaria incurabile, accetteresti di manipolare il Dna delle tue cellule sessuali per evitare che i tuoi figli ereditino quei geni?».

È su questo cambio di prospettiva —

da individuo a singolo gene — che si formalizza la cesura tra quella che Cassata definisce eugenetica forte, ossia «il progetto di miglioramento dei caratteri genetici di una popolazione, attuato da uno Stato per mezzo di provvedimenti coercitivi», e un'eugenetica debole, intesa come «l'insieme di pratiche selettive della genetica medica contemporanea, basate sul rispetto dell'etica medica e dell'autonomia riproduttiva dell'individuo».

Certo, il rischio che le biotecnologie vengano utilizzate a scopi eugenetici esiste; il problema è che il termine «eugenetica» viene impropriamente utilizzato per criminalizzare nuove opportunità biomediche che hanno un puro scopo di prevenzione; una su tutte: la consulenza genetica, ovvero quel processo volto a informare il paziente sul rischio di sviluppare e trasmettere un disturbo ereditario.

Un esempio virtuoso è quello della campagna di prevenzione della fenilchetonuria (Pku), una malattia ereditaria dovuta a mutazioni recessive, che nel secondo dopoguerra fu oggetto di un importante dibattito. Informare i portatori sani dei rischi connessi a un'eventuale gravidanza significava non solo aprire la strada a un controllo prematrimoniale volontario, ma anche a un concreto intervento terapeutico. I sintomi tipici della Pku (da semplici rash cutanei fino a un progressivo ritardo mentale), infatti, non si presentano immediatamente nel neonato, e possono essere tenuti sotto controllo attraverso una dieta povera di fenilalanina (un amminoacido).

Le tecniche di indagine genetica in questo caso non venivano impiegate per ragioni selettive, ma preventive e terapeutiche; si passava insomma dall'eugenetica alla genetica medica, una distinzione che a mezzo secolo di distanza è ancora lontana dall'essere pubblicamente accolta. La possibilità che una coppia decida di sottoporsi a un test genetico predittivo per valutare il rischio di trasmettere malattie ereditarie ai figli può e deve essere oggetto di dibattito bioetico; ma perché questo dibattito si sviluppi correttamente è prima necessario liberarsi, se non del termine stesso «eugenetica» (ormai inadatto a descrivere misure non coercitive), almeno del corredo di paure e semplificazioni che l'hanno accompagnato negli ultimi quarant'anni. In questo senso, il libro di Francesco Cassata è un ottimo punto di partenza.

© RIPRODUZIONE RISERVATA