

La grande “zuppa” di plastica

Laura Reali, Giacomo Toffol

Gruppo ACP Pediatri per Un Mondo Possibile

Dal 1970 ad oggi sono state prodotte circa 6.300 milioni di tonnellate di rifiuti di plastica, il 9% dei quali è stato riciclato, il 12% è stato incenerito e il 79% si è accumulato nelle discariche o nell'ambiente naturale. Gli studi che dimostrano l'ubiquità dei polimeri sintetici della plastica nell'ambiente sono ormai indiscussi e gli studi più recenti tendono a concordare sul fatto che le sostanze chimiche contenute nelle microplastiche o i prodotti chimici da esse assorbiti e trasportati (plastificanti, additivi) possono avere impatto sulla salute umana. È essenziale affrontare con urgenza il problema della ripulitura degli oceani dalla plastica e della riduzione della sua produzione.

A big plastic “soup”

Since 1970 about 6.300 million of tons of plastic wastes have been produced, 9% of which has been recycled, 12% incinerated and 79% has accumulated in landfills or in natural environment. Studies demonstrating the ubiquity of synthetic plastic polymers in the environment are now undisputed and the recent ones tend to agree that the chemicals contained in microplastics or the chemicals absorbed and transported by them (plasticizers, additives) can have impact on human health. It is essential to urgently address the problem of cleaning the oceans from plastics and reducing their production.

Lo stato della produzione della plastica con qualche numero

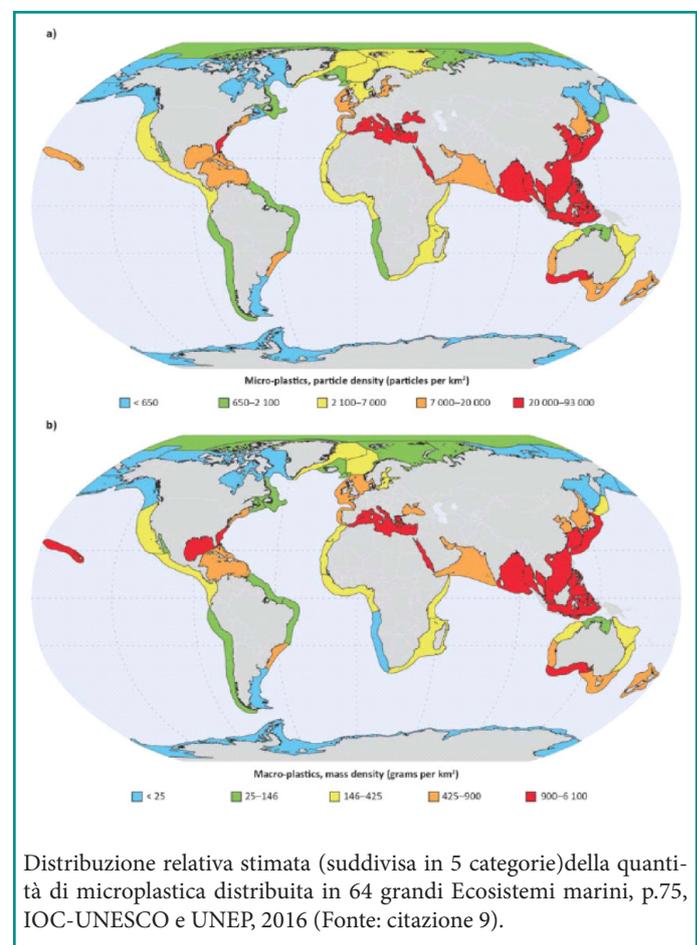
La plastica è comoda e viene utilizzata per moltissime attività tanto che è difficile pensare di farne a meno. Il suo smaltimento però è un problema: la produzione globale totale di plastica è passata da 30 milioni di tonnellate nel 1970 a 322 milioni di tonnellate nel 2015, da quello stesso anno sono state prodotte fino ad oggi circa 6.300 milioni di tonnellate di rifiuti di plastica, il 9% dei quali è stato riciclato, il 12% è stato incenerito e il 79% si è accumulato nelle discariche o nell'ambiente naturale. Si stima che ogni anno 8 milioni di tonnellate di plastica finiscano negli oceani. Se le attuali tendenze di produzione e gestione dei rifiuti continueranno invariate, entro il 2050 saranno in discarica o nell'ambiente naturale circa 12.000 milioni di tonnellate di rifiuti di plastica [1-2]. La speranza di ridurre i rifiuti plastici dipende dai tassi di riciclaggio complessivi, che variano ampiamente in tutto il mondo, anche tra nazioni sviluppate con infrastrutture di riciclaggio ben consolidate. L'Europa ha riciclato il 26% di plastica usa e getta nel 2012, mentre gli Stati Uniti (USA) hanno registrato tassi dell' 8.8% nello stesso anno [3]. Dalle reti da pesca lunghe centinaia di metri abbandonate nell'acqua a frammenti di dimensioni analoghe al plancton, i polimeri sintetici sono stati ritrovati negli angoli più remoti della biosfera terrestre: ambienti marini, habitat costieri, sedimenti marini profondi, laghi d'acqua dolce e fiumi, ghiaccio artico, aria ambiente. Plastica è stata ritrovata anche negli uccelli marini, nei mammiferi acquatici, nei

pesci e negli invertebrati bentonici. Insomma il corpus di studi che dimostrano l'ubiquità dei polimeri sintetici della plastica nell'ambiente è ormai indiscusso e gli uccelli marini con lo stomaco pieno di rifiuti di plastica e le tartarughe impigliate nei sacchetti di plastica sono diventati il simbolo del problema dei rifiuti marini. Ma l'impatto della plastica su una scala più piccola e meno visibile potrebbe essere ancora più serio per il pianeta e per la salute umana [4].

Le “isole” di spazzatura di plastica negli Oceani

Le materie plastiche rilasciate negli oceani vengono trasportate e convergono, là dove le correnti si incontrano, creando enormi accumuli (patch), vere e proprie “isole”, che contengono ammassi di plastica in quantità maggiore rispetto all'acqua circostante. Si stima infatti che ci siano almeno 600.000 pezzi di plastica per chilometro quadrato solo nelle acque dell'Oceano Atlantico (Figura 1).

Figura 1. Densità microplastiche per km quadrato



Distribuzione relativa stimata (suddivisa in 5 categorie) della quantità di microplastica distribuita in 64 grandi Ecosistemi marini, p.75, IOC-UNESCO e UNEP, 2016 (Fonte: citazione 9).

Il Great Pacific Garbage Patch, conosciuto anche come Pacific Trash Vortex o Gyre, è un'isola di plastica che si trova nell'Oceano Pacifico centro-settentrionale ed è più estesa dello stato del Texas. Ci sono "isole" di spazzatura simili anche nell'Oceano Indiano e Atlantico. Ad oggi ne sono state scoperte cinque in totale, ma il fenomeno è destinato ad aumentare [5] (Figura 2).

Come arriva all'oceano tutta questa plastica?

Circa il 20% dei rifiuti plastici che arriva nell'oceano, proviene da navi e piattaforme al largo. Il resto proviene da rifiuti gettati in mare, trascinati in acqua dalle spiagge durante le maree, portati al mare dai fiumi, anch'essi usati come discarica a cielo aperto [2-6]. La stragrande maggioranza dei monomeri usati per produrre plastica, come l'etilene e il propilene, derivano da idrocarburi di carbonio del petrolio e nessuno di essi è biodegradabile. Di conseguenza, piuttosto che decomporsi, si accumulano nelle discariche o nell'ambiente naturale. L'unico trattamento per eliminare definitivamente i rifiuti di plastica è la combustione, o pirolisi (con produzione di diossine). Così la contaminazione dell'ambiente naturale da rifiuti di plastica è in crescita: si stima che i bacini oceanici più grandi ne contengano tra 4 e 12 milioni di tonnellate. La cosiddetta plastica usa e getta è quella che di gran lunga fornisce il più grande contributo. Questi rifiuti sono ormai così onnipresenti nell'ambiente che la plastica è stata suggerita come indicatore geologico dell'era Antropocenica [2].

Come si degrada la plastica in acqua

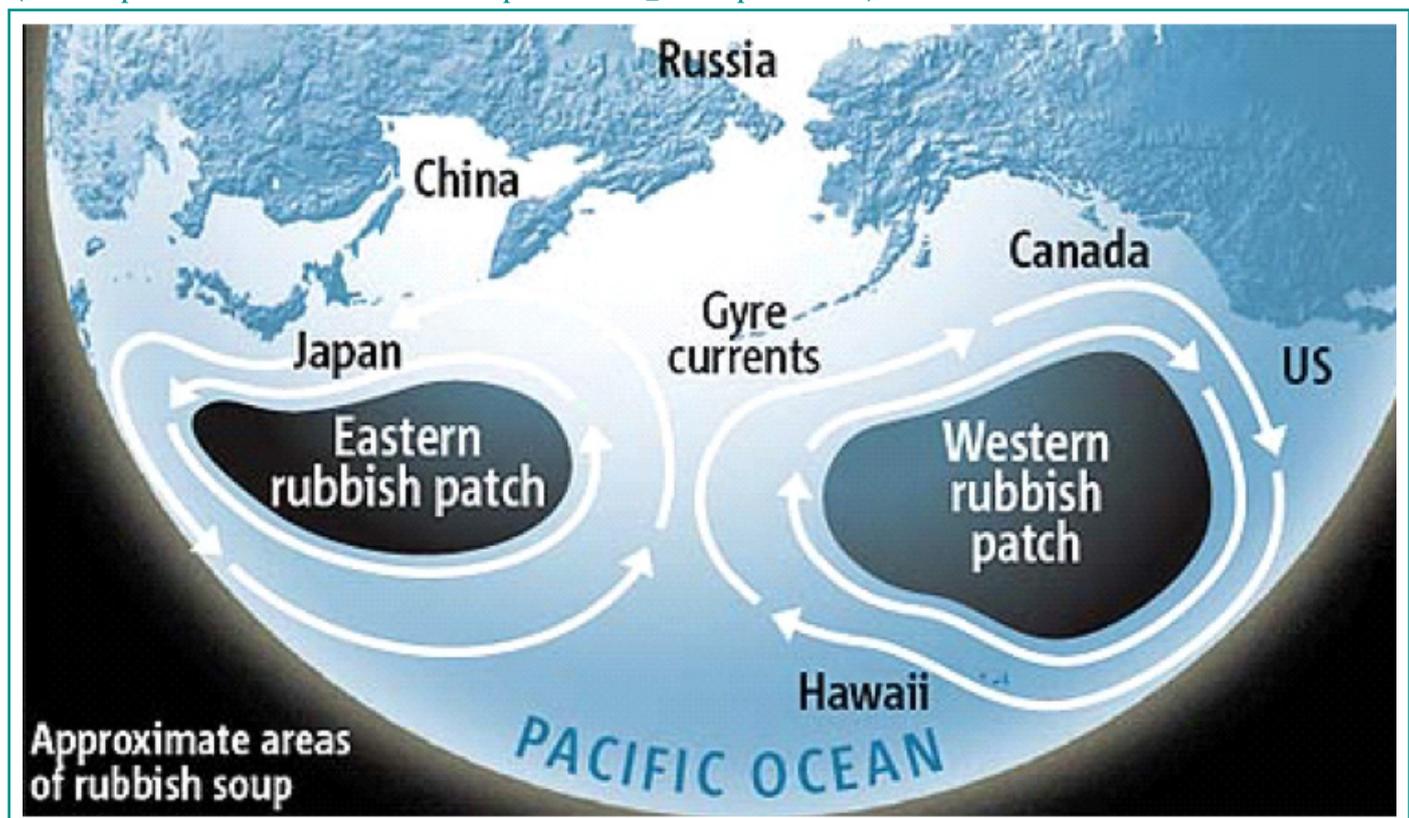
Le materie plastiche non si biodegradano in acqua, ma si rompono lentamente e, in genere, già entro un anno dal rilascio in maniera proporzionale alla temperatura dell'acqua, si riducono

gradualmente in frammenti (micro e nanoplastica), che si diffondono dalla superficie al fondo marino per biofouling, ossia si imbibiscono di acqua e anche frammenti leggeri, come le palline di polistirolo, vanno a depositarsi sul fondo o vengono ingeriti dai pesci e dai mammiferi marini. Tutti i campioni di acque oceaniche provenienti da Stati Uniti, Europa, India, Giappone e altri paesi, contengono plastiche come: polistirene (plastica usata per posate usa e getta, polistirolo e custodie di DVD), trimero di stirene (sottoprodotto del polistirolo) e bisfenolo A (usato nelle plastiche dure come le bottiglie d'acqua riutilizzabili e nelle foderelle di lattine di alluminio) [2-7].

Microplastiche e nanoplastiche sono come spugne

Le particelle derivate dalla degradazione della plastica in frammenti microscopici (microplastica, particelle di diametro inferiore a 5 mm) e anche più piccoli (nanoplastica, particelle di diametro inferiore a 1 micrometro) hanno raggiunto densità elevate (si stima almeno 100.000 per metro cubo) in acque e sedimenti marini e interagiscono con gli organismi e l'ambiente in vari modi. La natura eterogenea delle microplastiche le rende difficili da studiare perché rappresentano una vasta gamma di materiali con caratteristiche fisiche specifiche e composizioni chimiche diverse. Circa il 90% della plastica prodotta a livello mondiale, tuttavia, rientra in una di queste sei categorie: HDPE, LDPE, PP, PVC, PS e PET (polietilene ad alta e a bassa densità, polipropilene, cloruro di polivinile, polistirene, polietilene tereftalato). Sono tutte in grado di adsorbire sostanze chimiche dall'ambiente come PCB (policlorobifenili) PBDE (polibromodifenileteri) e IPA (idrocarburi policiclici aromatici) e note per essere tossiche per la riproduzione, interferenti endocrine, cancerogene. Possono anche rilasciare (per lisciviazione) ad-

Figura 2. Le "isole" di spazzatura di plastica negli Oceani
(Fonte: https://serc.carleton.edu/NAGTWorkshops/health/case_studies/plastics.html)



ditivi sintetici, come gli ftalati, gli alchilfenoli e il bisfenolo A. La plastica può assorbire anche metalli pesanti (piombo, cadmio e mercurio) e batteri, a volte anche a concentrazioni molto più elevate dei loro immediati dintorni, come accade nelle isole di spazzatura. Una volta ingerite dagli animali marini, tutte queste sostanze possono attraversare il loro tratto gastrointestinale e contaminare le carni. I detriti di plastica possono fungere anche da microhabitat per gli organismi marini come le alghe e da supporto per il trasporto di microrganismi patogeni come batteri e virus, potenzialmente dannosi per la pesca, l'acquacoltura e la salute umana. Questo spiega perché le microplastiche sono considerate un contaminante emergente, e sono fonte di preoccupazione [3-8].

Plastica nelle acque e rischi per la salute umana e per la sicurezza alimentare

Il rapporto UNEP su Detriti di plastica e nanoplastiche riporta che la varietà di specie ittiche commerciali contaminate con microplastiche è ampia e che gli uomini sono esposti attraverso il consumo di prodotti alimentari marini come molluschi, gamberetti, pesci, ricci di mare, tunicati e cetrioli di mare, che vengono consumati interi ma anche attraverso il consumo di invertebrati come i mitili (cozze, ostriche, ecc), che si alimentano filtrando l'acqua di mare [8]. Sebbene sia evidente che gli uomini sono esposti a microplastiche attraverso la loro dieta (Tabella) e che la presenza di microplastiche nei frutti di mare possa rappresentare una minaccia per la sicurezza alimentare, non conosciamo ancora con certezza il metabolismo e i meccanismi di tossicità delle micro- e nano-plastiche nell'organismo umano. E' importante ricordare che gli uomini sono esposti a sostanze chimiche tossiche (ritardanti di fiamma, PCB, PFA) presenti nella plasti-

ca, non solo attraverso il consumo di prodotti ittici, ma anche durante la produzione, l'uso e lo smaltimento della plastica, nell'edilizia, nel settore automobilistico e nell'elettronica. E' noto da tempo che i composti organici e i metalli pesanti, associati alle micro e nanoplastiche in acqua, possono interferire con lo sviluppo del sistema nervoso e del sistema endocrino e sono quindi motivo di particolare preoccupazione, ad esempio perché possono influenzare il feto, i bambini nelle prime fasi dello sviluppo e gli adolescenti, oltre alla popolazione generale. Per alcuni dei prodotti chimici più utilizzati nell'industria della plastica (ad esempio Bisfenolo A, ftalati, ritardanti di fiamma bromurati) e per molti contaminanti organici, che sono facilmente assorbiti dalla plastica (ad esempio IPA, PCB), sono stati dimostrati effetti di perturbazione endocrina. Gli studi più recenti tendono a concordare sul fatto che le sostanze chimiche contenute nelle microplastiche o i prodotti chimici da esse assorbiti e trasportati (plastificanti, additivi), possono avere impatto sulla salute umana [2-8-9]. Sulla base delle prove finora disponibili, sembra però che gli inquinanti organici persistenti adsorbiti (es POPs) e gli additivi legati a microplastiche abbiano un impatto relativamente minore rispetto alle altre esposizioni concomitanti ad esempio per via lavorativa, si deve tuttavia ricordare che questa conclusione si basa principalmente su microplastiche di dimensioni millimetriche, mentre c'è ancora scarsa conoscenza dei possibili effetti avversi dovuti alle plastiche nanometriche [8].

Perché le nanoplastiche sono plausibilmente più tossiche delle microplastiche

E' plausibile che le particelle più piccole (<1 micrometro) rappresentino un rischio maggiore rispetto alle particelle più grandi a causa delle loro dimensioni, del rapporto elevato superficie-volu-

Tabella. Microplastiche presenti negli alimenti

| Specie | Particelle per kg ⁻¹ di prodotto (peso netto) | Referenza bibliografica |
|---|--|--|
| Cozze blu (Mare del Nord) | 260-13.200 | Van Cauwenberghe and Jansen 2014 de Witte et al. 2014 Leslie et al. 2013 |
| Gamberi marroni-Crangan Crangon (Mare del Nord) | 680 | De Vries et al. 2015 |
| Miele (vari tipi) | 0.09-0.29 | Lieberzeit and Lieberzeit. 2013 |
| Birra (Germania) | 2-79 fibre 12-109 frammenti 2-66 granuli | Lieberzeit and Lieberzeit. 2014 |
| Sale da tavola (Cina): Sale marino Sale di lago Sale di roccia | 550-681 43-364 7-204 | Yang et al. 2015 |

Da: MARINE PLASTIC DEBRIS & MICROPLASTICS GLOBAL LESSONS AND RESEARCH TO INSPIRE ACTION AND GUIDE POLICY CHANGE. pag.103. United Nations Environment Programme (UNEP), 2016-GESAMP 2016

NB. i diversi metodi di misurazione usati nei singoli studi, possono avere influenzato i limiti di rilevazione.

me e dell'aumentata reattività chimica associata alla dimensione nanometrica. In esperimenti di laboratorio controllati (nei roditori) è stato dimostrato che le nano-plastiche sono in grado di attraversare le membrane delle cellule, raggiungendo la circolazione sanguigna via linfa. Potrebbero quindi causare sull'epitelio intestinale infiammazione, fibrosi, danno cellulare e alterazioni del sistema immunitario anche nell'uomo, come osservato negli animali da esperimento [4-8-9]. Dal momento che le nanoplastiche possono raggiungere e penetrare tutti gli organi, compresa la placenta e il cervello è quindi possibile che rappresentino un rischio maggiore delle microplastiche. È possibile che queste nanoplastiche una volta internalizzate possano immettere POPS e altri additivi chimici tossici nei diversi tipi di tessuti, questo effetto tipo "cavallo di Troia" potrebbe rappresentare un rischio ancora non quantificabile. In sintesi, dalle limitate informazioni disponibili sulla presenza di microplastiche nei prodotti ittici, l'assorbimento di sostanze chimiche associate alla plastica negli esseri umani a causa di ingestione involontaria per presenza di microplastiche nei frutti di mare, non sembra più significativo di altre esposizioni umane per queste sostanze chimiche. Però rimangono lacune e incertezze di conoscenza significative, in particolare per le nanoplastiche e questo dovrebbe giustificare un approccio più precauzionale [8].

La microplastica contamina ormai anche le acque dolci di tutto il mondo

Le indagini sui sistemi di acqua dolce suggeriscono che la presenza di microplastiche e le interazioni siano altrettanto importanti e analoghe a quelle che si osservano nei sistemi marini. Le microplastiche sono state rilevate nelle acque dolci d'Europa, del Nord America e dell'Asia, e i primi studi sugli organismi stanno rilevando che anche la fauna d'acqua dolce ingerisce microplastiche. Le differenze tra i sistemi di acqua dolce e quelli marini sono: la più stretta vicinanza delle acque dolci alle sorgenti puntiformi, le dimensioni tipicamente più piccole dei sistemi di acqua dolce e le differenze spaziali e temporali nella miscelazione e trasporto di particelle da parte delle forze fisiche. Queste differenze possono portare anche a differenze nel tipo di microplastiche presenti. Dato che lo studio delle microplastiche nelle acque dolci è emerso solo negli ultimi anni, sappiamo ancora troppo poco della loro presenza e distribuzione nell'ambiente; dei loro percorsi di trasporto e dei fattori che influenzano le distribuzioni; dei metodi per il loro rilevamento e quantificazione; dell'entità e della rilevanza del loro impatto sulla vita acquatica. Sappiamo poco anche su come le microplastiche possano trasferirsi dall'acqua dolce agli ecosistemi terrestri e non sappiamo ancora se e in che modo possano influire sulla salute umana. Sappiamo però che le popolazioni umane hanno un'alta dipendenza dalle acque dolci per l'acqua potabile e per le risorse alimentari e quindi aumentare il livello di conoscenze in questi settori è essenziale per sviluppare strumenti politici e regolatori appropriati, per affrontare questo problema emergente [4-9].

Contaminazione dei materiali di consumo

L'inquinamento plastico è stato ben documentato in tutti gli ambienti naturali, ma meno attenzione è stata finora prestata ai polimeri sintetici nei materiali di consumo umani. Poiché alcuni studi di tossicità [3-4] indicano rischi per la salute umana quando le particelle di plastica vengono ingerite, per conoscere meglio la presenza e l'entità di particelle definite antropogeniche

(microplastica) negli alimenti e nelle bevande umani, uno studio ha indagato sulla presenza di tali particelle in 159 campioni di acqua di rubinetto di provenienza da diverse parti del mondo, in 12 marche di birra e in 12 marchi di sale marino commerciale [4]. Dei campioni di acqua di rubinetto analizzati, l'81% è risultato contenere particelle antropogeniche di 0.1-5 mm di lunghezza. Le particelle sono state trovate in ogni marca di birra e di sale analizzato con un numero medio di 4.05 particelle/L nella birra e di 212 particelle/kg nel sale. Sulla base di questi risultati una persona media può ingerire oltre 5.800 particelle di detriti sintetici da queste tre fonti ogni anno, con il maggior contributo proveniente dall'acqua di rubinetto (88%) [4].

Cosa fare

Ormai la plastica è entrata nella catena alimentare, diventando una minaccia concreta per la salute umana, anche se gli studi sono solo agli inizi. È essenziale affrontare con urgenza il problema della ripulitura degli oceani dalla plastica e della riduzione della sua produzione [8]. La portata globale del problema dei rifiuti di plastica e il suo possibile impatto sulla catena alimentare richiedono una forte risposta, sia da un punto di vista scientifico, che politico. L'Unione Europea sta già sostenendo diversi progetti pertinenti nell'ambito del suo programma quadro FP7 e la ricerca su molti aspetti dell'inquinamento plastico si sta ampliando e fa progressi. La parte più difficile è affrontare il problema della riduzione della produzione della plastica. Considerando che circa l'8% del consumo mondiale di petrolio è dedicato alla produzione di materie plastiche, questa soluzione provocherebbe uno squilibrio economico di difficile gestione allo stato attuale. Non meno complesso si presenta il problema di modificare le abitudini di consumatori sempre più numerosi e abituati ai prodotti in plastica usa e getta a basso costo. A novembre 2017 l'Unione Europea ha concordato obiettivi vincolanti per gli stati membri per ridurre l'uso di sacchetti di plastica sottili entro il 2019. I critici hanno sostenuto che questo provvedimento è troppo modesto ed è troppo tardivo, poiché i sacchetti di plastica più resistenti e molti altri tipi di imballaggi di plastica continueranno a finire tra i rifiuti. Inoltre, molti altri prodotti in plastica, dalle microsfere dei cosmetici, ai giocattoli e ai prodotti per la casa, dovranno essere riesaminati nel loro percorso dalla produzione alla eliminazione, per garantire che non finiscano più ad inquinare gli oceani. Segnaliamo inoltre che tutti gli imballaggi in plastica sul mercato dell'Unione Europea dovranno essere riciclabili entro il 2030 [10].

Come proteggerci dalla contaminazione

Probabilmente meglio evitare una dieta principalmente a base di pesce, dal momento che la maggior parte è plausibilmente contaminata. Ma a livello individuale una delle strategie più efficaci che tutti noi possiamo attuare è fare una accurata raccolta differenziata, cercare di evitare l'acquisto di prodotti confezionati in plastica e di riciclare la plastica che usiamo. Nei negozi, meglio chiedere un sacchetto di carta anziché di plastica, meglio ancora se portato da casa. Usare sempre bottiglie d'acqua riutilizzabili e, naturalmente, non gettare rifiuti in maniera inappropriata e comunque riciclare il più possibile [1-8-10]. Ogni persona al mondo produce in media mezzo chilo di rifiuti di plastica al giorno. A livello individuale dobbiamo cambiare il nostro stile di vita, e i governi devono regolamentare in maniera ecosostenibile la produzione e l'uso delle materie plastiche [10].

Marine Litter Watch offre un modo per affrontare questo problema

Marine Litter Watch è un'iniziativa dell'Agenzia europea dell'ambiente (AEA) per combattere il problema dei rifiuti di plastica [11]. Utilizza la ricerca scientifica, condotta almeno in parte dai cittadini, e la tecnologia dei telefoni cellulari per aiutare le persone e le comunità a riunirsi, per ripulire le spiagge europee. I volontari usano l'app *Marine Litter Watch* per formare comunità che raccolgono rifiuti dalle spiagge e inviano dati sugli oggetti trovati. Marine Litter Watch sulle spiagge dei quattro mari regionali Europei (Mar Baltico, Mar Nero, Mar Mediterraneo e Oceano Atlantico nord-orientale) tra il 2014 e il 2017 ha raccolto 693.259 oggetti e realizzato 1.627 eventi di pulizia delle spiagge [11] (Figura 3a e 3b).

Conclusioni

L'aspetto chiave è che la plastica è essenzialmente indistruttibile; non è biodegradabile, ma si rompe in pezzi sempre più piccoli che alla fine diventano microscopici e possono arrivare ad attra-

versare le membrane cellulari. Le microplastiche provengono da molte fonti: abbigliamento sintetico, fibre, polvere di pneumatici, vernici stradali e frammentazione di oggetti più grandi, alimenti, bevande, aria e acqua. La contaminazione da microplastica è più diffusa di quanto immaginiamo, è ubiquitaria e i suoi effetti sulla salute umana sono poco noti. Non possiamo quindi limitarci a realizzare politiche per ridurre la produzione e l'uso di sacchetti e bottiglie di plastica e aumentare il riciclaggio, dobbiamo anche studiare gli effetti sulla salute umana e del pianeta, delle micro- e nanoplastiche ormai presenti nei pesci e nei molluschi che noi mangiamo, e nelle acque potabili. La progettazione di studi osservazionali di popolazione sufficientemente robusti per studiare il problema della contaminazione da plastica è complessa per la difficoltà di separare i numerosi possibili fattori confondenti, mentre la realizzazione di studi sperimentali sembra eticamente poco consigliabile. I possibili effetti tossici degli attuali livelli di micro- e nanoplastiche potrebbero essere talmente modesti in confronto con i rischi noti, ad es da inquinanti industriali come metalli pesanti o il black carbon, che potrebbe essere difficile

Figura 3a. Rifiuti in Mare: distribuzione percentuale dei primi dieci tipi di rifiuti marini segnalati.

(Fonte: <https://www.eea.europa.eu/themes/water/europes-seas-and-coasts/assessments/marine-litterwatch/briefing>)

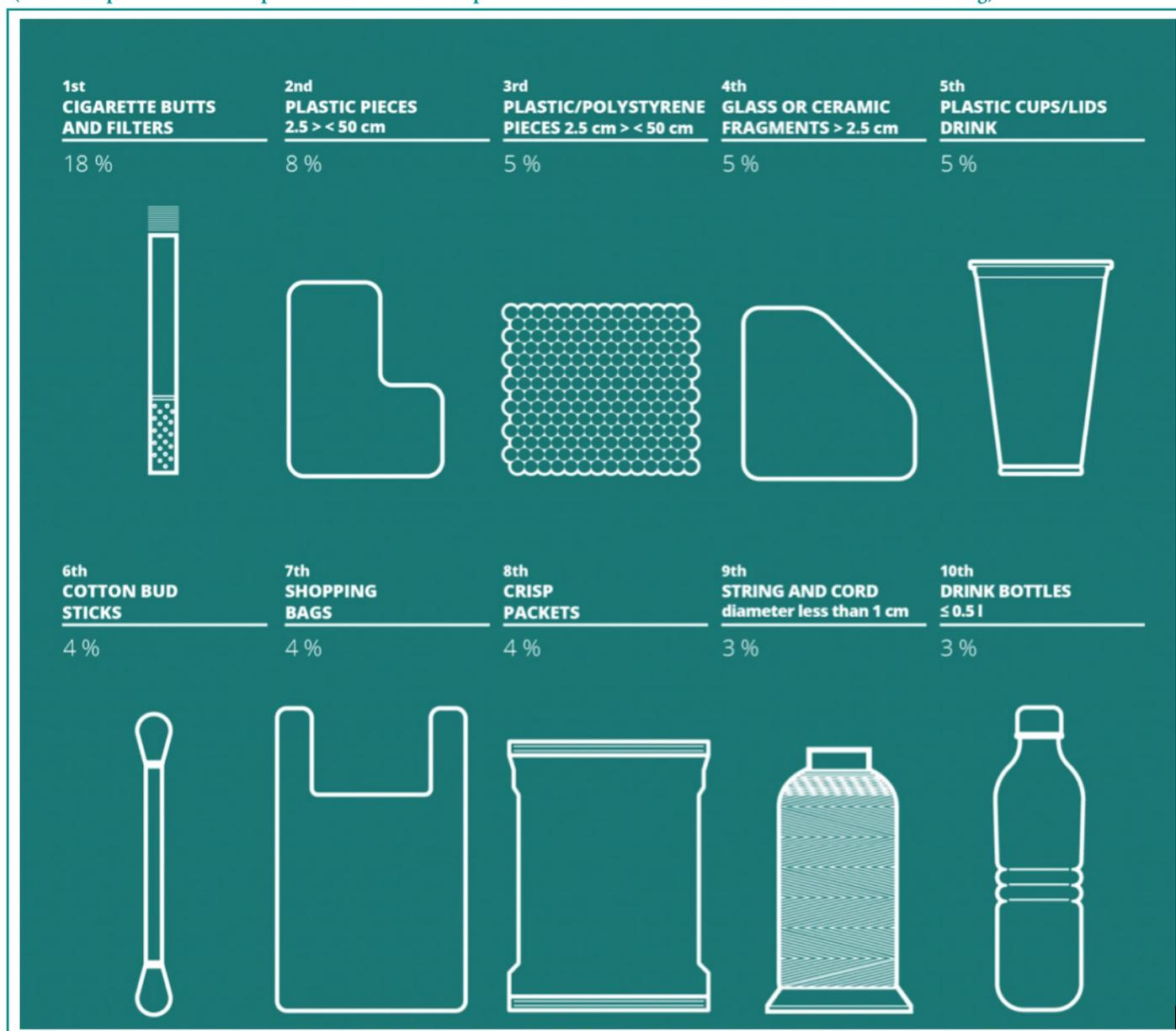
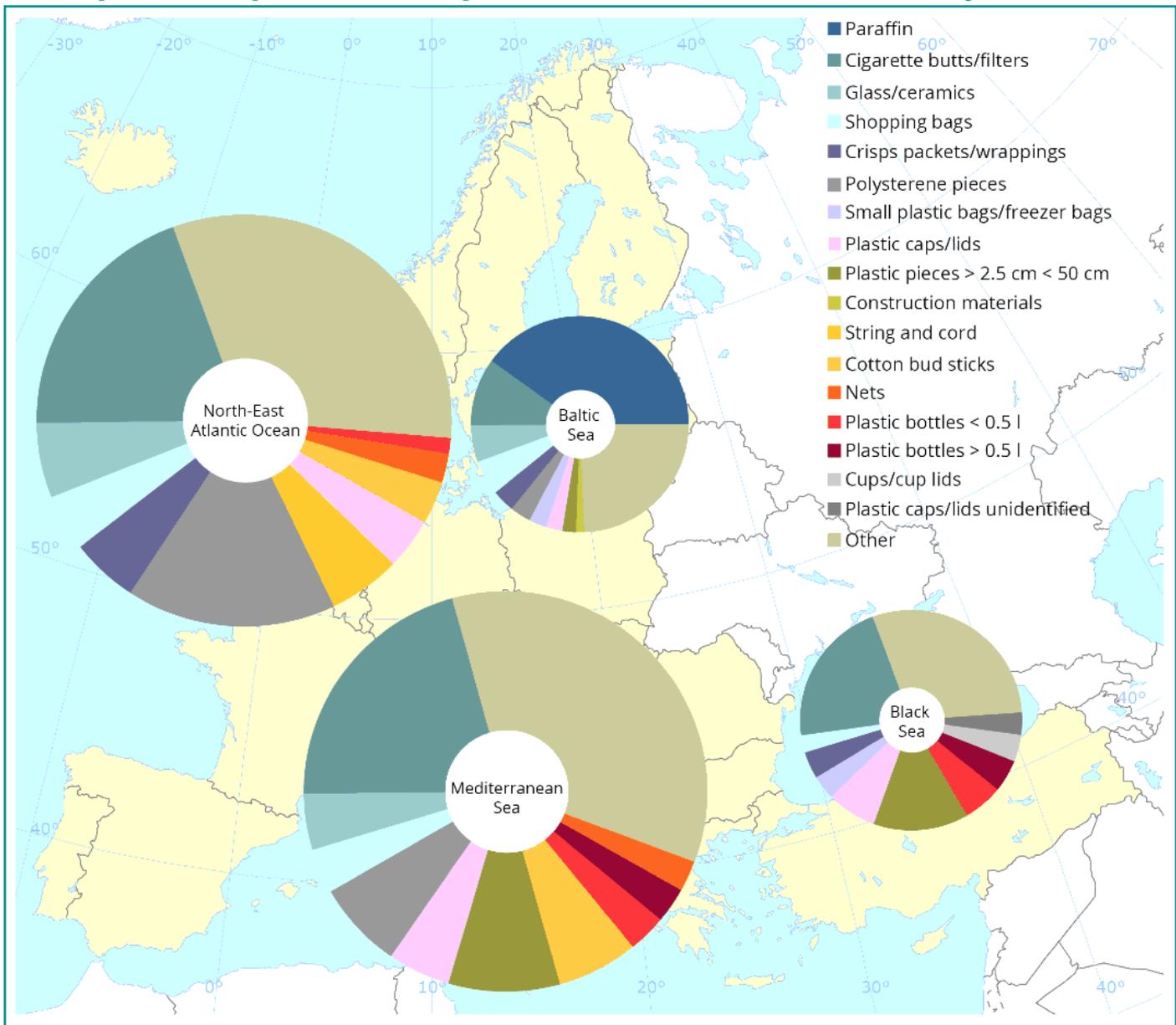


Figura 3b. Rifiuti in mare: Distribuzione geografica dei più frequenti dieci tipi di rifiuti marini segnalati.

 (Fonte: <https://www.eea.europa.eu/themes/water/europes-seas-and-coasts/assessments/marine-litterwatch/briefing>)


studiarne gli effetti a livello di popolazione. I sistemi di segnalazione delle malattie possibilmente correlate alla contaminazione dovrebbero essere collegati alle banche dati sull'inquinamento, per garantire che qualsiasi effetto tossico venga identificato precocemente e venga intrapresa rapidamente una azione di contrasto efficace. Anche con uno sforzo globale concertato, risolvere un problema di questa portata non sarà compito facile e intanto la quantità delle microplastiche nell'ambiente continua a crescere. Quali le azioni per mitigare il problema? Innanzitutto la plastica rilasciata nell'ambiente deve essere drasticamente ridotta. In alcune zone degli Stati Uniti e in Europa è illegale per i rivenditori dare sacchetti di plastica gratis e contenitori di deposito per bottiglie di plastica. Però i progressi su questo fronte sono lenti e frammentari. Per accelerare i tempi, i produttori di plastica dovrebbero essere costretti a prendersi la responsabilità del danno provocato all'ambiente, attraverso leggi sulla responsabilità del produttore simili a quelle già in vigore per prodotti elettronici come telefoni, televisori e batterie, che contengono piombo,

mercurio e cadmio, con le quali le autorità richiedono ai produttori di finanziare e gestire il riciclaggio e lo smaltimento dei loro prodotti. Anche i consumatori dovrebbero essere incoraggiati a cambiare i loro comportamenti da campagne di informazione pubblica adeguate, per ridurre la quantità di plastica consumata [12].

1. AEA Agenzia Europea Ambiente, The European environment - state and outlook 2015
2. Geyer R, Jambeck J R, Law, K L. Production, use, and fate of all plastics ever made. *Sci. Adv.* 2017;3: e1700782
3. Kosuth M., Mason S.A., Wattenberg E.V. Anthropogenic contamination of tap water, beer, and sea salt. *PLoS ONE* 2018; 13 (4), art. no. e0194970
4. Eerkes-Medrano D, Thompson RC, Aldridge DC. Microplastics in freshwater systems: a review of the emerging threats, identification of knowledge gaps and prioritization of research needs. *Water research* 2015; 75: 63-82.

5. Plastics in the Ocean Affecting Human Health
6. Gross M. Oceans of plastic waste. *Current Biology*, Volume 25, Issue 3 , R93 - R96
7. Plastic Breaks Down in Ocean, After All-And Fast
8. MARINE PLASTIC DEBRIS & MICROPLASTICS GLOBAL LESSONS AND RESEARCH TO INSPIRE ACTION AND GUIDE POLICY CHANGE. United Nations Environment Programme (UNEP), 2016. Cap. 7.3 p.101
9. Schirinzi GF, Perez-Pomeda I, Sanchis J, et al. Cytotoxic effects of commonly used nanomaterials and microplastics on cerebral and epithelial cells. *Environmental Research* 2017; 579–587
10. Citizens collect plastic and data to protect Europe's marine environment
11. Marine LitterWatch
12. Microplastics and human health-an urgent problem. *The Lancet Planetary Health* , vol. 1 , n. 7 , e254

Pediatri per Un Mondo Possibile

Gruppo di studio sulle patologie correlate all'inquinamento ambientale dell'Associazione Culturale Pediatri (ACP)

mail: pump@acp.it