



PRODUZIONE DI UN **SISTEMA** PER LA
DEPURAZIONE DI ACQUE INQUINATE
DA METALLI PESANTI MEDIANTE FILTRO IN
BIOCOMPOSITO DI **BUCCE DI BANANA**



INDICE

- 4** Abstract
- 5** Proprietà meccaniche
- 8** Sviluppo del materiale
- 10** Origine dello scarto
- 11** Il frutto e il mercato
- 12** Benchmarking
- 14** Target di riferimento

ABSTRACT

L'idea di progettare un **sistema** per la depurazione di acque contaminate da metalli pesanti si è sviluppata in seguito ad un'analisi approfondita della problematica ambientale che riguarda molte aree del pianeta. Tema principale della ricerca è la produzione di un sistema, **economico** e di **facile utilizzo**, che sia in grado di garantire una depurazione efficace di risorse idriche inquinate da metalli pesanti.

L'attenzione è rivolta alle aree del globo prevalentemente soggette a questo problema.

Il materiale utilizzato come mezzo depurante è stato oggetto di ricerca in fase di tirocinio. Ne sono state analizzate nello specifico le proprietà meccaniche, per avere una maggiore consapevolezza delle potenzialità e dell'efficacia del materiale nel prodotto finale.

Lo studio è stato rivolto prevalentemente al **recupero degli scarti** agroalimentari e all'uso consapevole del materiale ottenuto.

L'autoproduzione e la riduzione dei costi sono i fattori caratterizzanti di questo progetto.



Le proprietà meccaniche delle fibre naturali

Successivo alla fase di sperimentazione e di ricerca, si è svolto un approfondimento tecnico per analizzare nello specifico le proprietà meccaniche del materiale.

In fase di tirocinio, svolto presso la **University of Plymouth** nel Regno Unito, ho collaborato con il **Prof. John Summerscales**, effettuando una ricerca sulle fibre ricavate dalle bucce di banana e seguendo parte del suo corso riguardante i materiali compositi.

Ho eseguito una serie di **test a trazione** per ricavare dei dati affidabili riguardanti le proprietà meccaniche delle fibre.

In particolare, il lavoro si è concentrato sul rilevamento della **tCSA** (true Cross Sectional Area) per far sì che i valori utilizzati per il calcolo di modulo elastico, dello sforzo e dello stress a rottura siano rettificati tramite l'utilizzo di un fattore di correzione applicato alla prima serie di risultati ottenuti adoperando la CSA originale.

Questo tipo di ricerca si è sviluppato seguendo gli studi fatti in precedenza da **A. S. Virk**, seguito anche lui dal Prof. Summerscales, che durante il suo PhD ha lavorato al calcolo della tCSA sulle fibre di juta per rettificare i parametri di calcolo delle proprietà meccaniche delle fibre naturali e poter fare delle previsioni più accurate.

Il lavoro svolto in fase di questo tirocinio sarà oggetto di pubblicazione.

La prima fase della ricerca ha riguardato ovviamente la preliminare **estrazione** delle singole fibre delle bucce di banana che sono state successivamente essiccate in forno alla temperatura di 70°C.

Ogni fibra è stata fissata su delle apposite test cards ritagliate su misura per questo tipo di test. Prima di effettuare i test a trazione, è stato necessario misurare il diametro medio di ogni fibra.

A questo scopo sono state effettuate 5 misurazioni per ogni campione adoperando un microscopio digitale ed ingrandendo le fibre a 50x. Il diametro medio è risultato essere di circa 120 µm.

È stato possibile così avere una idea iniziale di come potesse essere la sezione delle fibre di banana. La **superficie irregolare** e tendente al piatto confermerà che la scelta di valutare la sezione come circolare, provochi un conseguente calcolo dei valori non preciso. Sono stati rilevati anche diversi punti di avvitemento della fibra.

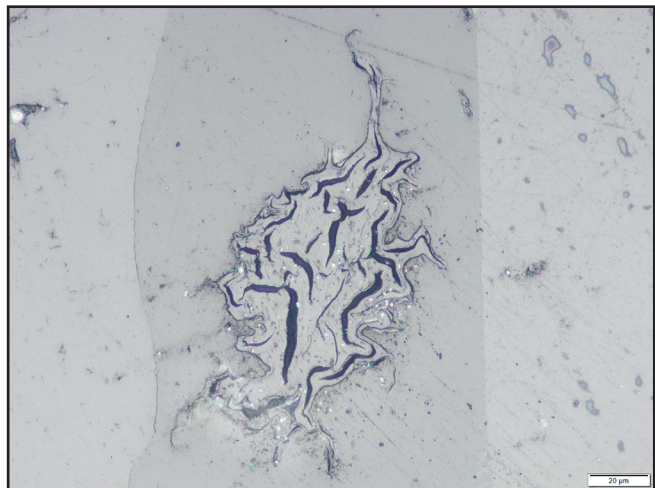
Una volta misurati i diametri medi, si è proceduto a testare a trazione le fibre e ad estrarre i grafici dal quale poi sono stati calcolati il modulo elastico e gli altri parametri.

Sono state testate circa **50 fibre** di banana provenienti da diverse aree geografiche.

Per analizzare la **tCSA**, una serie di fibre sono state estratte ed allineate su dei supporti disposti in verticale all'interno di uno stampo cilindrico. Il provino è stato ultimato versando della resina epossidica all'interno dello stampo.

Terminata la cura della resina, la superficie del provino è stata assottigliata con carte abrasive di diversa grana per poi essere lucidata con soluzioni di micropolveri di diamante successivamente a $6\ \mu\text{m}$ e $1\ \mu\text{m}$, per garantire una visione ben definita al microscopio ottico.

Le immagini ottenute hanno confermato che la sezione delle fibre è **irregolare** e **non circolare**. Creando una maschera digitale della sagoma delle sezioni è stato possibile misurare l'effettiva area di sezione delle fibre e calcolare il **fattore di correzione** per la stima reale delle proprietà meccaniche del materiale.



La sperimentazione sulle bioplastiche-compositi

La fase di **sperimentazione** è stata fondamentale per il raggiungimento di un risultato utile e stabile.

Una serie di tentativi non andati a buon fine hanno permesso di perfezionare il materiale finale e trovare la proporzione esatta da utilizzare per i diversi ingredienti che sono componenti della “bioplastica”.

Il termine “bioplastica” però, è quasi improprio viste le caratteristiche maggiormente simili ad una sorta di tessuto. In realtà, infatti, il materiale ottenuto può essere ragionevolmente inserito nella grande categoria dei materiali compositi.

Il composto ottenuto è a tutti gli effetti un **bio-composito**.

Questa definizione è valida in quanto si può considerare la base di amido ricavata dalla triturazione delle bucce di banana come **matrice** del composito e le fibre stesse assieme alle foglie di timo come **rinforzo**.

Gli ingredienti adoperati per la “ricetta” di questo bio-composito sono:

bucce di banana (preferibilmente verdi, contengono maggiore quantità di amido), **acido acetico** (aceto), **miele** (componente zuccherina), **cannella** e **timo**.



La **letteratura scientifica** riguardante le bucce di banana è rara e riguarda prevalentemente l'ambito agro-alimentare. Per quanto riguarda l'analisi delle proprietà fisico-chimiche invece, vi è una serie di articoli riguardanti l'**assorbimento di metalli pesanti** tra cui Cadmio (Cd) e Piombo (Pb) disciolti in acqua. Il più dettagliato è un articolo pubblicato nel 2009 sulla rivista Bioresource Technology, che riguarda lo studio effettuato da dei ricercatori dell'Institute of Chemistry di Punjab, Pakistan. I test eseguiti dal team pakistano confermano questa particolare proprietà.

L'emblema dello scarto: la buccia di banana

La **buccia** di banana è da sempre l'emblema del **rifiuto**, dello **scarto**, dell'**avanzo**, dell'**inutile** e dunque oggetto gettato via con disattenzione. Porta su di sé, assieme alle bottiglie di plastica, l'etichetta di "colpevole", protagonista nella scena dell'inquinamento globale.

Eppure, è uno scarto decisamente meno dannoso e maggiormente ricco di **proprietà nascoste** se paragonato alle bottiglie di plastica.



Il frutto e il suo mercato

La **banana** è il frutto (botanicamente “bacca”) derivato dalle piante del genere **Musa**, appartenente alla grande famiglia delle Musaceae.

La varietà più diffusa di banana è la **Cavendish**, variante predominante del frutto dagli anni 50 in poi. Prima degli anni 50 era molto diffusa la **Gros Michel** che è praticamente scomparsa dal mercato mondiale ed è ad oggi di difficile reperibilità.

La Gros Michel è scomparsa in seguito ad una infezione fungina, nota come “malattia di Panama”, che ha afflitto numerose piantagioni del sudamerica causando un collasso della produzione di questa tipologia di banane.

Attualmente, il maggior paese esportatore di banane è l'**Ecuador** pur non il primo produttore del frutto al mondo. Infatti, l'Ecuador, pur coprendo più del 30% totale delle esportazioni, è soltanto al 5° posto nella classifica mondiale dei produttori di banane.

Il paese che ne produce di più al mondo è l'**India** con circa il 23% della produzione totale mondiale.

La maggioranza dei paesi africani, invece, indirizza la produzione del frutto verso il consumo nei mercati locali o per uso domestico.

BENCHMARKING

Profine[®]
water filter cartridges

È la prima azienda italiana con un programma di produzione completo per il trattamento dell'Acqua, per sistemi che trovano la loro applicazione nei più svariati campi dal Domestico all'Ho.Re.Ca., dal Beverage al Vending, senza dimenticare la fornitura Oem e l'attività di partnership nell'Industria.

Fonte: <http://profinefilter.com/profine>



Zero (water purifier), **1914,18€**



Kit Profine, **168,90€**

Culligan®

Culligan, leader mondiale nel trattamento acque, vanta una rete capillare, presente su tutto il territorio nazionale, composta da 10 Filiali dirette e da oltre 60 Concessionari indipendenti, tutti specializzati nella vendita e nel servizio di assistenza.

Acqua pura non solo da bere, le soluzioni Culligan sono specializzate anche nella rimozione del calcare dall'acqua di casa, contribuendo così ad un notevole risparmio energetico e portando benessere in tutta la casa.

Fonte: <https://casa.culligan.it>



Culligan AC SLIM, **2500 €**



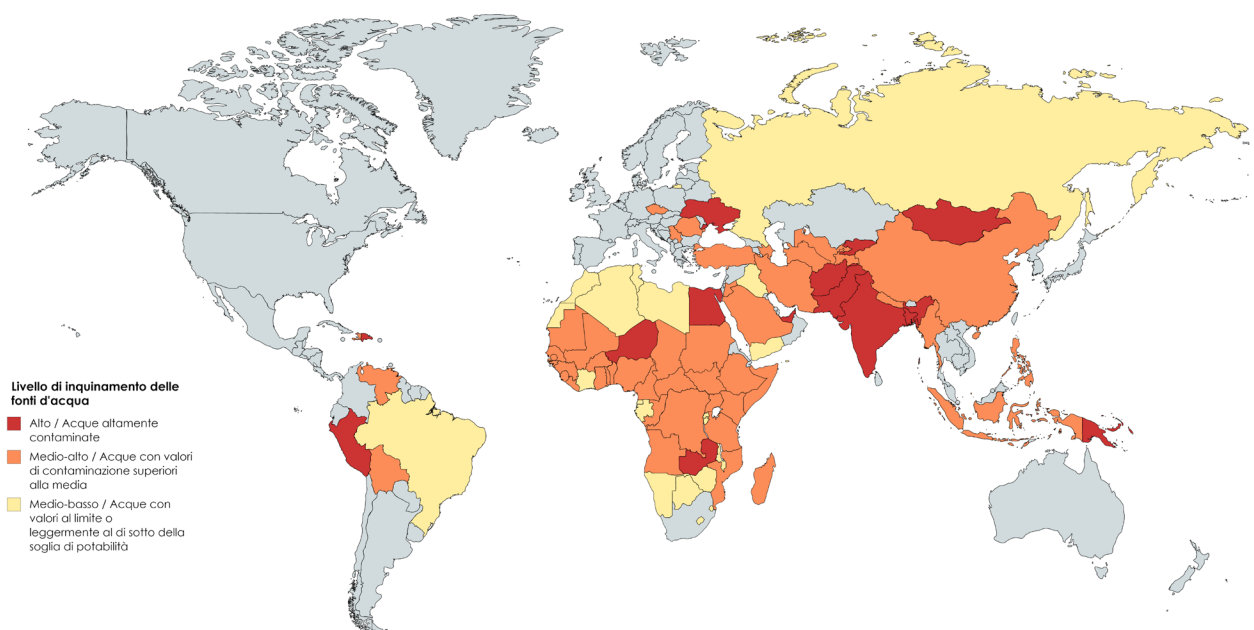
Culligan Total Defense System, **1095€**

Target di riferimento

Considerando che la depurazione domestica e la scelta di riferirsi a delle aree già “potabilizzate” non sfrutti a pieno le potenzialità del materiale, l’opzione corretta risulta essere il mercato cosiddetto “**di emergenza**”.

Competere con sistemi di depurazione altamente complessi e costosi in un ambiente economico non concorde alle caratteristiche del biocomposito oggetto di questa ricerca è anzi controproducente.

Dunque, è ideale rivolgersi a una parte di popolazione che si trova in condizioni più critiche, cercando di **localizzare il problema e risolverlo con efficacia e semplicità** andando a valorizzare quelle che sono le proprietà “nascoste” di questo materiale, adottando una **soluzione economica e facilmente replicabile**.



I paesi del Sudamerica coprono la maggior parte del mercato esportando banane per i 2/3 della richiesta mondiale.

Allo stesso tempo diverse zone sudamericane hanno scarso **accesso all'acqua potabile** e/o hanno gravi problemi di **inquinamento** dovuti alla forte presenza di grandi colossi dell'industria moderna.

I paesi target sono:

Repubblica Dominicana, Perù, Haiti, Venezuela, Bolivia e Brasile.

La maggior parte del continente africano soffre di gravi difficoltà per quanto riguarda il garantire l'**accesso all'acqua potabile** per la popolazione.

L'intervento aggressivo dell'industria sul territorio africano ha inciso notevolmente sulle condizioni ambientali e sui livelli di **inquinamento**, aggravando la situazione socio-sanitaria.

I paesi target sono:

Cameroon, Costa d'Avorio, Niger, Zambia, Malawi ed Egitto.

L'Asia e in particolare il sud-est asiatico, sono delle aree particolarmente soggette ad altissimi livelli di **inquinamento**, quindi le condizioni ambientali ne risentono pesantemente. Vi sono zone assai dense in termini di popolazione e presenza dell'industria e di conseguenza sono afflitte da importanti problemi di **disponibilità di acqua potabile**.

I paesi target sono:

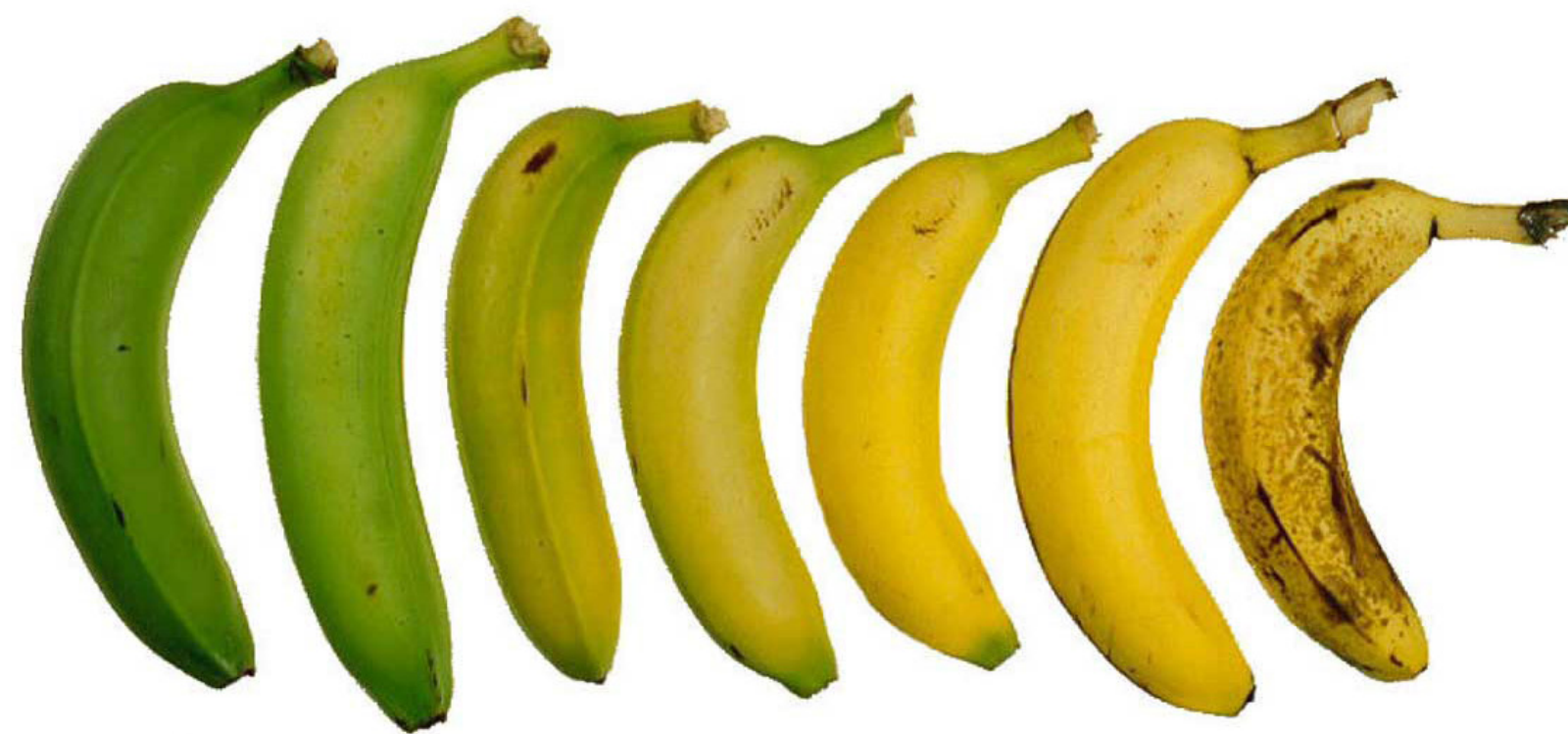
Pakistan, Mongolia, Bangladesh, Afghanistan, Cina ed India.



MUSA PARADISIACA LACATAN.—BLANCO.

La **banana** è il frutto (botanicamente “bacca”) derivato dalle piante del genere **Musa**, appartenente alla grande famiglia delle Musaceae.

La varietà più diffusa di banana è la **Cavendish**.

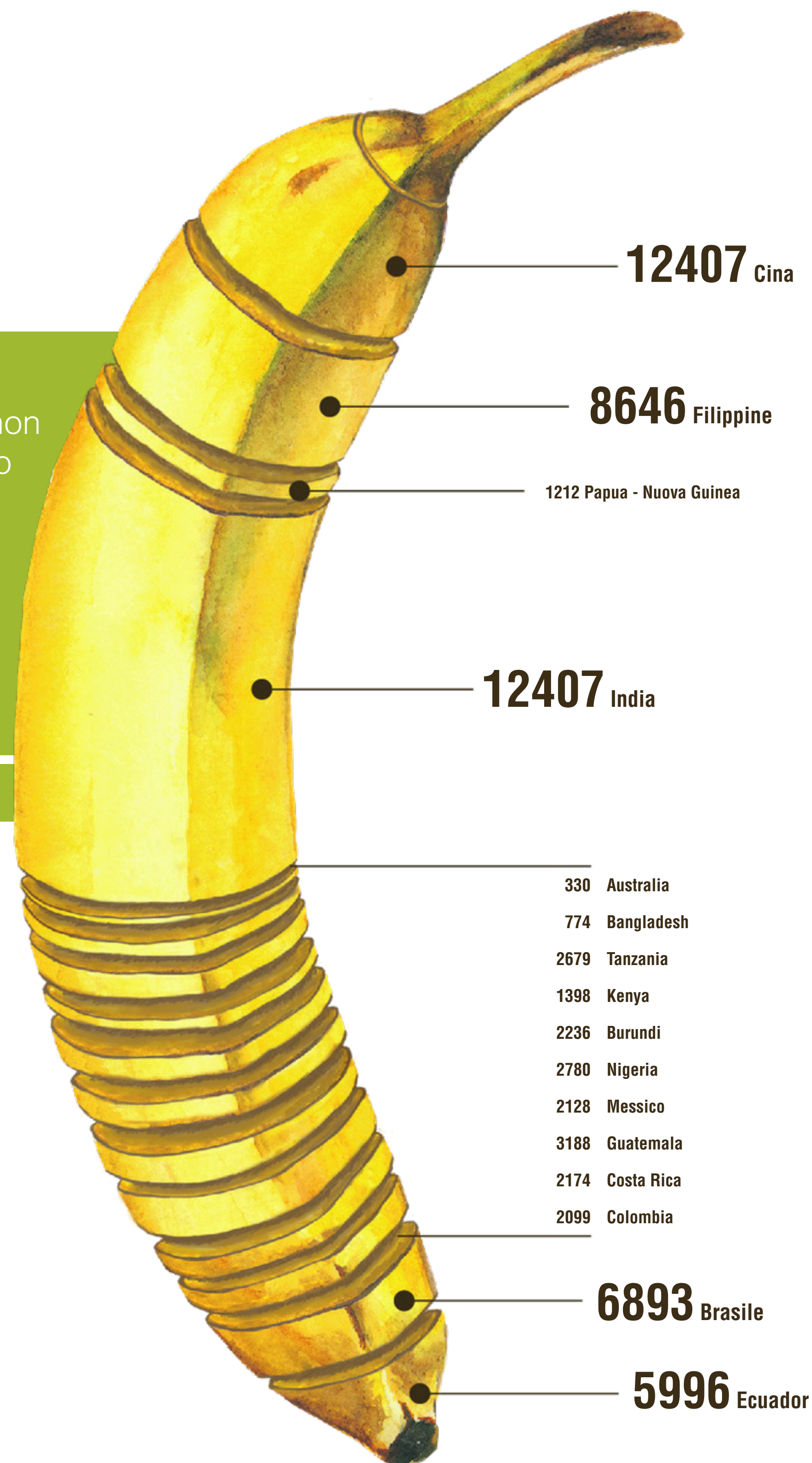


Le banane verdi (non mature, appena colte dall'albero) contengono una quantità superiore di **amido** rispetto a quelle mature (gialle a chiazze marroni). Inoltre, il contenuto di amido è maggiore nella buccia piuttosto che nel frutto.

Attualmente, il maggior paese esportatore di banane è l'**Ecuador** pur non il primo produttore del frutto al mondo. Infatti, l'Ecuador, pur coprendo più del 30% totale delle esportazioni, è soltanto al 5° posto nella classifica mondiale dei produttori di banane.

Il paese che ne produce di più al mondo è l'**India** con circa il 23% della produzione totale mondiale.

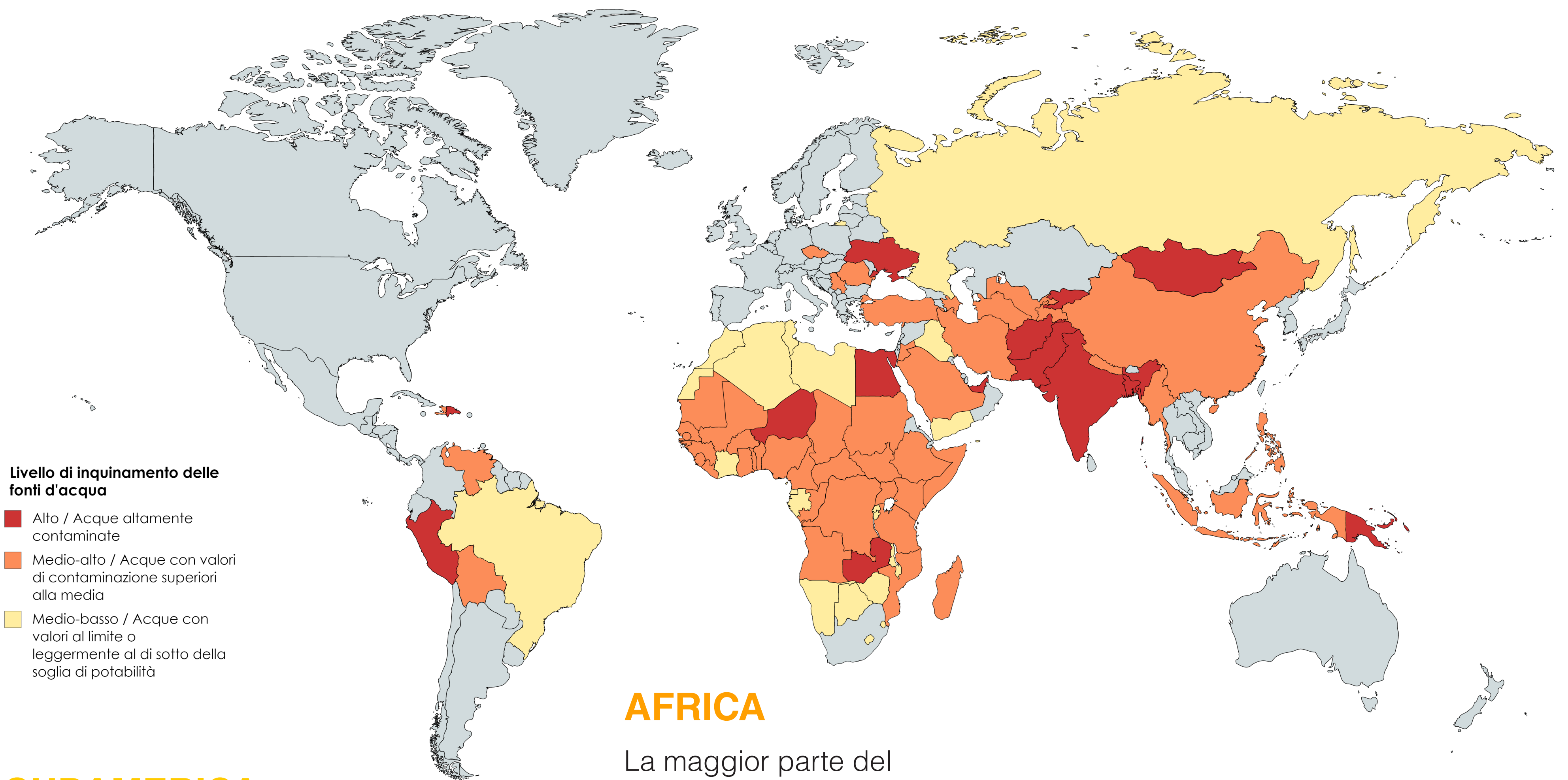
La maggioranza dei paesi africani, invece, indirizza la produzione del frutto verso il consumo nei mercati locali o per uso domestico.



Dalle foglie del banano vengono estratte le **fibre** che sono generalmente utilizzate in campo tessile o per la produzione di carta, cartone e alcuni materiali simili al legno per impiallacciare.

Le **foglie** di banana hanno molteplici utilizzi.

Nel sud-est asiatico, le foglie di banana sono usate come guarnizione per migliorare l'aspetto degli alimenti oppure per avvolgere il cibo per diverse tecniche di cottura. Occasionalmente vengono usate anche come ombrelli di emergenza.



Livello di inquinamento delle fonti d'acqua

- Alto / Acque altamente contaminate
- Medio-alto / Acque con valori di contaminazione superiori alla media
- Medio-basso / Acque con valori al limite o leggermente al di sotto della soglia di potabilità

SUDAMERICA

I paesi del Sudamerica coprono la maggior parte del mercato esportando banane per i 2/3 della richiesta mondiale.

Allo stesso tempo diverse zone sudamericane hanno scarso **accesso all'acqua potabile** e/o hanno gravi problemi di **inquinamento** dovuti alla forte presenza di grandi colossi dell'industria moderna.

AFRICA

La maggior parte del continente africano soffre di gravi difficoltà per quanto riguarda il garantire **l'accesso all'acqua potabile** per la popolazione. L'intervento aggressivo da parte dell'industria sul territorio africano ha inciso notevolmente sulle condizioni ambientali e sui livelli di **inquinamento**. La situazione socio-sanitaria, già precedentemente compromessa, si è così aggravata.

SUD-EST ASIATICO

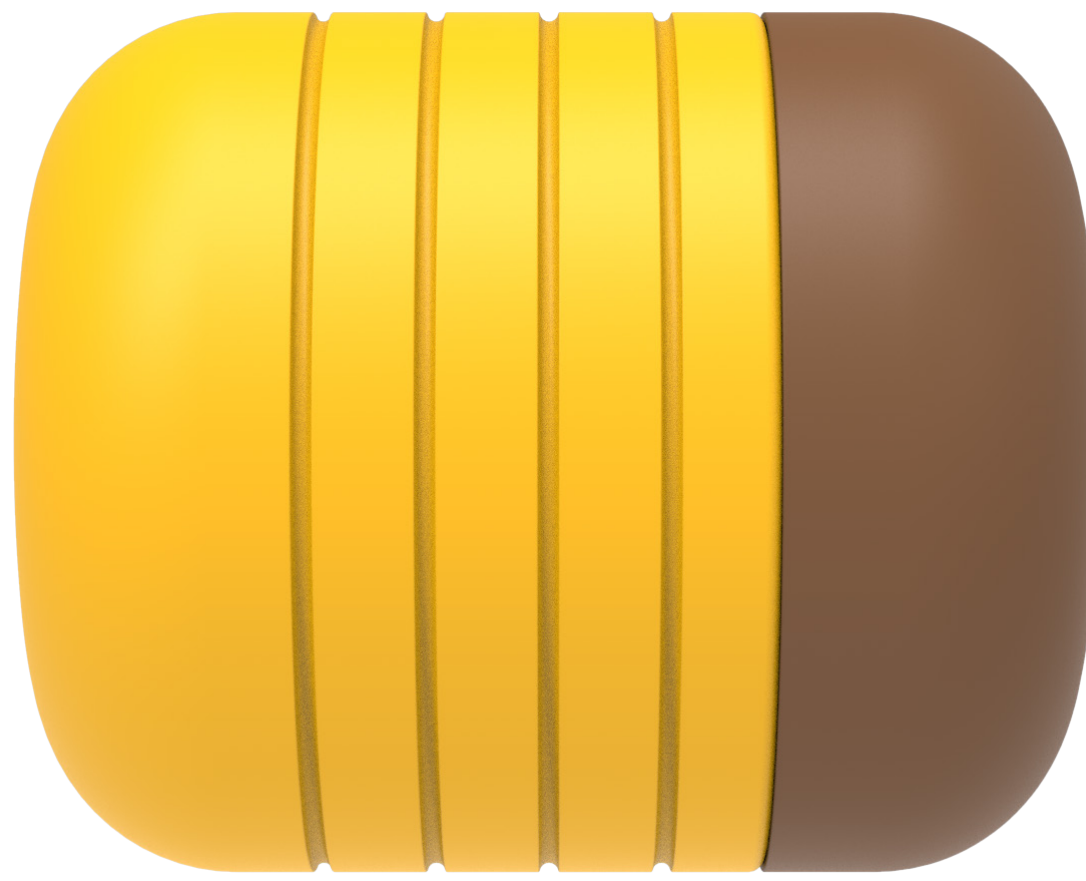
L'Asia e in particolare il sud-est asiatico, sono delle aree particolarmente soggette ad altissimi livelli di **inquinamento**, quindi le condizioni ambientali ne risentono pesantemente.

Vi sono zone assai dense in termini di popolazione e di presenza dell'industria e di conseguenza sono afflitte da importanti problemi di **disponibilità di acqua potabile**.



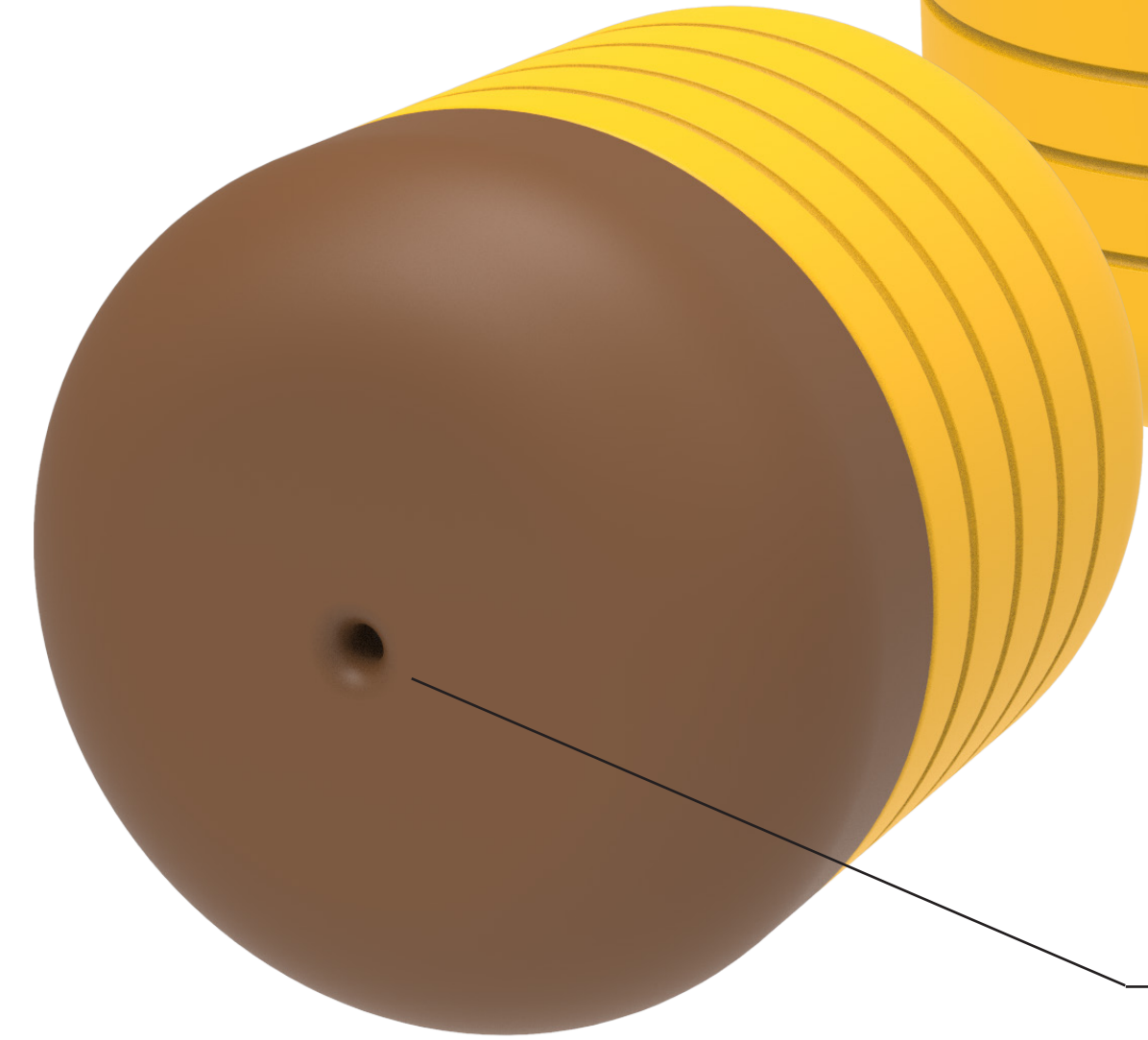


550



TAPPO FILETTATO

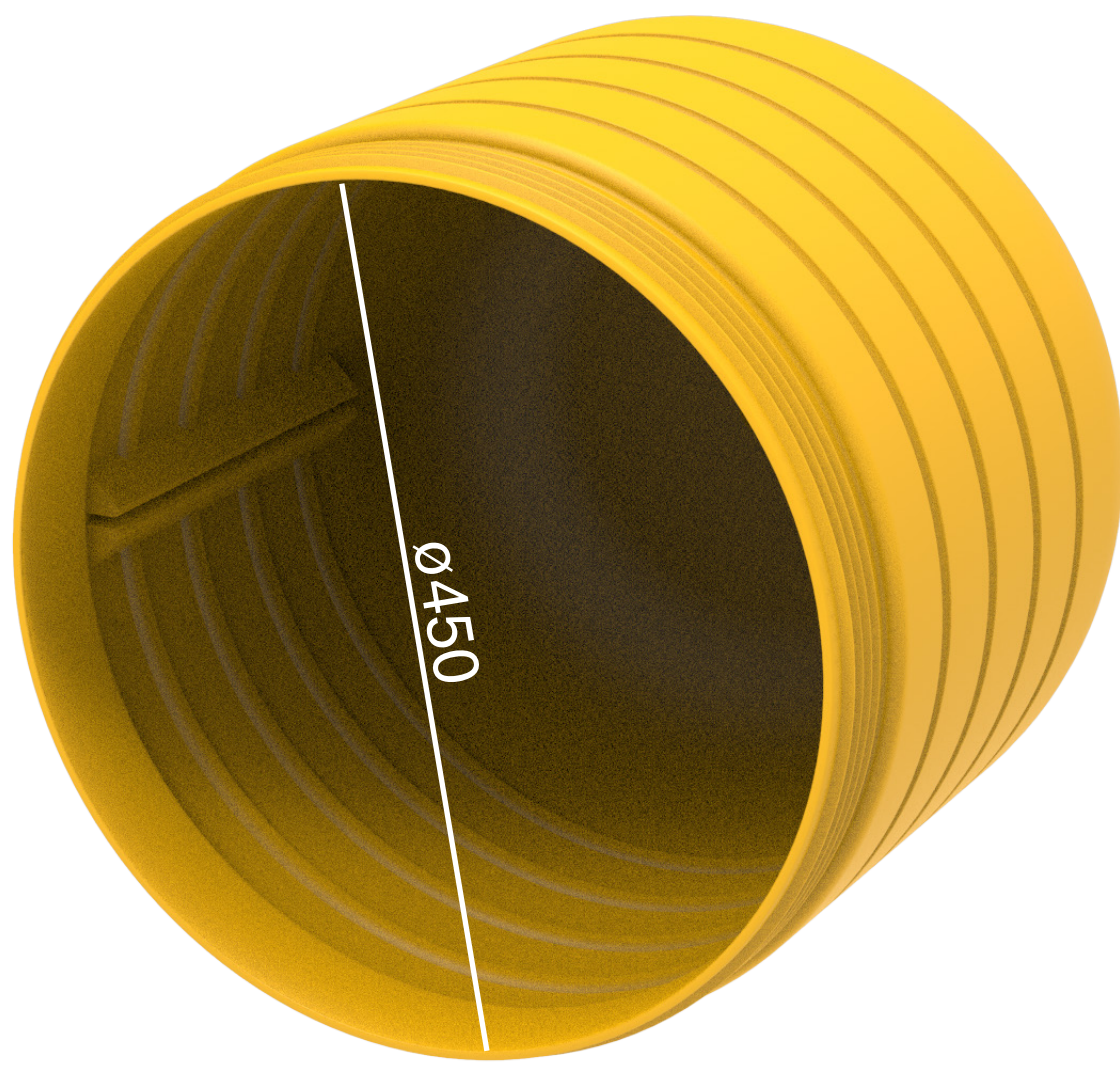
La parte superiore della tanica è di un colore diverso per facilitare il riconoscimento di apertura e chiusura.



Invito per gancio di trasporto/ supporto di rotazione.

MOBILITÀ

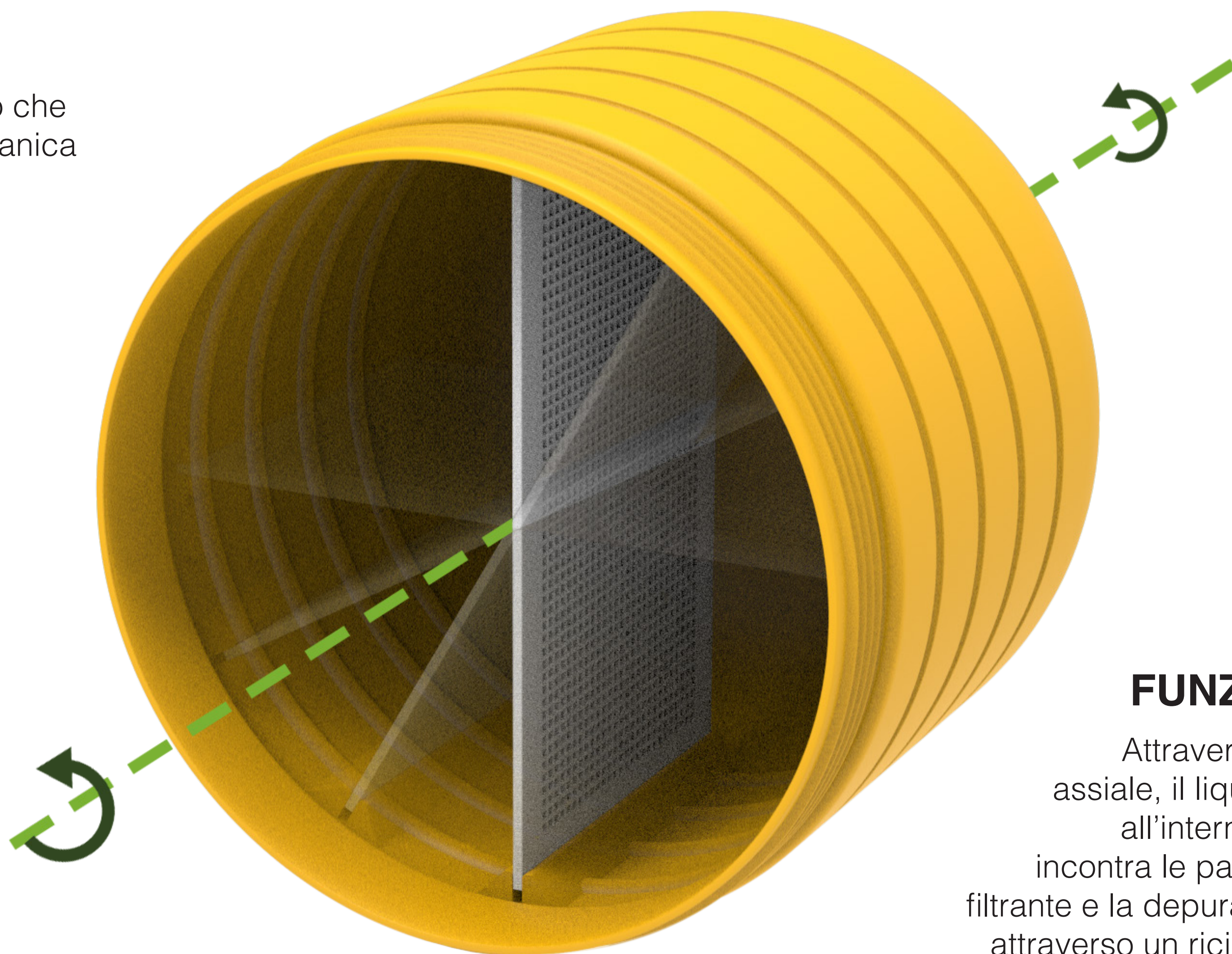
La forma semplice e smussata permette di muovere la tanica facilmente e con poco sforzo.



Ø450

CAPACITÀ

Il volume massimo che può contenere la tanica è pari a 80 litri.



FUNZIONALITÀ

Attraverso la rotazione assiale, il liquido contenuto all'interno della tanica, incontra le pareti della lastra filtrante e la depurazione avviene attraverso un ricircolo continuo.