

L'INQUINAMENTO ATMOSFERICO

Circa il 91% della popolazione mondiale vive in luoghi in cui i livelli di qualità dell'aria superano i limiti dell'OMS. Le principali fonti di inquinamento all'aperto includono veicoli, produzione di energia, sistemi di riscaldamento degli edifici, agricoltura / incenerimento dei rifiuti e industria. Politiche e investimenti a sostegno di trasporti più puliti, abitazioni a basso consumo energetico, produzione di energia, industria e migliore gestione dei rifiuti urbani possono ridurre efficacemente le principali fonti di inquinamento dell'aria ambiente.

In Italia, il Ministero dell'Ambiente nel 1991 definisce l'inquinamento indoor come la presenza nell'aria di ambienti confinati, di inquinanti chimici, fisici o biologici non presenti, naturalmente, nell'aria esterna. Nella pressoché totalità dei casi, **nella media giornaliera, l'ambiente interno è sempre più inquinato dell'esterno**, prelevando aria, eventualmente già contaminata, da quest'ultimo e sommando a questa ulteriori elementi.



Inquinanti chimici

<p>Monossido di carbonio Chiamato anche "killer silenzioso", perché è un gas inodore e incolore.</p> <p>COMBUSTIONE DI LEGNA E CARBONE</p>	<p>Fumo di tabacco Contiene metalli pesanti come l'arsenico, il piombo e il cadmio, cancerogeni per l'uomo.</p> <p>SIGARETTE, SIGARI, PIPE</p>	<p>Composti organici volatili (COV) Microparticelle di diversa natura libere nell'aria.</p> <p>DETERGENTI, DALLANTI, RESINE, VERNICI, AROMATIZZANTI</p>	<p>Amianto Minerale di composizione fibrosa utilizzato nel settore edile per la sua resistenza alle alte temperature.</p> <p>TUBATURE, TETTORE, RECINZIONI</p>
<p>Fibre di lana sintetica Lana di roccia e lana di vetro possono essere cancerogene.</p> <p>ISOLAMENTO</p>	<p>Antiparassitari Composti da sostanze potenzialmente cancerogene per l'uomo.</p> <p>LUTTIZZATI CONTRO INSETTI E PARASSITI</p>	<p>Ossidi di zolfo e azoto Provocano patologie legate all'apparato respiratorio come bronchiti.</p> <p>RADIATORI A CHEROSENE, STUPE E RADIATORI A GAS</p>	<p>Ozono Pericoloso per uomini, piante ed animali. Principali effetti sull'apparato respiratorio.</p> <p>SPRAY, FUMI DI ALIMENTI COTTI</p>
<p>Fumo di legna Composto da particolato di vario tipo PM 10 e PM 2.5 e da azoto.</p> <p>COMBUSTIONE DI LEGNA</p>	<p>Idrocarburi policiclici aromatici (IPA) Irritanti per naso, gola ed occhi, hanno proprietà mutagene e cancerogene.</p> <p>FUMI DI CIBI CUCINATI SU FIAMMA</p>		

Inquinanti biologici viventi e non viventi

<p>Acari della polvere 0,2-0,3 mm</p> <p>Tappeti, imbottiti (cuscini, giochi...), biancheria da letto; Ambienti caldi, umidi e mal ventilati.</p>	<p>Muffe 1-300 µm</p> <p>Pericolose da 1 a 30 µm. Sopravvive anche in condizioni ambientali difficili.</p>	<p>Batteri 0,3-30 µm</p> <p>Cucina, dispensa, spugne, scolaplati. Raccolta rifiuti, wc. Proliferano in zone umide.</p>	<p>Virus 0,003-0,05 µm</p> <p>Goccioline respiratorie che si aerosolizzano quando una persona infetta starnutisce o tossisce.</p>
<p>Peli di animali e capelli Ø 20-500 µm</p> <p>Appiccicosi e leggeri si attaccano facilmente a vestiti, scarpe e superfici, sono trasportati dal vento.</p>	<p>Fibre tessili Ø 13-100 µm</p> <p>Tappeti Superfici. Derivano da vestiti, pellicce ecc.</p>	<p>Frammenti di pelle 5-10 µm</p> <p>Si possono trovare su materasso, cuscini, tappeti a fibre lunghe e mobili imbottiti.</p>	<p>Polvere 1-100 µm</p> <p>Moquette, tende, coperte e cuscini in piuma, armadi pieni di vestiti, aria calda forata.</p>
<p>Pollini 1-100 µm</p> <p>Da erbe, alberi fiori e erbacce. Piante da esterno o interno.</p>	<p>Foschia 2,5 µm</p> <p>Polveri fini, particelle e fumo che si accumulano in aria relativamente secca.</p>		

Inquinanti fisici

<p>Umidità</p> <p>Contenuto di vapore acqueo in una determinata massa d'aria, varia da zona a zona.</p>	<p>Rumore</p> <p>Percezione di un suono sgradevole.</p>	<p>Radiazioni non ionizzanti</p> <p>Campi a radiofrequenza e microonde, generati da linee elettriche ad alto voltaggio, apparecchi elettronici o dotati di motori elettrici.</p>
--	--	---

Questo tipo di inquinamento non viene eliminato con filtrazione ma con metodi specifici per ogni problema.

Tecniche di depurazione dell'aria

<p>Filtro HEPA</p> <p>Tecnologia molto efficiente: rimuove fino al 99,99% delle particelle che attraversano.</p> <p>Utilizzato nelle camere bianche mediche.</p> <p>Sostituzioni regolari del filtro.</p> <p>Costoso.</p>	<p>Filtrazione a tessuto</p> <p>Può essere lavabile.</p> <p>Utilizzato come pre-filtro prolunga la durata degli altri filtri.</p> <p>Richiede manutenzione.</p> <p>Rimuove solo particelle di grandi dimensioni.</p>
<p>Ossidazione fotocatalitica</p> <p>Neutralizza microrganismi, come batteri e virus.</p> <p>Non richiede sostituzioni.</p> <p>È economico.</p> <p>Potrebbe occorrere più di un unità per grandi ambienti.</p>	<p>Filtro a carboni attivi</p> <p>Assorbe odori, gas e sostanze chimiche.</p> <p>Lascia gli ambienti freschi e profumati.</p> <p>Rimuove il fumo di tabacco e gli odori degli animali domestici.</p> <p>Pesante.</p> <p>Costoso.</p> <p>Non riciclabile a fine vita.</p>

EFFICIENTI E SICURI

<p>Filtro elettrostatico</p> <p>Non è necessaria la sostituzione del filtro.</p> <p>Rimuove solo il 30% delle particelle inquinanti dall'aria.</p>	<p>Fitorisanamento</p> <p>Completamente naturale.</p> <p>In grado di ridurre metalli pesanti ed inquinanti dall'aria.</p> <p>Se usato con piante da appartamento non abbastanza efficaci.</p> <p>A seconda della pianta e dei rispettivi batteri che sviluppa rimuove sostanze differenti.</p>
---	---

POCO EFFICIENTI

<p>Ionizzazione</p> <p>Rimuove gli odori forti.</p> <p>Uccide batteri, muffe ed altri microrganismi.</p> <p>Irritante per i polmoni: estremamente pericoloso.</p>	<p>Radiazione germicida</p> <p>Uccide batteri, virus, muffe ed altri microrganismi.</p> <p>L'aria trattata con radiazione UV può essere ancora piena di particelle nocive.</p> <p>Errate lunghezza d'onda possono causare danni a occhi e pelle.</p>
--	---

NON SICURI

In ogni ambiente il giusto depuratore



Bagno e cucina: sono gli ambienti che ospitano la maggior parte di batteri (piano cottura, cestino dei rifiuti, wc) e nei quali si sprigionano gli odori più forti. Sono anche ambienti nei quali viene più spesso fatta circolare l'aria o sono dotati di ventole o cappe di aspirazione.

Camera da letto: è l'ambiente in cui passiamo la maggior parte del tempo. Durante la notte si concentrano maggiori quantità di CO2 nella stanza, inoltre la nostra respirazione è più lenta e profonda. È molto importante che durante il giorno l'aria venga purificata.

Zona studio/ufficio: chi studia o lavora passerà molto tempo in questo ambiente. È importante mantenere una buona qualità dell'aria per evitare stanchezza eccessiva e mal di testa.

Soggiorno: In questo ambiente solitamente si trovano molte tappezzerie, dai divani, ai tappeti, alle tende, che sono luoghi ideali alla proliferazione di acari e nei quali rimangono "intrappolati" peli di animali e capelli. Il soggiorno è oltretutto un ambiente in cui si passa molto tempo dentro casa e ha bisogno di un adeguato sistema di depurazione.

Disimpegno: in questa zona di solito si trova la lavanderia, zona di accumulo di umidità, che facilita la proliferazione di batteri anche nelle ceste con il bucato da fare. Molte volte si trovano anche scarpieri. Le scarpe sono i principali vettori con cui portiamo germi in casa.

OSSIDAZIONE FOTOCATALITICA



Gli elementi fondamentali dell'Ossidazione Fotocatalitica

Luce solare o raggi UVC



Acqua

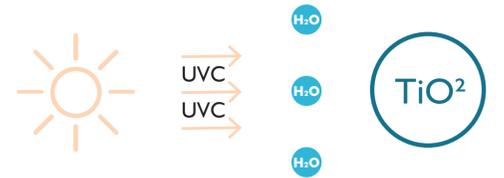


Biossido di Titanio

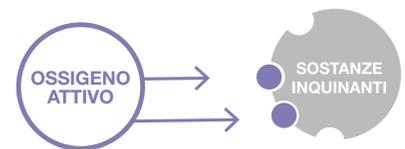


Reazione fotocatalitica

1 I raggi UVC entrando in contatto con l'acqua e il biossido di titanio (TiO_2) che funge da catalizzatore avviano la reazione chimica



2 Risultato della reazione sono il radicale ossidrilico e l'anione superossido che sono in grado di decomporre le sostanze e di rendere innoqui gli inquinanti.



3 Le sostanze inquinanti sono trasformate, per ossidazione in sali innoqui, anidride carbonica ed acqua che si disperdono nell'atmosfera.



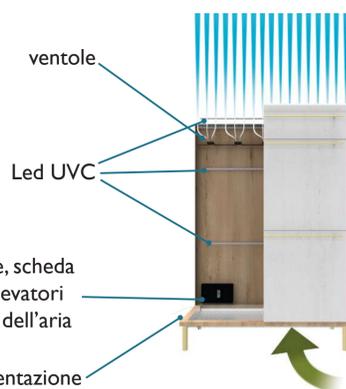
PURO

Air purifier system

PURO è una linea di prodotti per la depurazione dell'aria in ambienti interni, che agisce sfruttando il metodo dell'ossidazione fotocatalitica con Biossido di Titanio.

PURO shoes

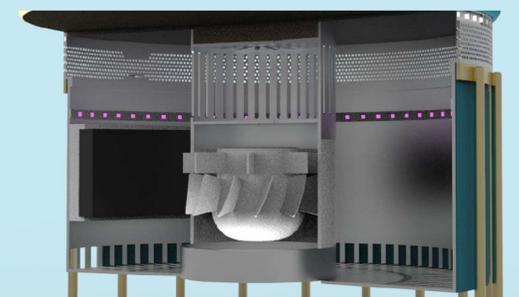
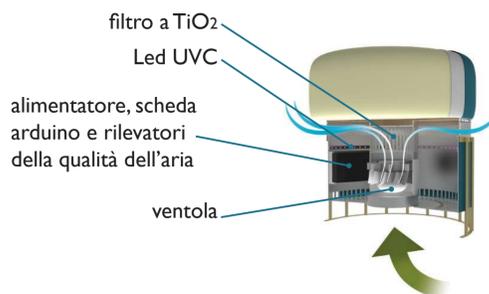
Eliminare il problema all'origine impedisce agli inquinanti di entrare e proliferare nell'ambiente. I più comuni veicoli di inquinanti sono scarpe, cellulari, chiavi e monete.



I ripiani di fondo delle scarpiera, dove poggiano le scarpe sono trattati con Biossido di Titanio, così come il cassetto superiore.

PURO pouf

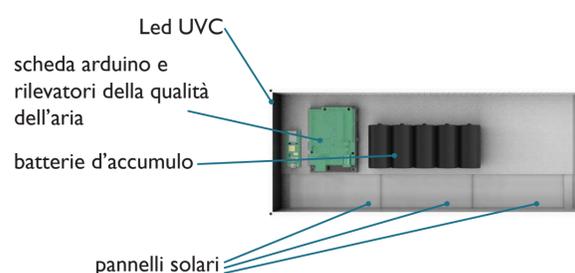
Questo prodotto depura l'aria dell'ambiente in cui si trova. Le diverse opzioni di rivestimento e del colore della base lo rendono versatile e adatto a più contesti.



La ventola centrale convoglia l'aria nel filtro trattato con TiO_2 , per poi uscire dal pouf, una volta pulita, tramite i piccoli fori posizionati esternamente.

PURO window

I nostri infissi sono il mezzo di contatto tra interno ed esterno e talvolta diventano punti di accumulo di pollini e polveri sottili. Con PURO window è possibile depurare l'aria già mentre entra in casa.



Il tessuto delle tende è trattato con TiO_2 . In questo modo quando sono colpite dal sole avviene la reazione di Ossidazione fotocatalitica. In assenza di sole è possibile accendere il dispositivo da finestra che emetterà raggi UVC.



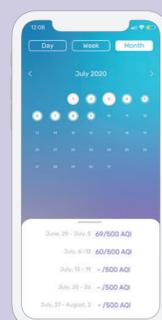
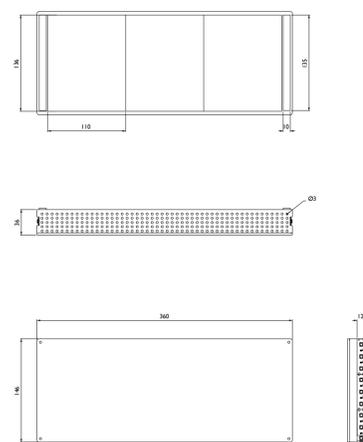
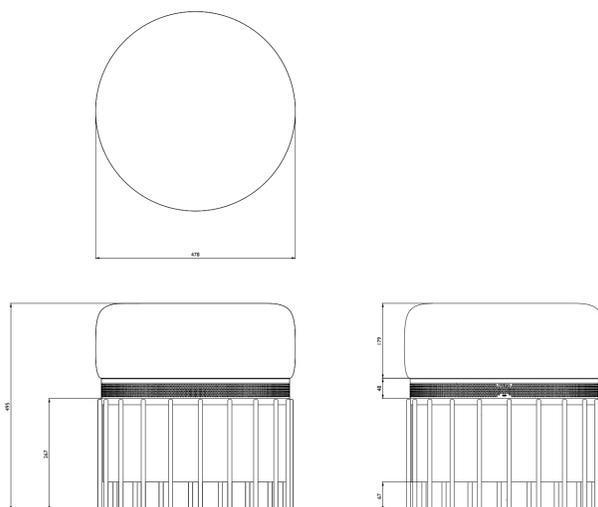
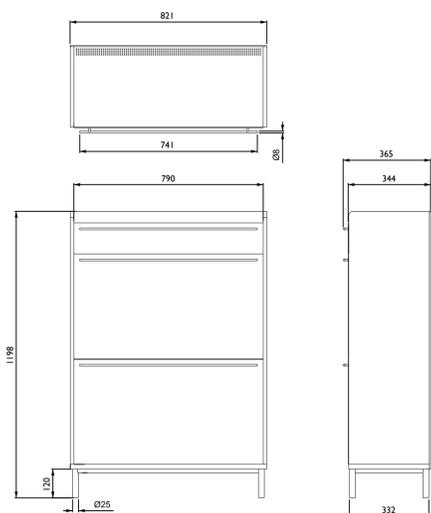
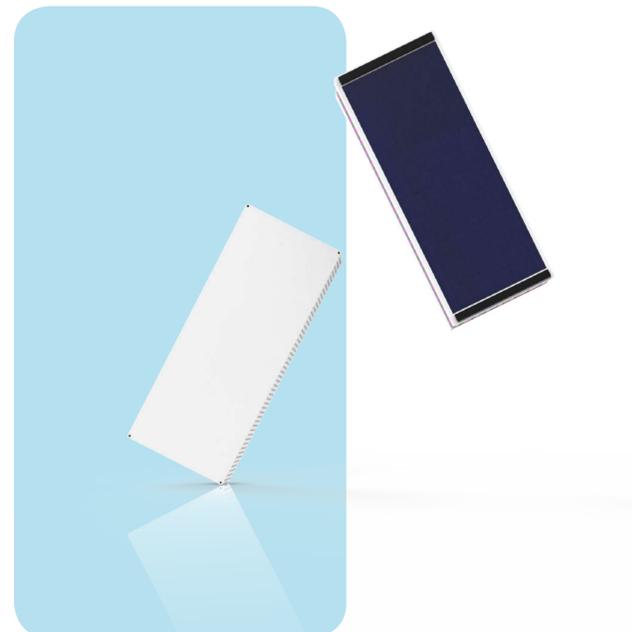
PURO shoes



PURO pouf



PURO window



Dalla schermata home è possibile, cliccando sull'indice che indica il livello di qualità dell'aria, controllare nello specifico i livelli dei vari inquinanti e l'andamento dell'inquinamento giornaliero, settimanale e mensile.

È possibile controllare la temperatura e l'umidità ed il loro andamento giornaliero.

Dalla schermata di personalizzazione si possono impostare programmi automatico e timer

La schermata informazioni spiega la relazione che esiste tra livello di inquinamento ed effetti sulla salute.

L'ossidazione fotocatalitica nella depurazione dell'aria in ambienti interni

Laureanda:
Anna Freddari

PURO

Air purifier system

Università degli studi di Camerino
Scuola di Ateneo Architettura e Design Eduardo Vittoria – Ascoli Piceno
Corso di Laurea in Disegno Industriale e Ambientale

TESI DI LAUREA

L'ossidazione fotocatalitica nella depurazione dell'aria in ambienti interni
A.A. 2019/2020

Relatore: Carlo Vannicola
Correlatore: Manuel Scortichini

Indice

Presentazione tema	5
Project drivers	15
Ricerca	19
Benchmarking	31
Area di intervento	39
Brief	47
Approfondimento sul filtro utilizzato	53
Evoluzione Progettuale	61
Concept	69
PURO Shoes	73
PURO Pouf	83
PURO Window	93
PURO App	103
Bibliografia e sitografia	109

Presentazione tema

L'inquinamento dell'aria

Circa il 91% della popolazione mondiale vive in luoghi in cui i livelli di qualità dell'aria superano i limiti dell'OMS. Mentre l'inquinamento atmosferico ambientale colpisce sia i paesi in via di sviluppo che quelli sviluppati, i paesi a basso e medio reddito subiscono i maggiori oneri, con il maggior tributo nelle regioni del Pacifico occidentale e del sud-est asiatico.

Inquinamento ambientale

Le principali fonti di inquinamento all'aperto includono veicoli, produzione di energia, sistemi di riscaldamento degli edifici, agricoltura / incenerimento dei rifiuti e industria. Politiche e investimenti a sostegno di trasporti più puliti, abitazioni a basso consumo energetico, produzione di energia, industria e migliore gestione dei rifiuti urbani possono ridurre efficacemente le principali fonti di inquinamento dell'aria ambiente.

La qualità dell'aria è strettamente legata al clima e agli ecosistemi terrestri a livello globale. Molti dei fattori che causano l'inquinamento atmosferico (ovvero la combustione di combustibili fossili) sono anche fonti di elevate emissioni di CO₂. Le politiche per ridurre l'inquinamento atmosferico, quindi, offrono una strategia "win-win" sia per il clima che per la salute, riducendo l'onere della malattia attribuibile all'inquinamento atmosferico e contribuendo alla mitigazione a breve e lungo termine del cambiamento climatico.

L'inquinamento dell'aria negli ambienti confinati

In Italia, il Ministero dell'Ambiente nel 1991 definisce l'inquinamento indoor come la presenza nell'aria di ambienti confinati, di inquinanti chimici, fisici o biologici non presenti, naturalmente, nell'aria esterna. Nella pressoché totalità dei casi, nella media giornaliera, l'ambiente interno è sempre più inquinato dell'esterno, prelevando aria, eventualmente già contaminata, da quest'ultimo e sommando a questa ulteriori elementi.

Questo tipo di inquinamento può essere provocato da attività personali, da ventilazione inadeguata, da materiali per la costruzione, dagli arredi e da metodi particolari di pulizia e dai prodotti impiegati, oltre che dalle attività metaboliche di piante e animali, e da processi di combustione.

I soggetti più sensibili agli effetti sulla salute dovuti all'esposizione degli inquinanti indoor, quindi esposti ad un maggiore rischio, sono gli anziani, i bambini, gli asmatici e le persone che soffrono di malattie cardiache e polmonari.





Gli inquinanti dell'aria interna

Le principali sostanze chimiche responsabili dell'inquinamento negli ambienti confinati sono:

- Monossido di carbonio
- Fumo di tabacco
- Composti organici volatili (COV)
- Amianto
- Fumo di legna
- Fibre di lana sintetiche (lana di roccia e lana di vetro)
- Antiparassitari (usati per zanzare ed altri insetti)
- Ossidi di zolfo e di azoto
- Ozono (emesso da alcuni tipi di stampanti laser e fotocopiatrici)
- Idrocarburi policiclici aromatici (IPA)

I principali agenti inquinanti biologici sono i microrganismi viventi come:

- muffe
 - batteri
 - amoeba
 - spore fungine
- ma anche particelle non vitali come:
- escrementi
 - derivati di acari
 - escrezioni di animali
 - endotossine
 - pollini
 - insetti
 - parassiti.

Specialmente ad alte temperature, un'eccessiva umidità relativa all'interno degli ambienti indoor, può facilitare la formazione di muffe, causando danni strutturali agli edifici.

L'inquinamento fisico indoor è composto da una serie di elementi nocivi per l'uomo che includono fonti sia facilmente riscontrabili dalle persone che sono presenti fisicamente in tali ambienti, sia fonti riscontrabili con strumenti adeguati. Elemento accomunante per tutte queste sorgenti dannose è la loro origine che può essere sia esterna ai locali sia interna. Ricapitolando l'inquinamento fisico è composto da:

- umidità
- radon
- radiazioni non ionizzanti

Qualità dell'aria e salute

L'inquinamento atmosferico domestico è una delle principali cause di malattia e morte prematura nei paesi in via di sviluppo.

L'esposizione al fumo provocato dalla cottura di fuochi provoca 3,8 milioni di morti premature ogni anno, principalmente nei paesi a basso e medio reddito. La combustione di combustibili come sterco, legno e carbone in stufe inefficienti o focolari aperti produce una varietà di inquinanti dannosi per la salute, tra cui particolato (PM), metano, monossido di carbonio, idrocarburi poliaromatici (PAH) e composti organici volatili (COV). La combustione del cherosene nelle lampade a stoppino produce anche emissioni significative di particelle fini e altri inquinanti.

Il particolato è un inquinante di particolare interesse. Molti studi hanno dimostrato una relazione diretta tra esposizione al PM e impatti negativi sulla salute. Le particelle di diametro più piccolo (PM2.5 o inferiore) sono generalmente più pericolose e le particelle ultrafine (un micron di diametro o meno) possono penetrare nei tessuti e negli organi, presentando un rischio ancora maggiore di impatti sulla salute sistemica.

L'esposizione a inquinanti atmosferici interni può portare a una vasta gamma di esiti negativi per la salute di bambini e adulti, dalle malattie respiratorie al cancro ai problemi agli occhi. Anche i membri delle famiglie che fanno affidamento su carburanti e dispositivi inquinanti presentano un rischio maggiore di ustioni, avvelenamenti, lesioni muscoloscheletriche e incidenti.

Alcuni studi effettuati hanno fatto emergere una forte correlazione fra esposizione in ambiente indoor inquinato e cancro ai polmoni e sintomi respiratori (allergie, infezioni).

La sindrome dell'edificio malato

La *Sick Building Syndrome (SBS)* è la definizione data ad una serie di sintomi legati alla presenza in edifici "malati", essa ha un'eziologia non definita e una sintomatologia non specifica.

La *Sick Building Syndrome* è caratterizzata da sintomi non gravi ma questi possono influire sull'assenteismo e la qualità professionale dei lavoratori, i sintomi sono per lo più di tipo respiratorio (naso e torace chiuso), ma anche di tipo cutaneo (secchezza della pelle) e altri sintomi come affaticamento e cefalea.

Per *building related illnesses* s'intendono le malattie che sono associate con certezza alla permanenza in ambienti confinati e con eziologia ben definita. Queste ultime sono: febbre di Pontiac (forma simil influenzale), malattia dei legionari (infezione polmonare), alveoliti, riniti e sinusiti e febbre degli umidificatori (sindrome da polveri organiche tossiche).

La *Toxic Home Syndrome (THS)* è la definizione dove la salute di una persona si deteriora a causa dell'aria interna della propria casa aumentando il rischio di cancro e malattie cardiache.

L'aria interna, nella definizione (THS) contiene all'interno, più di 900 sostanze chimiche potenzialmente dannose per la salute dell'uomo.



Umidità e salute

Insieme alla purificazione dell'aria è importante tenere sotto controllo il tasso di umidità negli ambienti chiusi, che assieme influenzano il comfort e la salute di chi vi si trova.

L'eccesso di umidità può essere generato da condensa, infiltrazioni, risalita capillare e provocare la comparsa di muffe e la proliferazione di acari ed altri parassiti che possono causare infezioni respiratorie. Le persone più deboli sono quelle che presenteranno i primi sintomi, come bambini e anziani.

- **Allergie respiratorie.** Sono causate da sostanze allergene: microtossine e spore prodotte dalle muffe, allergeni contenuti nello sterco di acari, emissioni tossiche causate dal degrado chimico di alcuni materiali edili attaccati dall'umidità.
- **Rinite.** La rinite allergica si manifesta con infiammazione e congestione delle vie nasali, irritazione oculare, tosse, stanchezza e mal di testa. La rinite stagionale è quella provocata dal polline, quella permanente è causata da un ambiente troppo umido e mal areato, presenza di acari, peli di animali e muffe.
- **Asma.** L'asma è una malattia allergica che si manifesta con intensa respirazione e sensazione di soffocamento. Circa il 70% dei casi di asma in ragazzi e adolescenti sono causate dalla presenza di acari della polvere e del cattivo isolamento delle abitazioni.

Il giusto livello di umidità

Per un clima abitativo sano e confortevole, a una temperatura di circa 21°C, è fondamentale che il tasso di umidità si mantenga su percentuali tra il 40-60%. Ad un aumento della temperatura corrisponde una diminuzione dell'umidità e viceversa.

In caso di eccessiva umidità si crea infatti un clima ideale per la proliferazione di batteri indesiderati e spore fungine, che possono causare allergie e infezioni.

Invece, se il clima interno è troppo asciutto si seccano le mucose delle vie respiratorie e ci si espone a infiammazioni e allergie.

Esistono materiali "intelligenti" che possono aiutare a mantenere più facilmente il giusto grado di umidità. Il legno, ad esempio, è un materiale igroscopico che permette di assorbire umidità in eccesso e restituirla all'ambiente in caso di secchezza dell'aria.



Project drivers

Analizzando il problema relativo all'inquinamento dell'aria mi sono concentrata sulla qualità dell'aria negli ambienti confinati. Per ottenere una qualità dell'aria sufficientemente adeguata è importante utilizzare un efficiente sistema di depurazione, pensato per l'area specifica da depurare.

Project drivers:

Analizzare i diversi sistemi di depurazione dell'aria evidenziando i lati positivi e quelli negativi

Analizzare i diversi ambienti delle abitazioni evidenziando i vari elementi che possono provocare un peggioramento della qualità dell'aria

Analizzare i depuratori d'aria già presenti sul mercato evidenziando i lati positivi e quelli negativi





Ricerca

Tecniche di depurazione dell'aria

- Filtrazione a tessuto
- Filtro a carboni attivi
- Filtro elettrostatico
- Filtro HEPA
- Ossidazione fotocatalitica
- Fitorisanamento
- Ionizzazione
- Radiazione ultravioletta germicida

Filtrazione a tessuto

La filtrazione a tessuto è un'operazione di depurazione dei gas effettuata facendo filtrare l'aria attraverso filtri in tessuto.

Il processo di filtrazione deve tener conto di numerose variabili:

- con riferimento al tipo di inquinante, deve considerarne la concentrazione e il livello di abbattimento da raggiungere
- con riferimento alle polveri, la dimensione, la forma, il peso delle particelle e le proprietà elettriche
- con riferimento al flusso che veicola le polveri, la sua velocità e la presenza o meno di umidità.

A partire da questa molteplicità di fattori, l'attuale tendenza è quella di predisporre in serie più unità, ciascuna destinata a uno o più inquinanti con caratteristiche simili.

I filtri si suddividono in base alla disposizione del tessuto secondo le seguenti principali configurazioni:

- a maniche: si tratta di una serie di tubi di tessuto chiusi ad un'estremità
- a tasche: singoli filtri a forma di busta, con un'estremità aperta
- a pannelli pieghettati: filtri a sezione stellare, la cui peculiarità è quella di offrire una maggiore superficie a disposizione per il filtraggio

Questo tipo di filtro è solitamente utilizzato in campo industriale.

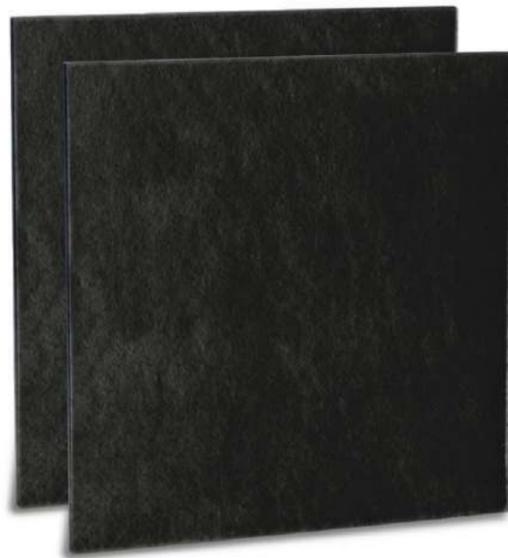


Filtro a carboni attivi

La filtrazione sui carboni attivi è una tecnologia di depurazione dell'aria per mezzo della quale una corrente gassosa viene privata degli elementi inquinanti facendola passare attraverso un filtro che contiene carbone attivo. L'operazione si basa sulla capacità del carbone attivo di assorbire, grazie alla sua porosità, la maggior parte delle sostanze organiche e sulla conseguente possibilità di estrarle utilizzando un "veicolo" che generalmente è vapore o azoto.

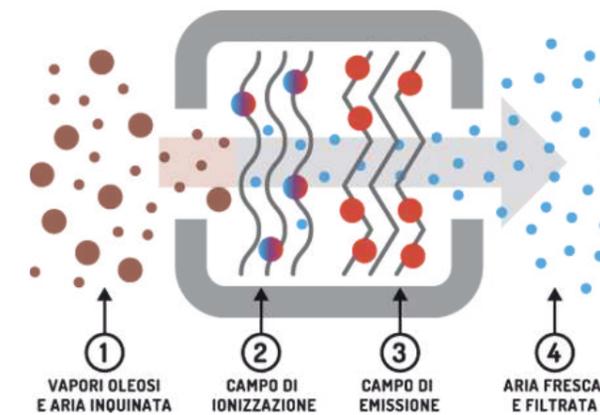
Il carbone attivo è costituito per la gran parte da atomi di carbonio di origine vegetale o minerale, è caratterizzato da una porosità estremamente elevata e ha un colore nero; si può trovare in polvere (PAC) in granuli (GAC).

La filtrazione a carboni attivi permette di eliminare odori, batteri e COV. La manutenzione richiesta consiste nella sostituzione del filtro, che però è costituito da un materiale difficile da smaltire.



Filtro elettrostatico

Un filtro elettrostatico o elettrofiltro è un sistema di depurazione che permette la separazione del flusso di gas in ingresso dalle particelle inquinanti. Le particelle possono essere sia solide che liquide. Il sistema, attraverso una differenza di potenziale indotta tra degli elettrodi di emissione e di raccolta, realizza la separazione delle particelle contaminanti dal gas vettore che viene fatto fluire tra gli elettrodi. In uscita si ha quindi un flusso d'aria privo di contaminanti.



Filtro HEPA

Il filtro HEPA (dall'inglese High Efficiency Particulate Air filter) è un sistema di filtrazione ad elevata efficienza di fluidi. È composto da foglietti filtranti in microfibra (generalmente borosilicato) assemblati in più strati, separati da setti in alluminio. I foglietti filtranti hanno il compito di bloccare le particelle solide inquinanti presenti nella corrente da trattare.

I filtri HEPA rientrano nella categoria dei cosiddetti filtri assoluti in quanto presentano una efficienza di filtrazione compresa tra l'85% e il 99,995%

24



Ossidazione fotocatalitica

La fotocatalisi è una reazione chimica che imita la fotosintesi clorofilliana degli alberi nell'assorbire e trasformare sostanze inquinanti in elementi nocivi.

Il processo chimico che sta alla sua base è infatti un'ossidazione che si avvia grazie all'azione combinata della luce (solare o artificiale) e dell'aria.

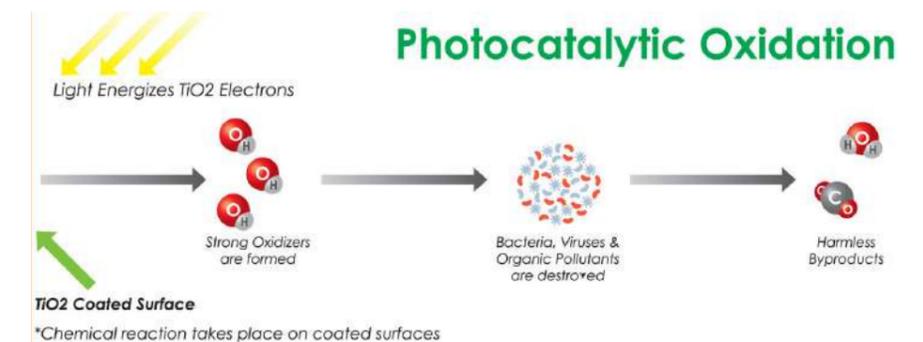
Questo processo di depurazione è sempre più usato in quanto:

- degrada in maniera significativa gli inquinanti presenti nell'aria
- l'inquinante viene mineralizzato a CO₂ e H₂O e non trasferito in un'altra fase
- è economico e non richiede rigenerazione
- non è selettivo, può eliminare più inquinanti di diversa natura
- sfrutta luce UV e acqua (umidità nel caso dell'aria)

Grazie al processo fotocatalitico avviene la decomposizione delle sostanze organiche ed inorganiche, dei microbi, degli ossidi di azoto, degli aromatici policondensati, del benzene, dell'anidride solforosa, dell'acetaldeide, del metanolo, dell'etanolo, dell'etilbenzene, del metilene, del monossido e del biossido di azoto.

Come prodotti di scarto si otterranno sali minerali e calcare.

25



Fitorisanamento

È noto che le piante sono in grado di assorbire, grazie agli stomi sulle foglie e sugli steli, composti organici volatili e di convertirli in nutrienti. La ricerca si è però sempre più concentrata sulle attività che si svolgono negli impianti sotterranei. Anche le radici assorbono sostanze tossiche, ma sono principalmente i batteri e i funghi che vivono intorno alle radici (microorganismi della rizosfera) che convertono la maggior parte delle sostanze nocive in composti innoqui. Questi infatti svolgono la loro attività giorno e notte, indipendentemente dalla presenza della luce solare.

Più i microorganismi sono esposti ad una certa sostanza inquinante più la loro attività sarà efficace.

Alcuni batteri non purificano l'aria da soli, ma aiutano la pianta a degradare sostanze tossiche in modo più efficace.

Da studi fatti sulla pianta Golden Pothos, sono stati trovati 7 diversi ceppi batterici. Uno di questi si è dimostrato capace di rimuovere l'86% della formaldeide dall'aria in 24 ore.

Piante e microorganismi vivono in reciproca dipendenza. Le piante forniscono zuccheri a batteri e funghi e in cambio la vita del suolo fornisce alle piante sali minerali e altri nutrienti. Le piante secernono linfa per attirare i batteri che trovano quindi terreno ideale per vivere nella loro prossimità.

Per quanto riguarda le piante d'appartamento, queste non vengono in contatto con terreno o acque contaminati, quindi gli inquinanti assorbiti provengono dall'aria.

Nel 2015 uno studio Belga-Polacco ha esaminato in modo specifico queste interazioni di purificazione dell'aria tra piante e microbi, concludendo che esiste un enorme potenziale inutilizzato in questa simbiosi. Le piante infatti hanno la capacità di catturare inquinanti nell'aria e convogliarli nelle radici dove verranno smaltiti dai batteri.

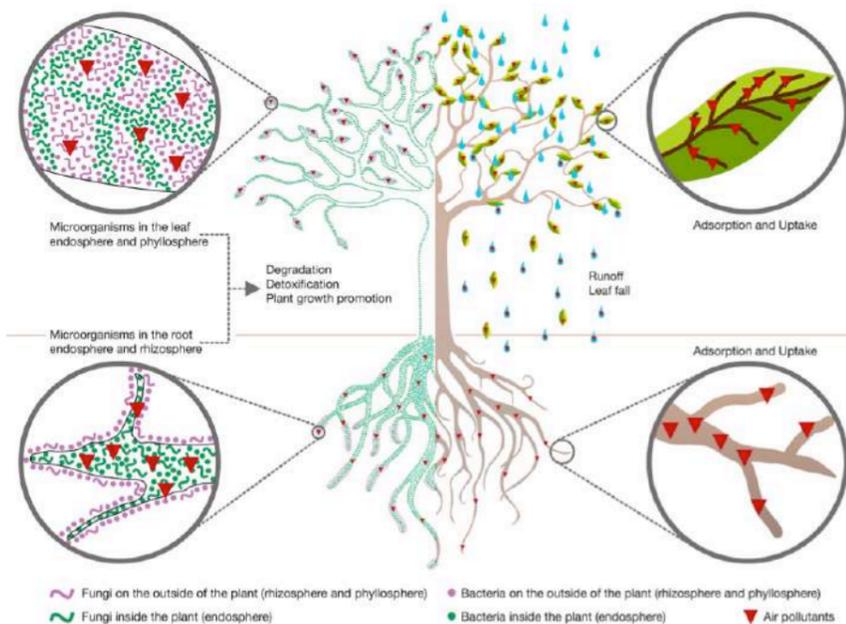
Radiazione ultravioletta germicida

La radiazione ultravioletta germicida, in inglese "Ultraviolet germicidal irradiation" (UVGI), è un metodo di sterilizzazione che usa la luce ultravioletta (UV) alla lunghezza d'onda UV-C, che modifica il DNA o l'RNA dei microorganismi e quindi impedisce loro di riprodursi o di essere dannosi. È utilizzata in una varietà di applicazioni, per esempio la disinfezione di cibo, acqua e aria. La luce UV è stata considerata un mutagene a livello cellulare già da più di un secolo.

La luce ultravioletta è una radiazione elettromagnetica con lunghezze d'onda più corte della luce visibile. L'UV può essere diviso in varie categorie, la categoria corta (UVC) è considerata "UV germicida". A certe lunghezze d'onda l'UV è dannoso per batteri, virus e altri microorganismi. Ad una lunghezza d'onda di 2537 Angstrom (254 nm) l'UV distrugge i legami molecolari del DNA dei microorganismi, producendo dimeri di timina nel loro DNA e distruggendoli, rendendoli inoffensivi o impedendone la crescita e la riproduzione. È un processo simile all'effetto dell'UV di maggiore lunghezza d'onda (UVB) sull'uomo, per esempio le bruciature solari o l'effetto accecante della luce. I microorganismi hanno una scarsa protezione dall'UV e non possono sopravvivere ad un'esposizione prolungata. Un sistema UVGI è progettato per esporre ambienti come contenitori di acqua, stanze chiuse e sistemi di aria condizionata all'UV germicida.

L'esposizione proviene dalle lampade germicide che emettono la radiazione elettromagnetica germicida UV alla corretta lunghezza d'onda, che irradia l'ambiente.

26



27



Comparazione dei metodi di filtraggio

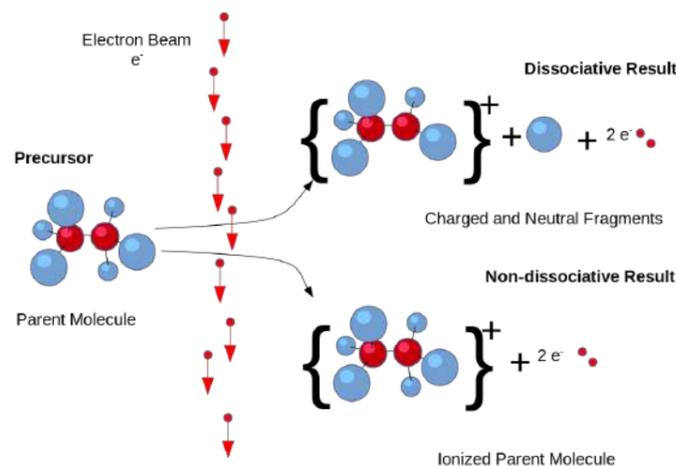
	VANTAGGI	SVANTAGGI
Filtrazione a tessuto	<ul style="list-style-type: none"> V Può essere lavabile V Utilizzato come pre-filtro prolunga la durata degli altri filtri 	<ul style="list-style-type: none"> X Richiede manutenzione X Rimuove solo particelle di grandi dimensioni
Filtro a carboni attivi	<ul style="list-style-type: none"> V Assorbe odori, gas e sostanze chimiche V Lascia gli ambienti freschi e profumati V Rimuove il fumo di tabacco e gli odori degli animali domestici 	<ul style="list-style-type: none"> X Pesante X Costoso X Non riciclabile a fine vita
Filtro elettrostatico	<ul style="list-style-type: none"> V Non è necessaria la sostituzione del filtro 	<ul style="list-style-type: none"> X Rimuove solo il 30% delle particelle inquinanti dall'aria
Filtro HEPA	<ul style="list-style-type: none"> V Tecnologia molto efficiente: rimuove fino al 99,99% delle particelle che attraversano V Utilizzato nelle camere bianche mediche 	<ul style="list-style-type: none"> X Sostituzioni regolari del filtro X Costoso
Ossidazione fotocatalitica	<ul style="list-style-type: none"> V Neutralizza microrganismi, come batteri e virus V Non richiede sostituzioni V È economico 	<ul style="list-style-type: none"> X Potrebbe occorrere più di un unità per grandi ambienti
Fito-risanamento	<ul style="list-style-type: none"> V Completamente naturale V In grado di ridurre metalli pesanti ed inquinanti dall'aria 	<ul style="list-style-type: none"> X Se usato con piante da appartamento non abbastanza efficaci (più è grande la pianta più è efficace) X A seconda della pianta e dei rispettivi batteri che sviluppa rimuove sostanze differenti
Ionizzazione	<ul style="list-style-type: none"> V Rimuove gli odori forti V Uccide batteri, muffe ed altri microrganismi 	<ul style="list-style-type: none"> X Irritante per i polmoni: estremamente pericoloso
Radiazione germicida	<ul style="list-style-type: none"> V Uccide batteri, virus, muffe ed altri microrganismi 	<ul style="list-style-type: none"> X L'aria trattata con radiazione UV può essere ancora piena di particelle nocive X Errate lunghezze d'onda possono causare danni a occhi e pelle

Ionizzazione

Lo ionizzatore è un dispositivo che applica alta tensione a uno o più aghi che fungono da emettitori, per caricare elettricamente (ionizzare) le molecole dei gas che costituiscono l'aria. Il capo opposto della tensione è collegato a terra.

La maggior parte degli ionizzatori in commercio è progettata per produrre ioni negativi (anioni), ma è anche possibile produrre ioni positivi (cationi). Nel primo caso, gli emettitori prelevano elettroni da terra e li trasferiscono alle molecole dell'aria circostante; nel secondo caso sottraggono elettroni dalle molecole dell'aria e li scaricano a terra. In entrambi i casi, le molecole acquisiscono una carica dello stesso segno di quella presente sugli emettitori e ne sono quindi respinte. Si tratta di un flusso d'aria dovuto alle molecole caricate elettricamente (ioni) che, per il fenomeno della repulsione elettrostatica Coulombiana, si allontanano dagli aghi (la cui carica ha lo stesso segno) producendo una sorta di leggera brezza.

Gli ionizzatori sono purificatori d'aria che producono intenzionalmente ozono. Tuttavia, l'ozono non è efficace nel pulire l'aria se non a livelli di ozono estremamente elevati e non sicuri.



Benchmarking

Dyson Pure Cool Dyson

I depuratori d'aria Dyson Pure Cool™ aspirano l'aria inquinata dall'ambiente circostante. Cattura gas, inclusi odori, fumi domestici e formaldeide.

La parte rotante aspira l'aria a 360°, convogliandola nel filtro Hepa in vetro che rimuove il 99,97% di particelle piccole fino a 0,3 micron, circa 100 volte più piccole di un capello umano.

Due sensori analizzano la qualità dell'aria interna. Il sensore di polvere rileva particelle più grandi di un micron, come pollini ed allergeni, mentre il sensore di composti organici volatili identifica gas come fumi e tossine.

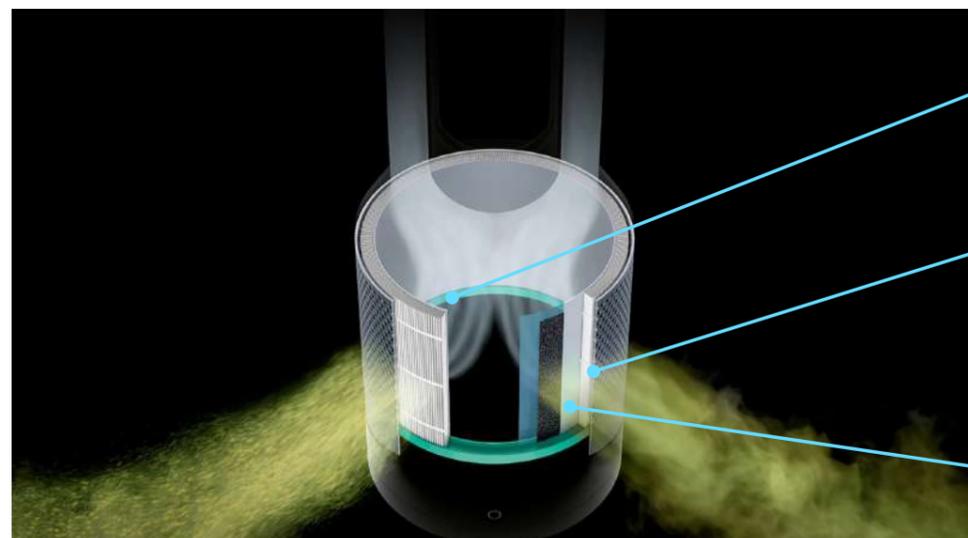
Filtro HEPA in borosilicato: Più di 20 piedi di fibre di borosilicato, piegato più di 200 volte per catturare allergeni e sostanze inquinanti

Filtro a carboni attivi: il filtro è stato progettato utilizzando uno spesso strato di cristalli di carbonio e trattato con ossigeno per renderlo più poroso. Ciò aumenta la superficie del carbonio, contribuendo ulteriormente a catturare i gas, odori e fumi domestici.

Rivestimento in Tris: dopo essere stato trattato con ossigeno ogni cristallo di carbonio è rivestito con Tris. La reazione chimica di questo composto organico con gas potenzialmente dannosi come la formaldeide aumenta la capacità della grafite di catturare i gas.



32



Ultrafine Glass HEPA
Fiber Media

Triple Active Carbon
Filter

Tris-impregnated
Graphite

LEMA Air Cleaning System LEMA

LEMA Air Cleaning System (realizzato in collaborazione con Air Control), grazie all'interazione di una nanotecnologia con una speciale lampada UV, genera una reazione fotochimica che permette di distruggere con un principio attivo naturale le sostanze inquinanti, batteri e muffe, depurando così l'interno dell'armadio e abbattendo fino al 90% i cattivi odori presenti su indumenti e scarpe che vi sono riposti.

Il nuovo dispositivo adotta la tecnologia brevettata photocatalytic Oxidation, meglio conosciuta come ossidazione fotocatalitica. Tecnica sviluppata per la sanificazione degli ambienti aerospaziali, dove una delle prerogative principali è proprio la qualità e la salubrità dell'aria, ampiamente utilizzata anche in ambiente ospedaliero, medicale e nel settore dell'alimentazione.

L'utente ha la possibilità di scegliere tra diversi cicli con durata da 2 a 8 ore. Il sistema ha un basso voltaggio e amperaggio ed è indipendente, comandato da un interruttore multifunzione sul fianco dell'armadio. Utilizza una ventilazione ERP2018 ad elevata efficienza energetica. La manutenzione è molto semplice in quanto è necessario sostituire la lampada UV ogni 24 mesi. Il dispositivo, durante il funzionamento è estremamente silenzioso. Inserito nel coperchio superiore dell'armadio e protetto dalle ante di facciata, la sua attività è poco percettibile dall'utente.



33

Andrea Mathieu Lehanneur e David Edwards

Andrea è un purificatore d'aria che utilizza piante da interno per filtrare l'aria. Originariamente noto come bel air, il design ha superato numerosi test per renderlo disponibile ai consumatori con funzionalità aggiornate. L'aria viene filtrata attraverso le foglie e le radici della pianta ospitata all'interno

Andrea è una risposta per contrastare il nostro inquinamento domestico, mettendo un polmone verde con capacità potenziate per filtrare l'aria e catturare particelle tossiche nelle nostre case. Consente il disinquinamento dell'aria interna attraverso le foglie e le radici della pianta che si trova all'interno dell'unità. Le piante più performanti sono quelle che sono piuttosto comuni, tra cui spath o giglio di pace, albero del drago dai bordi rossi, pianta di ragno e aloe vera.

Consumer Reports ha riferito che il suo test su Andrea ha indicato che non ha aiutato a rimuovere polvere, polline o fumo. Il loro rapporto affermava che i produttori di Andrea travisavano uno studio citato sul loro sito Web, che includeva un prototipo di un depuratore che utilizzava una pianta in vaso in una camera di prova di 16 x 12 piedi con soffitti di 10 piedi. In quello spazio, ha spiegato Jianshun S. Zhang, Ph.D., professore e direttore di energia e sistemi ambientali interni all'Università di Syracuse, e autore principale dello studio Andrea, "sarebbero necessari quattro purificatori di tipo Andrea per avere un significativo effetto sulla formaldeide, un COV comune. Il purificatore per piante in vaso che abbiamo testato in quello studio in realtà non ha funzionato bene", ha aggiunto. "Stanno travisando il mio studio."



Clairy Alessio D'Andrea e Vincenzo Vitiello per Vitesy

Clairy è un innovativo sistema di purificazione naturale per ambienti indoor, una soluzione che combina natura, tecnologia e design. Il sistema di filtraggio si basa sul principio delle fitodepurazione. Le piante hanno la capacità di mitigare gli inquinanti presenti nell'aria nell'acqua e nel suolo attraverso l'azione di microorganismi generati nell'apparato radicale. Nel nostro sistema, grazie a un cuore tecnologico questo processo viene amplificato, aumentando esponenzialmente il flusso d'aria attraverso tutta la pianta, che diventa un vero e proprio filtro naturale per l'aria che respiriamo. In questo sistema la pianta viene scardinata dal suo ruolo prettamente ornamentale diventando anche oggetto di servizio, prendendosi cura di noi. Clairy è inoltre dotato di un sistema di self-watering passivo, così la pianta per capillarità prende in totale autonomia la quantità di acqua di cui necessita.



Natede Vitesy

Natede è un sistema smart che unisce natura, tecnologia e design, analizza in tempo reale la qualità dell'aria che respiri e rimuove gli agenti inquinanti presenti negli ambienti. Un purificatore d'aria naturale per la casa e l'ufficio dal design elegante e minimal, con una tecnologia innovativa che cattura e distrugge composti organici volatili, virus, odori e batteri.

Alcune piante sono in grado di funzionare da bioaccumulatori, riescono quindi ad assorbire, biodegradare e rendere innocui gli elementi contaminanti presenti nel suolo, nell'acqua o nell'aria. Questo processo si chiama fitodepurazione, Natede potenzia e accelera questo processo naturale proprio delle piante per eliminare gli agenti inquinanti presenti nell'aria. Possiede un sistema di auto-irrigazione che rende il consumo di acqua efficiente e fa in modo che la pianta assorba la quantità ideale in modo costante. Il serbatoio può fornire acqua alla pianta per un mese.

Abbiamo dotato Natede di un filtro fotocatalitico rivestito di biossido di titanio che cattura ed elimina COV, virus, odori e batteri. La fotocatalisi è un processo naturale che decompone la materia organica a livello molecolare, ma la parte migliore è che il filtro è eterno e non ha bisogno di essere sostituito.

Grazie alla sinergia tra il potere di purificazione della pianta e il filtro fotocatalitico, Natede elimina il 93% dei composti organici volatili, il 99% di batteri, virus, polveri sottili e odori.

Natede è provvisto dei sensori più avanzati, che sono in grado di misurare con precisione la temperatura e l'umidità dell'aria, le concentrazioni di composti organici volatili (COV), polveri sottili (PM 2.5) e monossido di carbonio (CO). Natede Premium include un sensore aggiuntivo per il biossido di carbonio (CO2).

Grazie all'applicazione mobile e tablet di Natede controlli in tempo reale la qualità dell'aria degli ambienti che vivi ogni giorno in modo semplice e intuitivo. La frequenza d'onda cambia in base alla qualità dell'aria che stai respirando. Che tu stia cucinando, lavorando, rilassandoti o dormendo, puoi scegliere tra 4 diverse modalità.

Comparazione dei metodi di filtraggio

Dyson Pure Cool



LEMA Air Cleaning System



Andrea



Clairy



Natede



VANTAGGI

SVANTAGGI

V Molto efficiente, rimuove fino al 97% degli inquinanti	X Rumoroso (più degli altri)
V Monitora con sensori la qualità dell'aria	X Costoso
V Rimuove il 90% degli inquinanti	X Depura solo l'aria all'interno dell'armadio
V Non rumoroso	
V "Nascosto" nell'armadio	
V Non elettrico	X Poco efficiente
V Non rumoroso	
V Non elettrico	X Poco efficiente
V Non rumoroso	
V Monitorato da sensori	
V Non elettrico	X Misurazioni non precise (rimane comunque efficiente)
V Non rumoroso	
V Monitorato da sensori	X Costoso
V Molto efficiente, rimuove fino al 93% di COV e 99% di batteri e virus	



Area di intervento



In quali ambienti passiamo più tempo?

Trascuriamo il 90% del nostro tempo al chiuso, di cui i 2/3 nelle nostre case che sono ormai così ben isolate dall'aria e dalla luce naturale, che non riescono più ad entrare.

Ad oggi, 84 milioni di europei vivono in edifici umidi e pieni di muffa che rappresentano una minaccia per il benessere fisico e mentale delle persone. La scarsa qualità dell'aria in questi spazi può provocare tutta una serie di patologie che vanno dal mal di testa, alle irritazioni agli occhi, dalle allergie al plasma fino a malattie anche peggiori.

Le persone che vivono in case umide e con problemi di muffa hanno il 40% di probabilità in più di contrarre l'asma.

Gli ambienti in cui passiamo la maggior parte del nostro tempo in casa sono:

- **cucina/sala da pranzo:** 3/6 ore al giorno
- **camera da letto:** 8/10 ore al giorno
- **soggiorno/salotto/studio** 3/6 ore al giorno
- **bagno** 1/2 ore al giorno

Ovviamente le ore variano a seconda delle ore passate fuori casa per lavoro, se si lavora o si studia a casa, se si è casalinghe o pensionati.



In ogni ambiente il giusto depuratore

A seconda dell'ambiente in cui il depuratore andrà inserito sono richieste prestazioni differenti:

1. **Bagno e cucina:** sono gli ambienti che ospitano la maggior parte di batteri (piano cottura, cestino dei rifiuti, wc) e nei quali si sprigionano gli odori più forti. Sono anche ambienti nei quali viene più spesso fatta circolare, quando possibile, l'aria o sono dotati di ventole o cappe di aspirazione.
2. **Camera da letto:** è l'ambiente in cui passiamo la maggior parte del tempo. Durante la notte si concentrano maggiori quantità di CO2 nella stanza, inoltre la nostra respirazione è più lenta e profonda. È molto importante che durante il giorno l'aria venga purificata.
3. **Zona studio/ufficio:** chi studia o lavora passerà molto tempo in questo ambiente. È importante mantenere una buona qualità dell'aria per evitare stanchezza eccessiva e mal di testa.
4. **Soggiorno:** In questo ambiente solitamente si trovano molte tappezzerie, dai divani, ai tappeti, alle tende, che sono ambienti ideali alla proliferazione di acari, che catturano peli di animali e capelli. Il soggiorno è un ambiente in cui si passa molto tempo dentro casa e ha bisogno di un adeguato sistema di depurazione.
5. **Disimpegno:** in questa zona di solito si trova la lavanderia, zona di accumulo di umidità, che facilita la proliferazione di batteri anche nelle ceste con il bucato da fare. Molte volte si trovano anche scarpieri. Le scarpe sono i principali vettori con cui portiamo germi in casa.



Bagno e cucina

Bagno e cucina sono gli ambienti di casa con aria più viziata. È importante far arieggiare spesso questi ambienti, che possono facilmente diventare un covo sicuro per la proliferazione di muffe e batteri.

In questi ambienti sono solitamente presenti vari fattori che influiscono sulla qualità dell'aria:

- **Piano cottura:** quando si cucina è doppiamente importante aerare la casa perché l'emissione di fumi e di vapori è inevitabile e quindi, senza accorgersene, i residui della combustione e l'umidità permangono nel locale inquinando l'ambiente domestico. Inoltre i residui di cibo su stoviglie e piano cottura possono provocare la proliferazione di funghi e batteri.
- **Cestino dei rifiuti:** è comune trovare il cestino dei rifiuti in bagno e cucina (insieme a quello dell'umido in cucina). È indicato un frequente ricambio perché, soprattutto nel caso di rifiuti umidi, possono attirare muffe, batteri e insetti andando ad intaccare la salubrità dell'aria.
- **WC:** si possono annidare centinaia di differenti specie nel wc. L'ambiente bagno, per quanto possa sembrare igienizzato è il covo perfetto per muffe e batteri. Quando si fa la doccia/bagno l'umidità e la temperatura dell'ambiente salgono rendendo tutto l'ambiente potenzialmente pericoloso. (Accappatoio, spazzolino, asciugamani contengono concentrazioni altissime di batteri)



Camera da letto

La camera da letto è l'ambiente in cui passiamo più tempo, mediamente 8/10 ore. Durante la notte si accumula nell'aria una maggiore concentrazione di CO₂, che la mattina ci dà l'idea di "aria consumata".

In questo ambiente sono solitamente presenti anche altri fattori che influiscono sulla qualità dell'aria:

- **Biancheria da letto:** le lenzuola accumulano polveri, sudore, pollini, acari, batteri, funghi, cellule di pelle, secrezioni corporee, espettorato, urina e peli di animali (se presenti in casa).
- **Armadi:** posizionare l'armadio guardaroba in camera da letto non è sicuramente salubre, ma piuttosto comune. Infatti, oltre alle esalazioni di formaldeide comuni alla maggior parte dei mobili, gli abiti lavati a secco e le sostanze antitarne utilizzate sprigionano sostanze nocive per lungo tempo. Inoltre i tessuti accumulano polvere, l'ambiente poco arieggiato favorisce la proliferazione di acari e muffe.
- **Tessili:** se nella stanza sono presenti altri tessuti, come tende o tappeti, contribuiranno anche questi a raccogliere spore, capelli, peli di animali, polveri ed altri agenti inquinati.

Zona studio/ufficio

Che si studi o lavori da casa, o ci si rechi in ufficio l'ambiente studio è molto più inquinato di quanto si pensi.

In questi ambienti sono solitamente presenti vari fattori che influiscono sulla qualità dell'aria:

- **Librerie:** le librerie contengono grandi quantità di polvere, e se i libri non vengono consultati o spolverati e aperti abitualmente, possono diventare ambiente ideale per la proliferazione di acari della polvere e muffe.
- **Stampanti:** l'inquinamento delle stampanti è legato al tipo di inchiostro utilizzato e al tipo di stampa che si effettua che può liberare più o meno microparticelle.
- **Deodoranti per ambienti:** in molti ambienti lavorativi è solito utilizzare deodoranti e profumatori per ambienti, che liberano nell'aria particelle profumate che si migliorano l'odore dell'ambiente, ma diventano dannose una volta inalate.

42



43



Soggiorno

Il soggiorno è uno degli ambienti di casa nel quale si passa più tempo, ma i suoi arredi, se non trattati o scelti con cura, possono renderne l'aria anche molto inquinata.

In questi ambienti sono solitamente presenti vari fattori che influiscono sulla qualità dell'aria:

- **Librerie:** le librerie contengono grandi quantità di polvere, e se i libri non vengono consultati o spolverati e aperti abitualmente, possono diventare ambiente ideale per la proliferazione di acari della polvere e muffe.
- **Imbottiti:** dai cuscini, alle poltrone, ai divani, gli imbottiti contengono grandi quantità di germi e batteri, oltre ad essere ambiente ideale per la proliferazione degli acari della polvere. La compressione dovuta all'uso fa sì che questi si liberino nell'aria e vengano aspirati.
- **Tappezzeria:** la trama di fibre dei tessuti intrappola capelli, peli di animali, batteri e polveri. Sarebbe meglio eliminare direttamente tappeti, moquette o tende o provvedere a una pulizia ciclica continua.

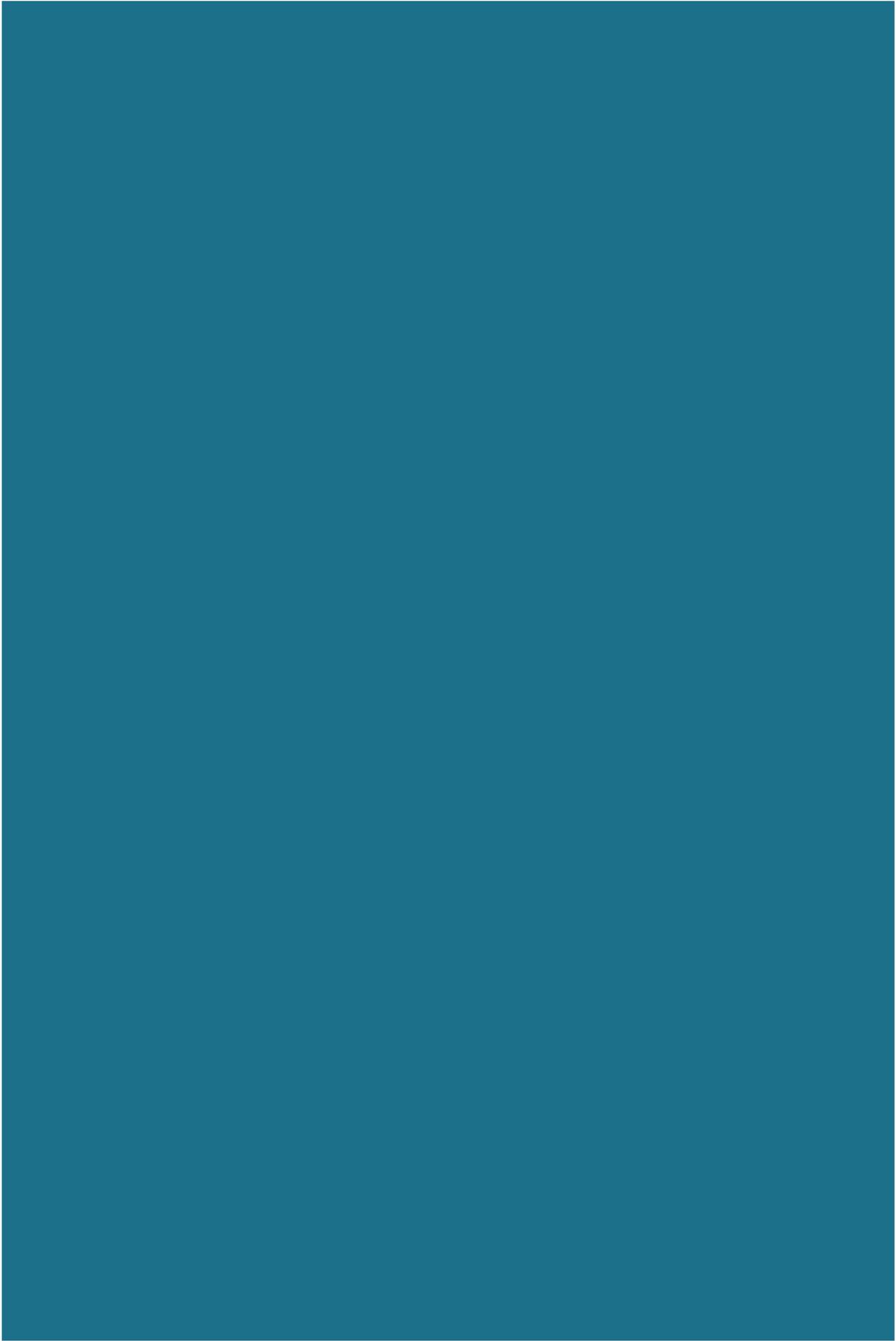
Disimpegno

Il disimpegno ospita solitamente la zona lavanderia e le scarpiera.

In questi ambienti sono solitamente presenti vari fattori che influiscono sulla qualità dell'aria:

- **Vestiti da lavare:** solitamente contenuti in contenitori prossimi alla lavatrice, possono esalare cattivi odore, facilitare la formazione di muffe e acari della polvere.
- **Bucato steso:** stendere il bucato dentro casa aumenta i livelli di umidità che creano un ambiente favorevole alla proliferazione di germi, batteri e muffe.
- **Scarpiera:** le scarpe sono i principali vettori con cui introduciamo germi e batteri nelle nostre case. La scarpiera diventa quindi una zona di accumulo di batteri e virus. È buona abitudine togliersi le scarpe all'ingresso in casa, come avviene in molti paesi orientali.





Brief progettuale

È sempre importante far arieggiare gli ambienti, ma se si vive in centri urbani troppo inquinati o le situazioni metereologiche non lo permettono, si dovrebbe ricorrere a sistemi di depurazione dell'aria.

Problemi riscontrati nei depuratori dell'aria già esistenti:

Il depuratore dell'aria è un ulteriore elettrodomestico, solitamente ingombrante, al quale non viene riconosciuta la propria utilità in quanto non produce un effetto percepibile immediatamente. La pulizia e la sostituzione dei filtri talvolta è complessa o costosa.

Obiettivi progettuali:

- Utilizzo di una **tecnologia efficiente**
- “**Nascondere**” il depuratore nell'ambiente così da **non considerarlo uno sterile elettrodomestico**
- **Feedback** all'utente sulla qualità dell'aria e sullo stato dei filtri
- Eventuale ricambio o **pulizia del filtro semplice** e segnalata all'utente

Efficienza

Realizzare un prodotto con il miglior rendimento possibile

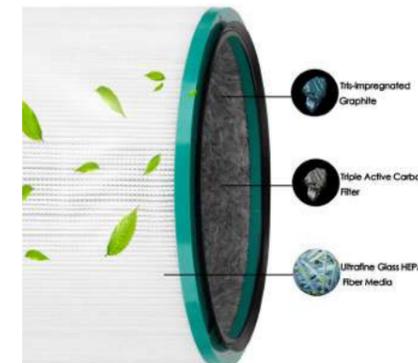
Dall'analisi di mercato e delle varie tecnologie esistenti deputate al filtraggio dell'aria, le soluzioni possono essere:

1. Prefiltro in tessuto + Filtro a carboni attivi + Filtro HEPA
2. Ossidazione fotocatalitica con biossido di titanio

Prefiltro in tessuto + carboni attivi + HEPA

La prima soluzione di filtraggio, è una filtrazione meccanica che avviene per passaggio dell'aria attraverso il mezzo filtrante. L'aria in entrata è contaminata, l'aria in uscita è pulita.

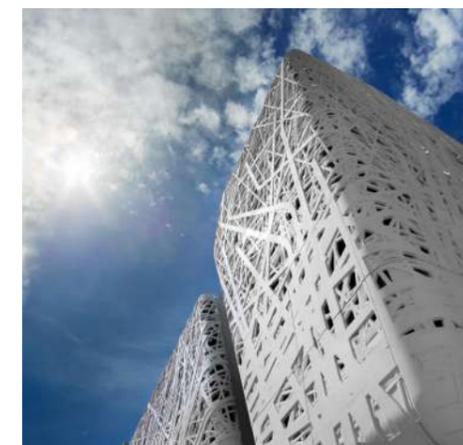
Il sistema di filtraggio ha quindi un verso, ha bisogno di elettricità per forzare il passaggio dell'aria.



Ossidazione fotocatalitica

La seconda soluzione è un tipo di filtrazione chimica, che avviene per degradazione delle particelle inquinanti ad opera del biossido di titanio che reagisce con la luce del sole (raggi UV) e con l'acqua o l'umidità dell'aria.

La filtrazione non è quindi forzata, non ha bisogno di elettricità nel caso si utilizzi la luce diretta del sole, ma non depura masse d'aria controllate.



Hide/match

“Nascodere” il purificatore nell’ambiente

Nascondere la funzione del purificatore, è una scelta presa per cercare di non andare ad inserire un ulteriore sterile elettrodomestico nell’ambiente, ma andare invece a dare valore all’ambiente rendendo l’aria sicura per chi la respira.

Nascondere o integrare la funzione di depuratore in un altro prodotto. Per quanto riguarda prodotti che utilizzano elettricità, idonei con il primo metodo di filtraggio:

- ventilatore / impianto di condizionamento
- cappa della cucina
- ventola bagno cieco
- impianto di illuminazione

Per quanto riguarda la depurazione con ossidazione fotocatalitica che ha bisogno di luce ed acqua, alcuni prodotti presenti in casa che corrispondono a questi requisiti possono essere:

- vasi/fioriere
- sistema idroponico (luce artificiale)
- infissi (persiane, finestre)



Area di intervento

Se pensiamo all’inquinamento nei luoghi confinati è importante andare ad analizzare come e in che momento gli inquinanti si liberano nell’aria e quindi come e quando andare a rimuoverli.

Prima

Eliminare il problema all’origine, quindi impedire agli inquinanti di entrare e proliferarsi nell’ambiente.

Le cose che portano maggior inquinamento all’interno sono:

- le scarpe;
- i cellulari;
- le mani

é sempre bene infatti lavarsi le mani al rientro in casa, lasciare le scarpe all’ingresso e disinfettare i cellulari.

Durante

I nostri infissi sono le aperture che abbiamo verso l’esterno, e buona regola è quella di mantenere un ricambio costante d’aria e quindi vetri aperti. Talvolta però questi possono essere zona di accumulo di polveri sottili, pollini e andrebbero costantemente puliti.

Inoltre nei centri città non è detto che l’aria che entra dall’esterno sia salubre.

I nostri intermediari con l’esterno sono:

- porte;
- finestre - tende;
- persiane

Dopo

E sempre possibile depurare l’aria nella maniera più “classica”, cioè con un depuratore che controlla e mantiene buona la qualità dell’aria. Infatti molti fattori presenti abitualmente in casa possono andare ad influire negativamente sulla qualità dell’aria interna.

- tappeti, moquette, tende;
- bucato steso in casa;
- inchiostri;
- prodotti per le pulizie;
- deodoranti per ambienti;
- camino acceso;
- vernici di mobili esposte a calore

**Approfondimenti sul
filtro utilizzato**

Fotocatalisi

La fotocatalisi è definita come “l’accelerazione della velocità di una fotoreazione per la presenza di un catalizzatore”. Un catalizzatore né si modifica, né viene consumato da una reazione chimica.

Questa definizione comprende la fotosensibilizzazione, processo nel quale una specie molecolare subisce un’alterazione fotochimica come conseguenza di un assorbimento iniziale di energia luminosa da parte di un’altra specie molecolare, detta fotocatalizzatore.

La clorofilla delle piante è un tipo di fotocatalisi. Rispetto alla fotosintesi, in cui la clorofilla cattura la luce solare per trasformare acqua e anidride carbonica in ossigeno e glucosio, la fotocatalisi (in presenza di un fotocatalizzatore, di luce e di acqua) genera un forte agente ossidante in grado di trasformare le sostanze organiche in anidride carbonica e acqua.

Biossido di titanio

Esistono diversi materiali semiconduttori eterogenei che fungono da catalizzatori, ma il Biossido di Titanio, in forma di anatasio, rappresenta il fotocatalizzatore più comune e presenta i vantaggi seguenti:

- Basso costo
- Elevata efficienza fotocatalitica
- Atossico

Il Biossido di Titanio, conosciuto anche come titania, è l’ossido di titanio naturale, la cui formula chimica è TiO_2 . È considerata una sostanza sicura e innocua per la salute umana ed è comunemente utilizzata nella formulazione di vernice, inchiostri da stampa, materie plastiche, carta, fibre sintetiche, gomma, condensatori, colori per pittura e pastelli, ceramiche, componenti elettronici, cibo e cosmetici.

Numerosi sono gli studi pubblicati sull’impiego del biossido di titanio come fotocatalizzatore per la decomposizione di composti organici: a seguito di esposizione alla luce, il biossido di titanio produce Specie Reattive all’Ossigeno (ROS), che reagiscono con le sostanze organiche, producendo sostanze inorganiche non tossiche.

Ossidazione fotocatalitica

L’effetto battericida e virucida per azione fotocatalitica del TiO_2 è dovuto alla formazione di Specie Reattive all’Ossigeno (ROS) tra cui il radicale idrossile $HO\cdot$; generate dal sistema sinergico Biossido di Titanio-luce. La maggior parte degli studi ha condotto sempre alla stessa conclusione, ovvero che il radicale idrossile $HO\cdot$ è la specie principale coinvolta nell’azione battericida e virucida della fotocatalisi.

Il radicale idrossile, avendo una durata estremamente breve, devono essere generati in prossimità della membrana affinché siano in grado di eliminarne i componenti. Il tempo di vita estremamente breve ed il fatto di essere prodotti su una superficie, li rendono innocui verso le persone.

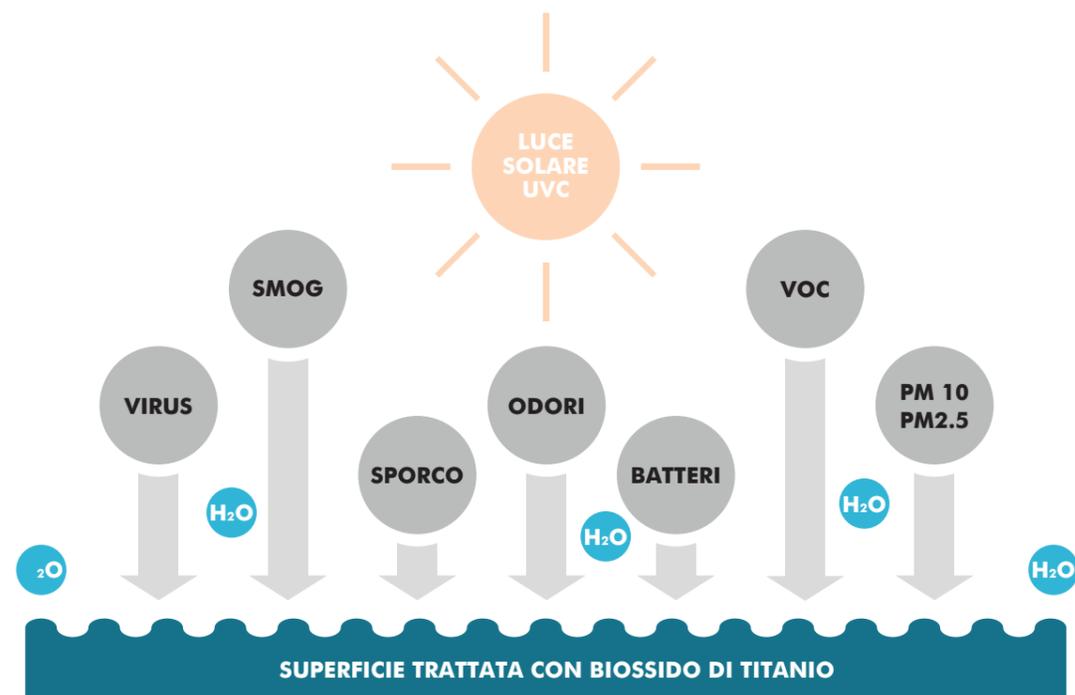
I più potenti sistemi di ossidazione avanzata si basano sulla generazione di radicali idrossile. Il radicale idrossile è un agente ossidante estremamente potente. **Proprio per la sua forte capacità ossidativa, l’ossidazione fotocatalitica può effettivamente igienizzare, deodorare e purificare l’aria, l’acqua e diverse superfici.**

La fotocatalisi non solo uccide le cellule dei batteri, ma le decompone. È stato verificato che il biossido di titanio è più efficace di qualsiasi altro agente antibatterico, perché la reazione fotocatalitica avviene anche quando ci sono cellule che coprono la superficie e la moltiplicazione dei batteri è attiva, attivandosi sulla superficie ed aggirando il biofilm creato dai batteri è efficace dove i sanificanti chimici tradizionali risultano meno performanti. Inoltre, l’endotossina derivante dalla morte della cellula viene decomposta per merito dell’azione fotocatalitica. **Il biossido di titanio non si degrada e mostra un effetto antibatterico e virucida a lungo termine.** In linea generale, la disinfezione mediante biossido di titanio è 3 volte più efficace di quella che si ottiene con il cloro, e 1.5 volte dell’ozono.

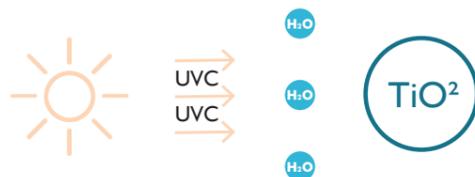
In modo simile ai batteri, anche i virus devono essere distrutti senza causare danni inaccettabili per le cellule ospiti. I virus con involucro, come l’HIV, sono generalmente suscettibili alla fotoinattivazione al contrario dei virus senza involucro: questo indica che è l’involucro virale, piuttosto che gli acidi nucleici, l’obiettivo della fotosensibilizzazione.

Ossidazione fotocatalitica

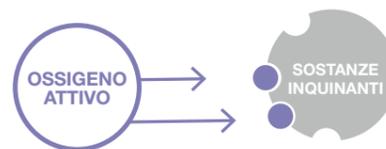
Come funziona



1 I raggi UVC entrando in contatto con l'acqua e il biossido di titanio (TiO₂) che funge da catalizzatore avviano una reazione chimica



2 Risultato della reazione sono il radicale ossidrile e l'anione superossido che sono in grado di decomporre le sostanze e di rendere innoqui gli inquinanti

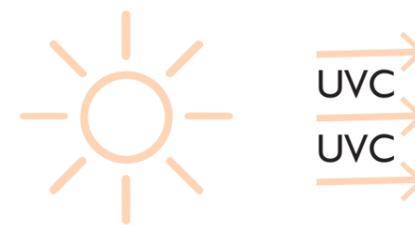


3 Le sostanze inquinanti sono trasformate, per ossidazione, in sali innoqui, anidride carbonica ed acqua che si disperdono nell'atmosfera.



Ossidazione fotocatalitica

Elementi essenziali



La luce solare ha proprietà mutagene, così come i raggi UVC, che permettono di andare a modificare il DNA dei batteri rendendoli innoqui, inoltre così come nella fotosintesi clorofilliana è la fonte di energia necessaria a far avvenire la reazione tra acqua e biossido di titanio.

L'esposizione prolungata ai raggi ultravioletti può rivelarsi dannosa per l'uomo e per questo la luce va schermata. Le radiazioni sono facilmente assorbibili da **tessuto, plastica o vetro**.

L'acqua reagendo con il biossido di titanio riesce a liberare ossigeno e idrogeno che andranno a legarsi con altre sostanze così da renderle innoque. La sua presenza è indispensabile a livello molecolare, quindi un'adeguata percentuale di **umidità nell'aria** sarà sufficiente a far sì che avvenga la reazione.

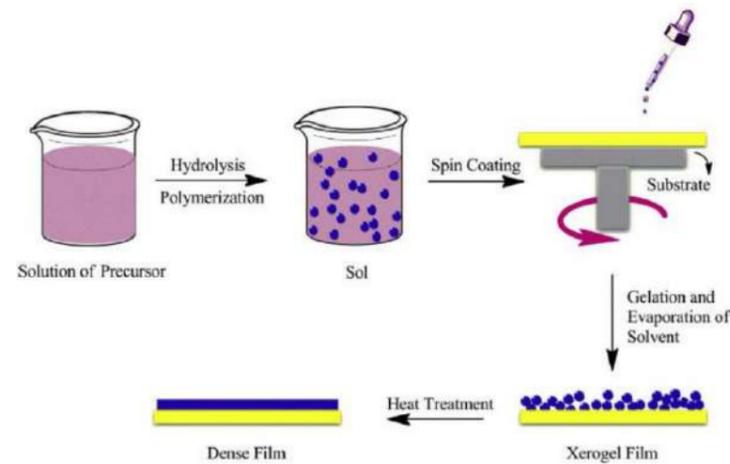
Il Biossido di titanio è un materiale semiconduttore atossico, chimicamente stabile che funge da catalizzatore nella reazione. La fotocatalisi con biossido di titanio è sicura, ecologica e non necessita di sostituzioni. Questo materiale infatti non perde nel tempo la sua capacità catalitica, rendendolo "infinito".

Il biossido di titanio può essere legato a materiali come il **cemento** o i **metalli**, può essere utilizzato come **film** sopra altri materiali e integrato nelle **fibres tessili**.

Film sottile di biossido di titanio da soluzione

Tra le varie tecniche per la deposizione di film sottili di TiO_2 , i metodi chimici in soluzione sono generalmente preferiti, in quanto non richiedono strumentazioni e condizioni operative particolarmente complesse e dispendiose. Il metodo sol-gel, in particolare, offre un controllo fine sulla composizione e struttura finale del film, grazie alla possibilità di variare diversi parametri di processo (concentrazione dei reagenti, pH, temperatura) e combinare i precursori con additivi che svolgano funzioni di stabilizzazione o modifica di struttura, morfologia, cristallinità e porosità dei materiali prodotti.

Il sol, una sospensione colloidale di particelle, si ottiene per idrolisi e condensazione di un precursore del titanio, comunemente un alcossido o alogenuro. La scelta di adeguate condizioni (tipo di precursore e di solvente, concentrazione, pH acido) consentono di ottenere sol che possono essere utilizzati per la deposizione del film. Le tecniche più diffuse per ottenere film sottili via sol-gel sono lo spin coating (rivestimento per rotazione) e il dip coating (rivestimento per immersione). In entrambi i casi l'evaporazione del solvente durante l'operazione porta alla rapida formazione di uno strato sottile di gel amorfo, che viene infine essiccato e trattato termicamente per ottenere film compatti e cristallini con sufficiente conducibilità.



Schema del processo di sintesi di un film mediante sol-gel abbinato allo spin coating.

Vernici fotocatalitiche

La fotoconversione degli agenti inquinanti in sostanze non pericolose, è tanto più efficace quanto minore sono le dimensioni delle particelle di biossido di titanio (TiO_2). I rivestimenti fotocatalitici e le vernici fotocatalitiche sono formulate impiegando ossido di titanio nanoparticellare prodotto non per dispersione di polveri, ma per sintesi in solvente, quindi molto più attivo ed efficace nell'azione di purificazione dell'aria.

Tessuto trattato con biossido di titanio

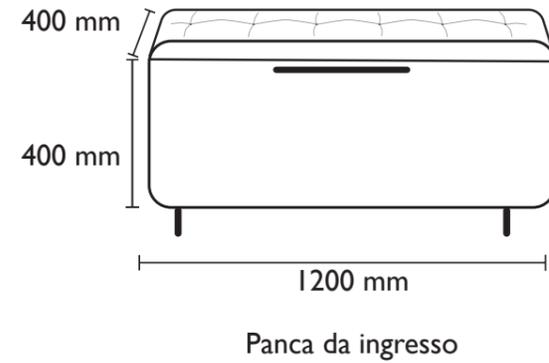
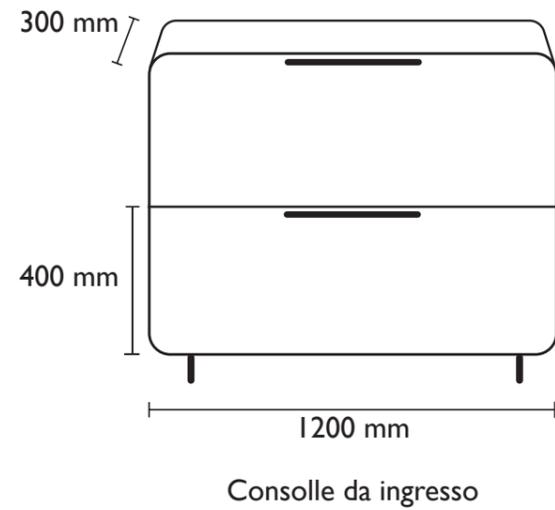
Grazie alle nuove scoperte sulle nanotecnologie è possibile trattare i tessuti con biossido di titanio così da renderli autopulenti, reagendo con la luce solare. Il tessuto viene trattato per immersione in soluzione. Sono stati condotti diversi studi su differenti tipi di tessuto. Confrontando il PES e il cotone quest'ultimo ha dimostrato un'attività catalitica nettamente inferiore. Nel caso del substrato tessile di cotone, il test ha evidenziato la scomparsa di macchie di caffè dopo un'esposizione da entrambi i lati di circa tre ore.



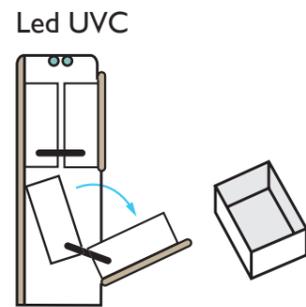
"Herself", un abito purificatore d'aria, è il prototipo di debutto del progetto "catalytic clothing", una collaborazione tra l'Università di Sheffield, il London College of Fashion e l'Università di Ulster.

Evoluzione progettuale

Concept 1
Scarpiera depuratore



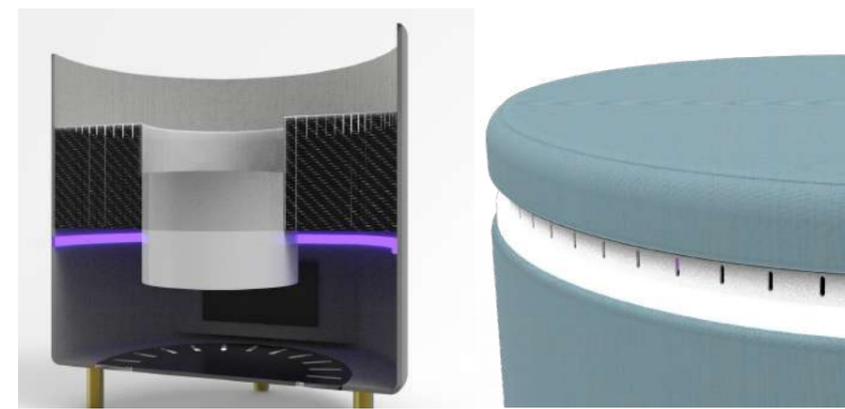
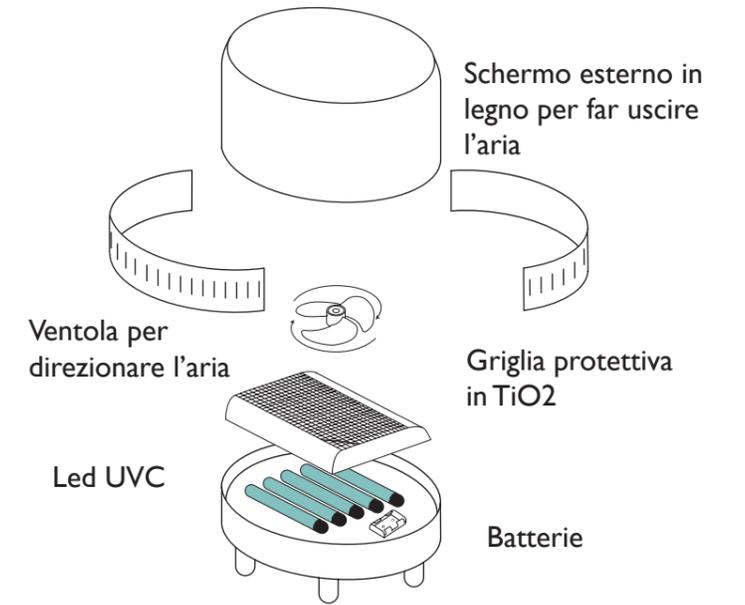
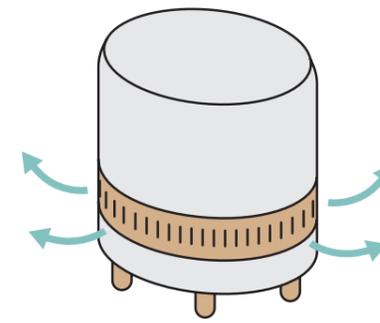
Struttura del mobile
in legno per regolare
l'umidità



Rivestimento dei
porta scarpe in TiO2

La strada scelta è stata quella della consolle da ingresso, a cui è stato aggiunto anche un cassetto superiore per la depurazione di piccoli oggetti. Inoltre grazie all'aggiunta delle ventole interne la questo prodotto è in grado di depurare anche l'ambiente circostante.

Concept 2
Pouf depuratore

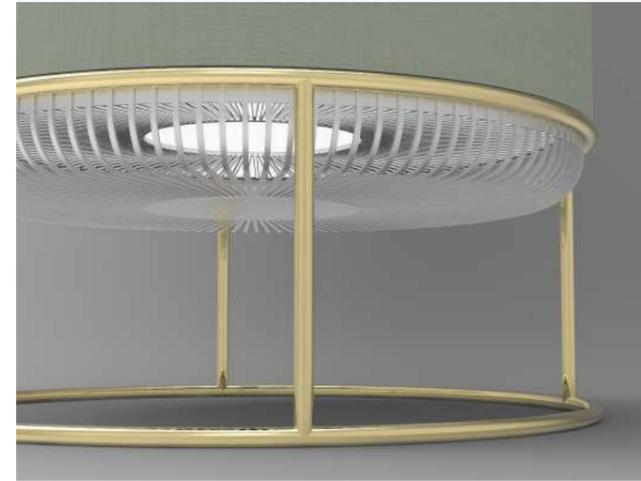


Già nelle prime versioni del pouf è stato introdotto il segnale luminoso vicino ai fori d'uscita dell'aria, per dare un riscontro all'utente sullo stato della batteria. I fori d'entrata dell'aria si trovano sul fondo e il filtro a biossido di titanio avvolge la ventola centrale. Il cuscino è relativamente piccolo rispetto al resto del prodotto.

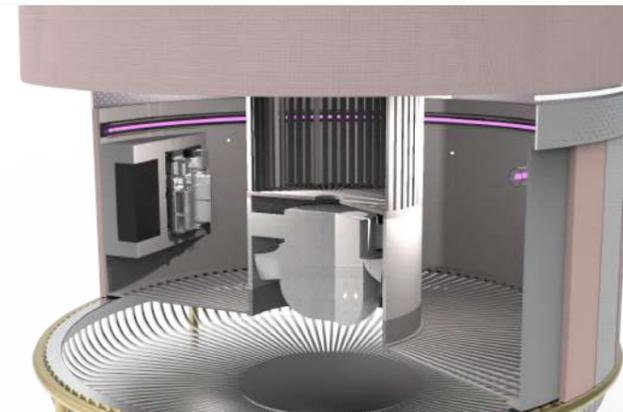
Concept 2
Pouf depuratore



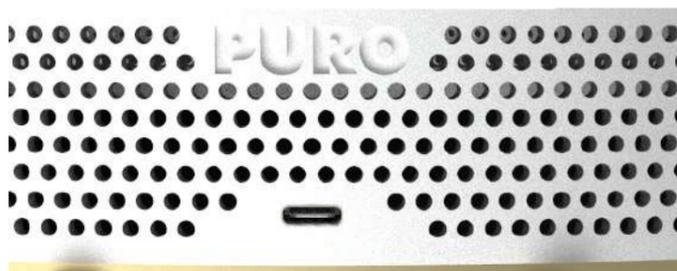
Successivamente si è provato a collocare il segnale luminoso in posizione rientrata così da scomparire alla vista quando non acceso.



Pouf con parte superiore più omogenea e parte inferiore più aperta per permettere un accesso semplificato all'aria.

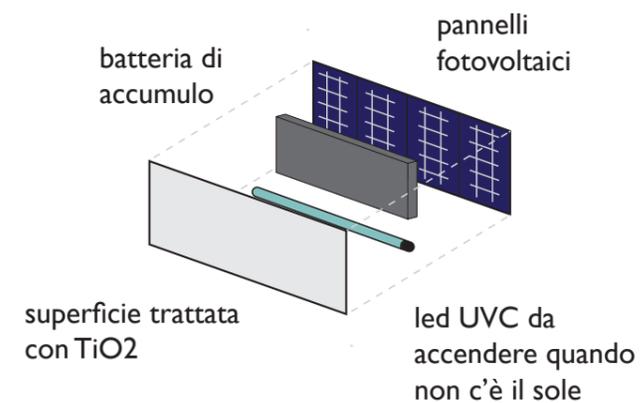
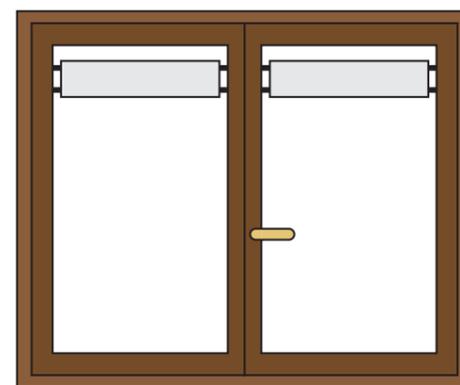
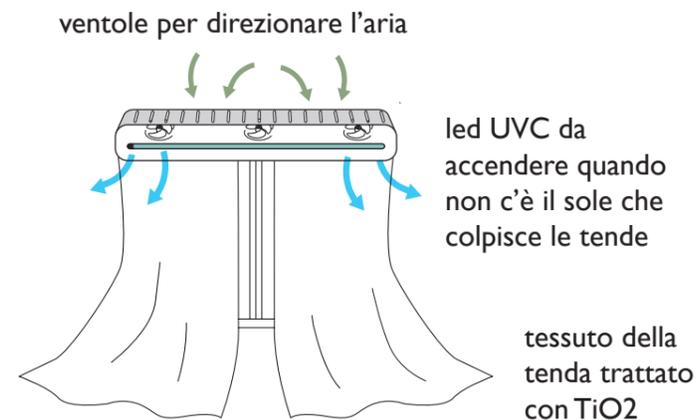
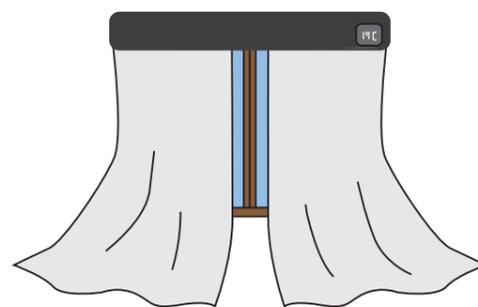


Base che avvolge il pouf in tubolare metallico abbassata, maggiore volume alla parte del cuscino e introduzione della presa di ricarica. Internamente una colonna centrale aiuta il sostegno della struttura



Variazione delle sezioni del sostegno e integrazione delle prese.
 Dopo un iniziale scelta di inserire una presa per la ricarica type C e una presa di uscita USB per un eventuale uso da parte dell'utente per la ricarica di un altro dispositivo, si è optato per lasciare solo la Type C.

Concept 3 Sistema da finestra



Dall'unione di queste due iniziali proposte si è creato un unico prodotto che utilizza i pannelli solari per accumulare l'energia necessaria ad accendere il led, che rimane fissato al vetro della finestra e "nascosto" dalle tende trattate con TiO2. Si è passati dall'aggancio a molla sul montante della finestra ad un più versatile fissaggio con velcro, prima posizionato sul laterale, poi affianco ai pannelli nella versione definitiva



Concept

Concept

Come abbiamo analizzato, quindi, per scatenare la reazione di Ossidazione fotocatalitica sono necessari tre elementi fondamentali:

1. Raggi UV solari, o UVC
2. Acqua a livello molecolare (umidità)
3. Biossido di titanio, catalizzatore della reazione

Questo tipo di depurazione dell'aria risulta quindi essere particolarmente versatile.

Da qui nasce PURO, una linea di tre prodotti per interni in grado di depurare l'aria rimanendo "nascosti". Questi rispecchiano le fasi del prima, durante e dopo e identificano allo stesso tempo un progetto tradizionale, uno di integrazione e uno di innovazione.





PURO shoes

“PURO shoes” è una scarpiera-depuratore. L’idea nasce dal voler impedire agli inquinanti di entrare dentro casa veicolati dalle scarpe. Eliminando quindi il problema all’origine, la concentrazione di inquinanti dentro casa è minore. Oltre ai vani scarpe è presente anche un cassetto, posizionato superiormente che ha funzione di svuotatasche. Il cellulare, le chiavi e il portamonete portano in casa un alto numero di batteri, che in questo modo possono essere eliminati all’ingresso.



Ingombro: essendo comune non avere grandi spazi nella zona dell’ingresso, la scarpiera ha dimensioni di 822 mm x 342 mm, con un’altezza di 1198mm

Capienza: è importante far entrare un numero sufficiente di scarpe al fine di permettere ad ogni persona della famiglia di avere almeno un paio di scarpe nel depuratore. Secondo i dati dell’ISTAT il numero medio di componenti dei nuclei familiari corrisponde a 2,3 persone. Approssimando a 3 persone, e ad un numero minimo di due paia di scarpe all’interno della scarpiera, sono pensate almeno 6 paia di scarpe.

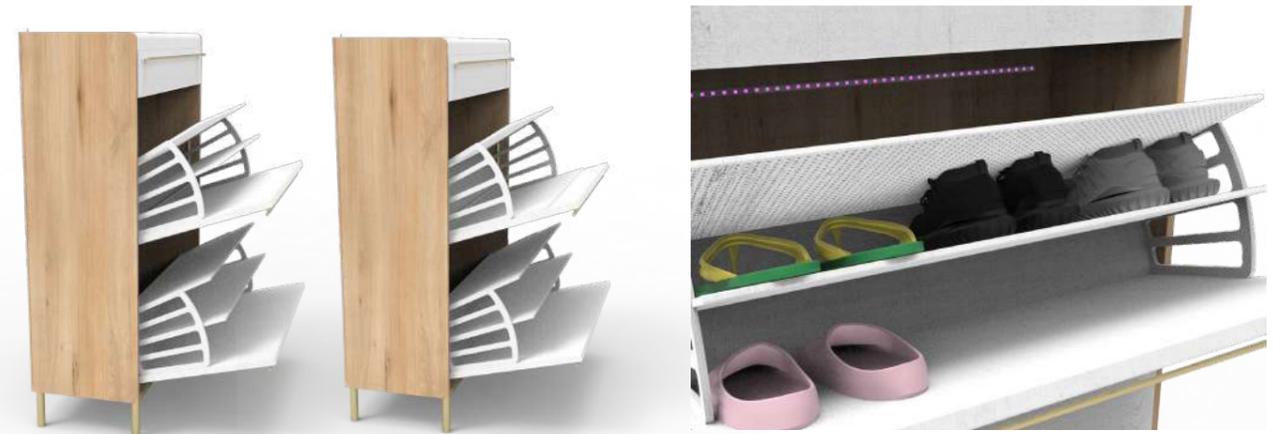
Organizzazione: per riuscire a rispettare maggiormente le esigenze lo spazio è adeguato ad accogliere anche le calzature più grandi (scarpe da lavoro, stivali, anfibi). Per far sì che lo spazio sia sfruttato al massimo, il vano scarpe è modulabile. È infatti possibile far uscire il piano intermedio e riposizionarlo alla base così da raddoppiare lo spazio in altezza. Conterrà quindi dalle sei alle 12 paia di calzature.

Efficienza: la scarpiera oltre ad andare a depurare le scarpe in essa contenute, grazie ad un sistema di ventole funziona anche da depuratore d’ambienti.

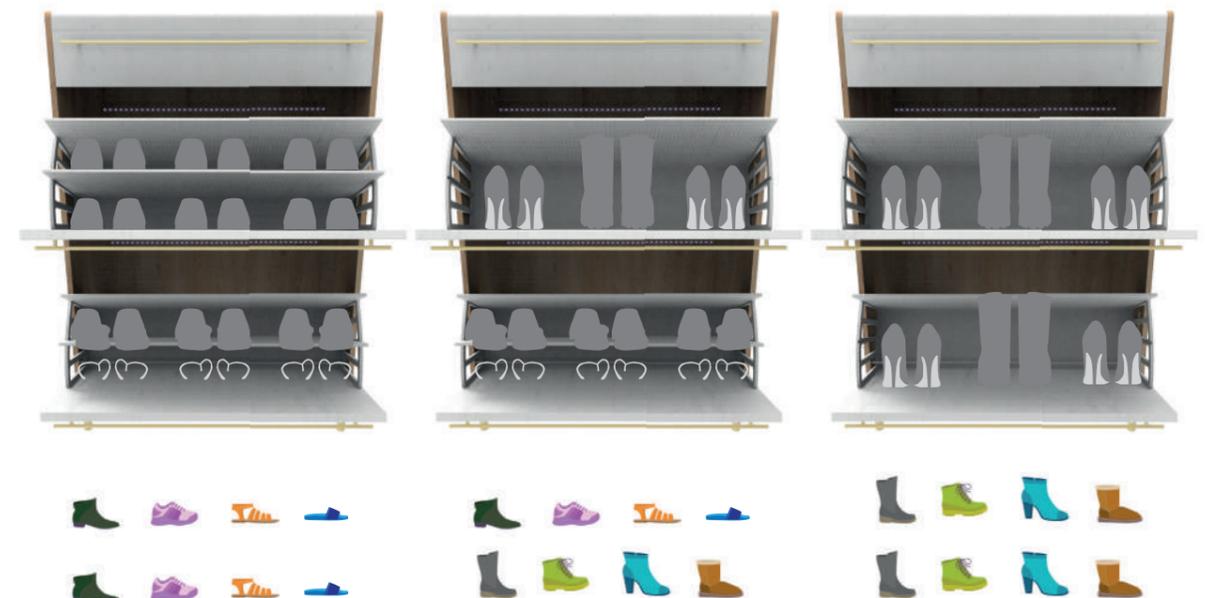
Sicurezza: è possibile ancorare la scarpiera a muro tramite tasselli grazie agli appositi fori posteriori.



Cassetto vuotatasche disinfettante.



Capienza del vano scarpe: da un minimo di sei paia, ad un massimo di dodici.



Tecnologia

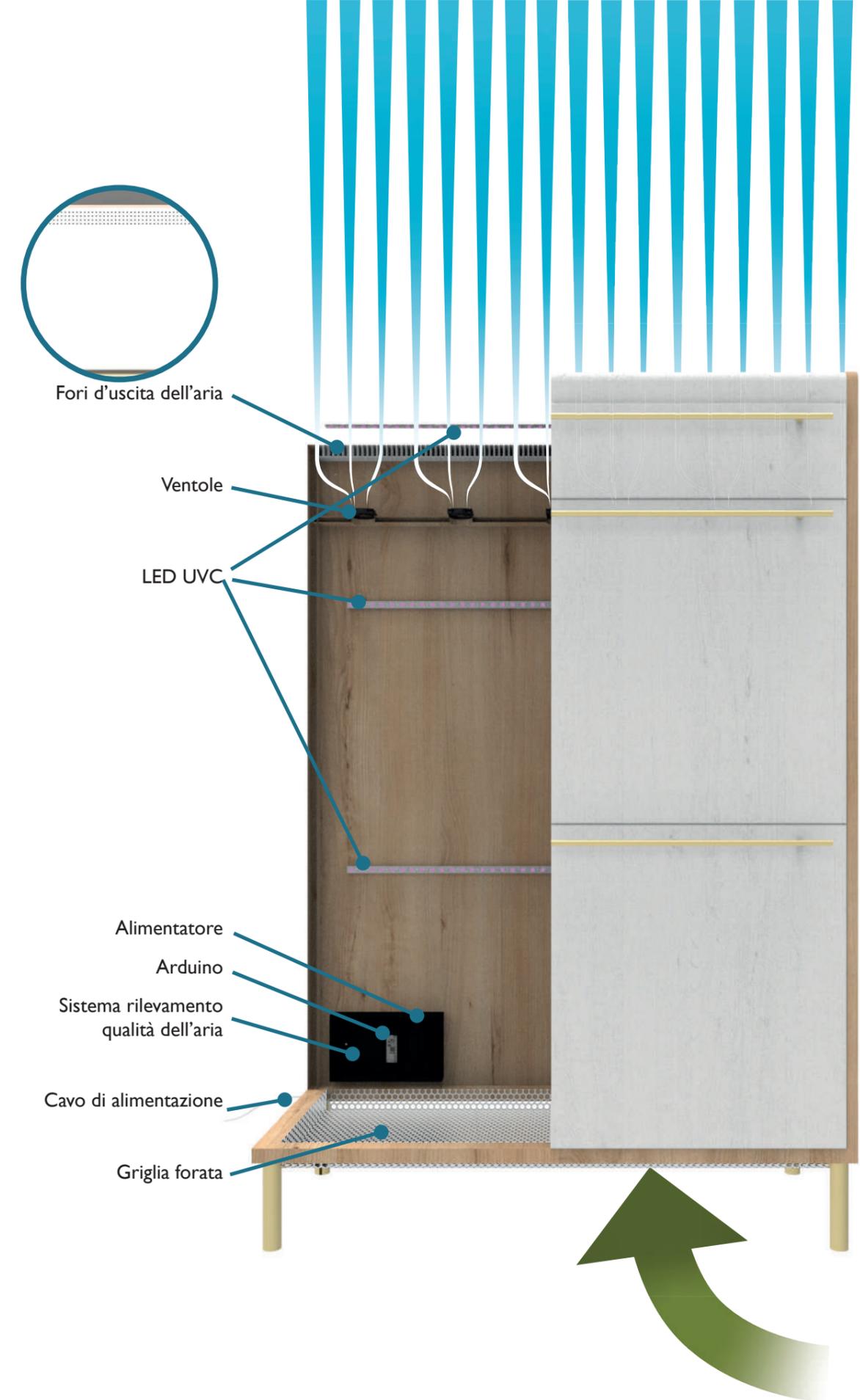
All'interno della scarpiera è "nascosto" un sistema di depurazione ad ossidazione fotocatalitica. Il catalizzatore, TiO_2 , si trova sul fondo del cassetto e nei piani in cui poggiano le calzature. È infatti possibile aggiungere questo materiale come film di rivestimento, in questo caso del piano in legno multistrato.

Inoltre sono presenti tre strisce di LED UVC, due dedicate rispettivamente ai vani scarpe, poste sul retro della scarpiera e una superiore dedicata al cassetto. I led entrano in funzione solo quando cassetto e vani scarpe sono chiusi.

Per far sì che la scarpiera funzioni anche come depuratore d'aria d'ambiente, questa ha un fondo forato e poste sempre sulla schiena una serie di cinque ventole che direzionano il flusso d'aria, il quale fuoriesce dai fori presenti sul piano superiore.

Per interagire con PURO shoes è disponibile un app, che permette di personalizzare l'esperienza utente.

Il tutto funziona ad alimentazione diretta. Dalla parte retrostante inferiore esce il filo, che si connette direttamente alla presa a muro.

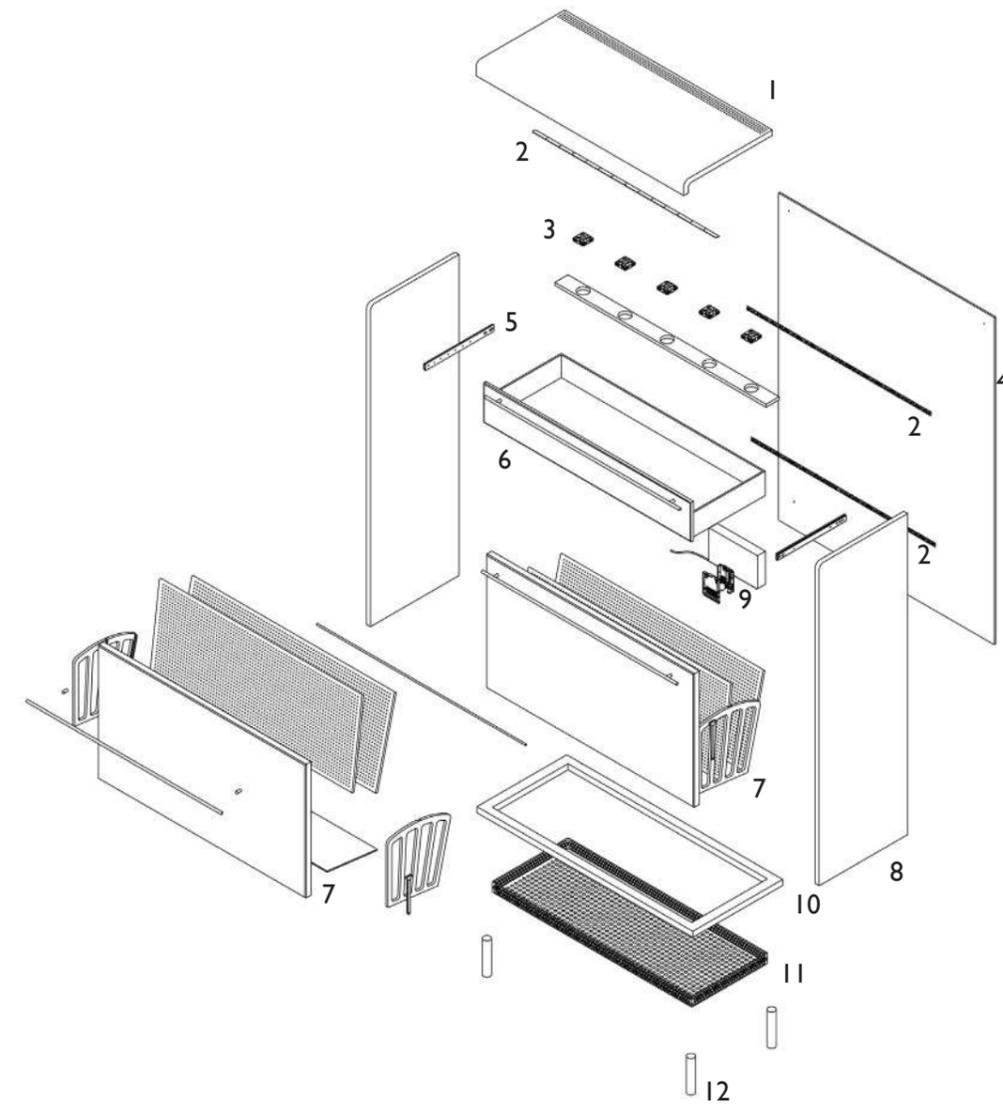


Materiali e lavorazioni

PURO shoes è realizzata quasi nella totalità in legno multistrato. Questo materiale infatti essendo igroscopico aiuta a regolare l'umidità relativa presente nel sistema., fattore molto importante considerando che l'acqua è uno dei tre elementi fondamentali che servono per far avvenire la reazione. Le varie parti sono state realizzate grazie a macchinari CNC.

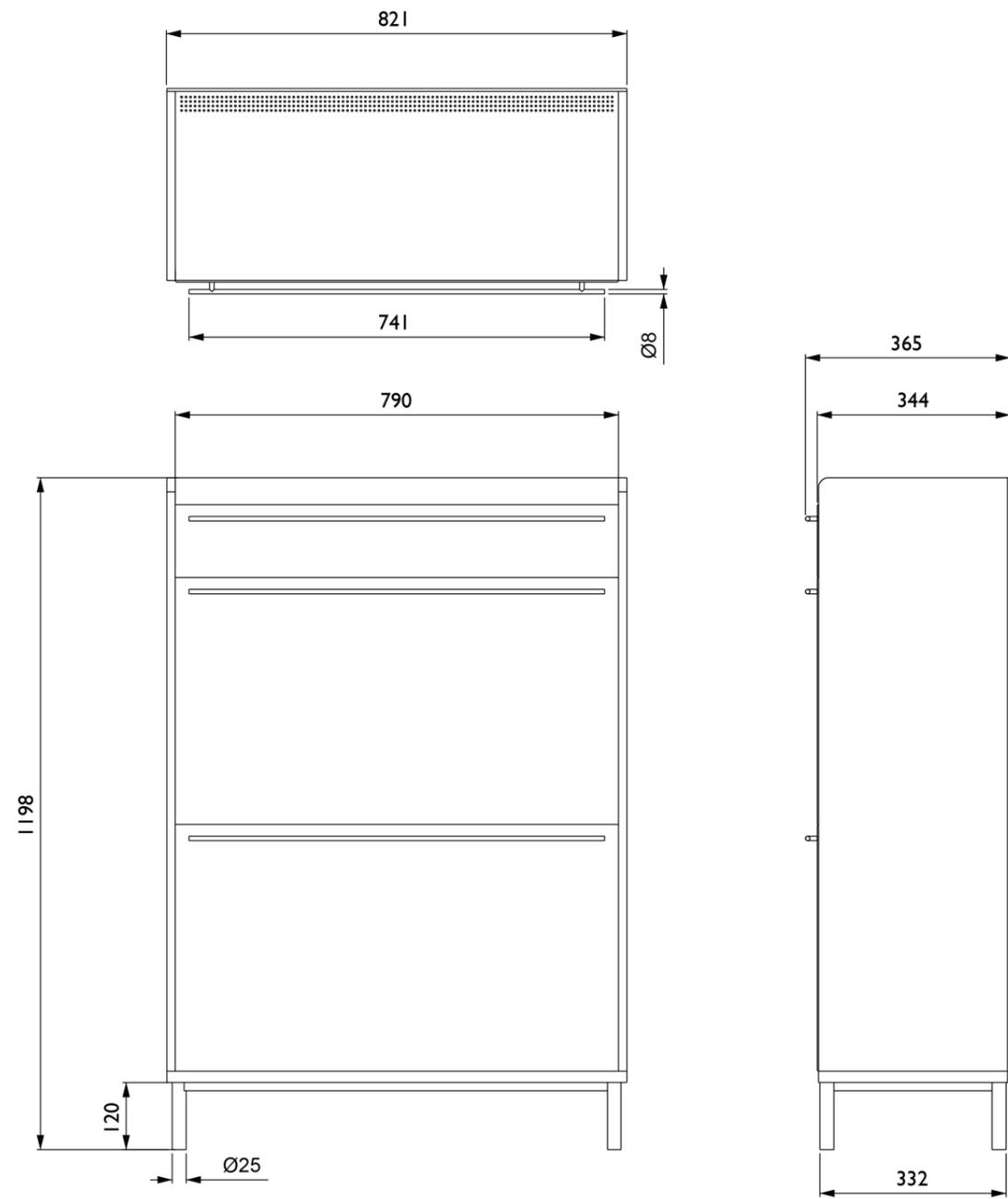
I piedini e le maniglie frontali sono estrusioni tubolari di ottone, rispettivamente di Ø 25 mm e Ø 8 mm, fissati tramite viti.

Il pannello di base è una lamina di alluminio forata, che viene direttamente avvitata sulla struttura in legno.

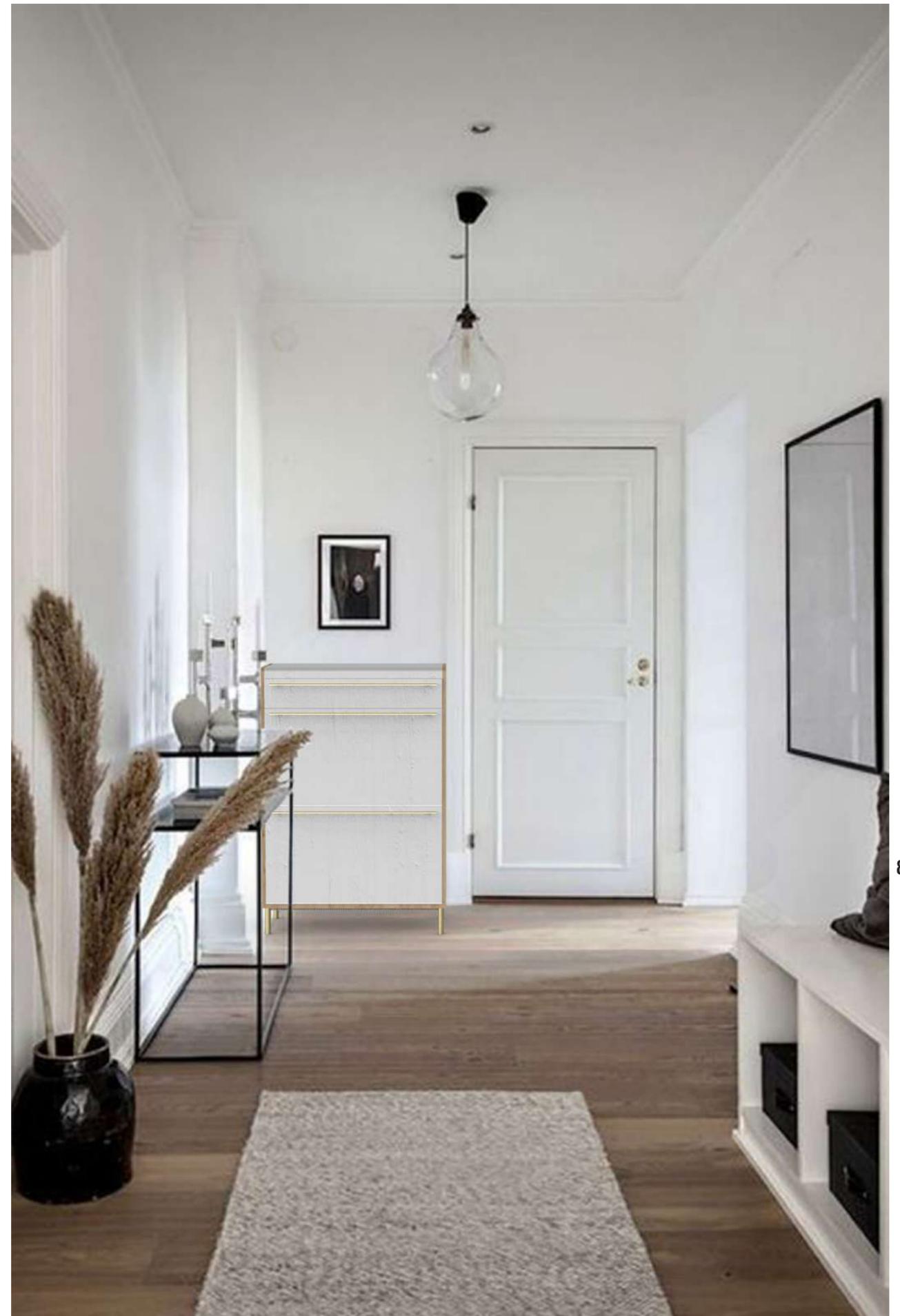


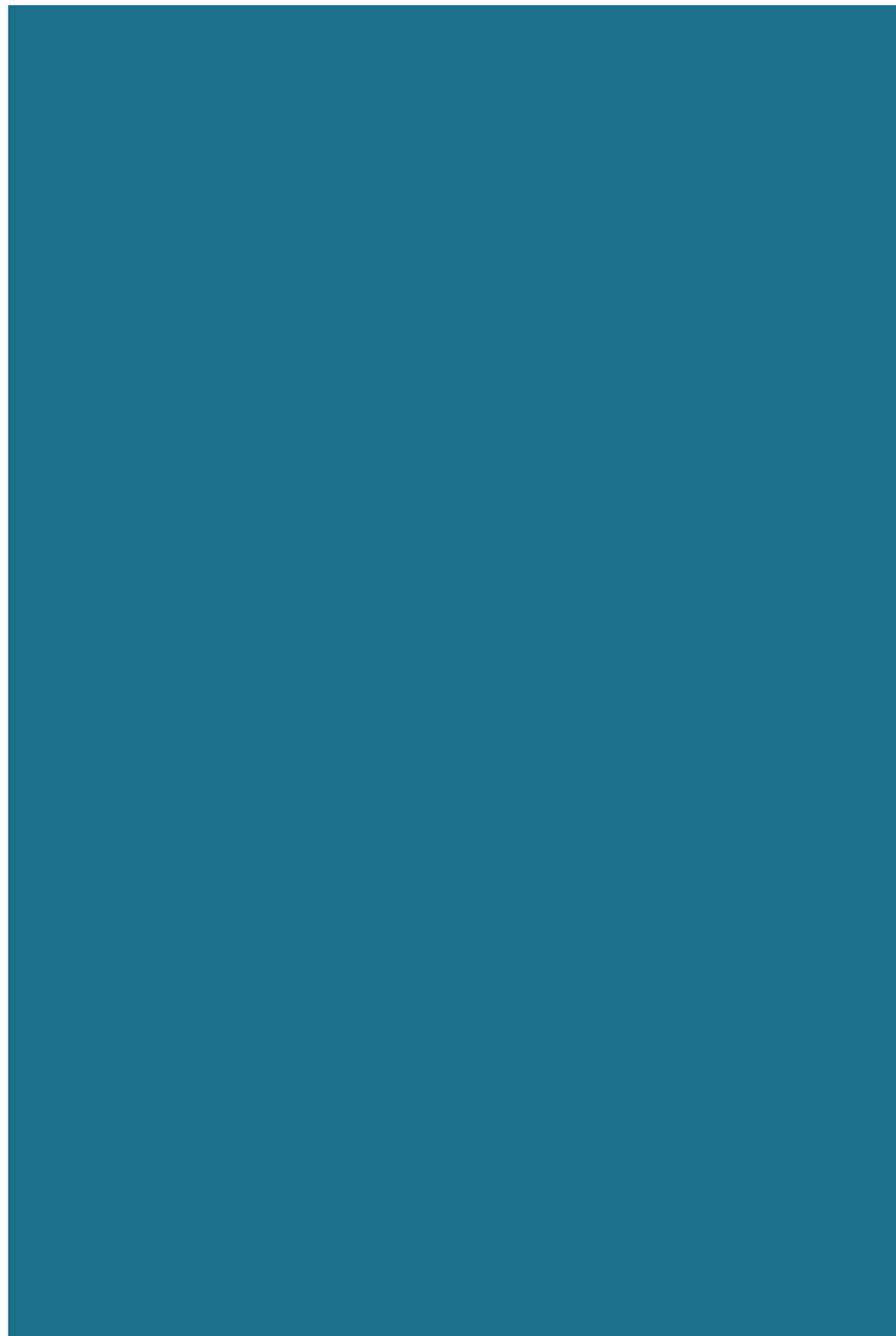
1. Piano superiore con fori d'uscita
2. Led UVC
3. Ventole
4. Schiena
5. Guida del cassetto
6. Cassetto
7. Vano scarpe
8. Pannello laterale
9. Alimentatore, arduino, sistema di rilevamento della qualità dell'aria
10. Base
11. Griglia forata di base
12. Piedini

Dimensioni



dimensioni in millimetri





PURO pouf

“PURO pouf” è un pouf in grado di depurare l'ambiente in cui viene posizionato. È pensato per avere un'estetica semplice e moderna così da potersi adattare con facilità a diversi ambienti. Al suo interno nasconde un sistema di depurazione a ossidazione fotocatalitica.

Sulla colonna centrale della struttura è presente sia il filtro, costituito da un elemento circolare traforato di metallo trattato con biossido di titanio, che la ventola, che crea un flusso d'aria verticale.

La luce LED UVC percorre tutto il perimetro interno della struttura così da rendere omogenea la luce all'interno e ottimizzare la filtrazione.



Ingombro: il pouf ha un diametro di 460 mm ed un'altezza di 460 mm. Risulta essere un elemento di medie dimensioni.

Forma: la forma è cilindrica, così da poter essere posizionato con facilità. È rialzato da terra di 100 mm grazie a dei piedini tubolari, che permettono così l'ingresso dell'aria dalla base.

Lavaggio: il pouf è completamente sfoderabile per permettere il lavaggio del rivestimento.

Varianti cromatiche: sono disponibili diverse varianti cromatiche per far sì che risponda alla domanda di un più ampio numero di utenti. Esistono due versioni per la base, ottone e alluminio, e cinque varianti cromatiche per il rivestimento: rosa cipria, azzurro carta da zucchero, grigio chiaro, bianco e nero.



Tecnologia

“PURO pouf” è un sistema di depurazione intelligente. È dotato di una scheda Arduino e di un rilevatore della qualità dell’aria. L’utente interagisce con il sistema tramite app, ed il pouf risponde tramite segnale luminoso posto sotto la seduta.

Quando il pouf è in funzione il segnale luminoso emette luce bianca. Quando la batteria è scarica emette una luce rossa, mentre a ricarica completata la luce diventerà verde.

All’interno infatti è presente una batteria ricaricabile, che viene ricaricata tramite USB type C direttamente a muro.

Per accedere al vano interno il cuscino si ancora alla struttura sottostante tramite attacco a baionetta.

Quando la batteria di PURO pouf è scarica, il segnale luminoso emetterà una luce rossa.



86

A carica completa il segnale luminoso emetterà una luce verde e si potrà scollegare il cavo .



Durante la normale attività del pouf la luce emessa sarà di colore bianco, mentre sarà spenta quando il pouf è spento.



Fori d'uscita dell'aria

Filtro TiO₂

LED UVC

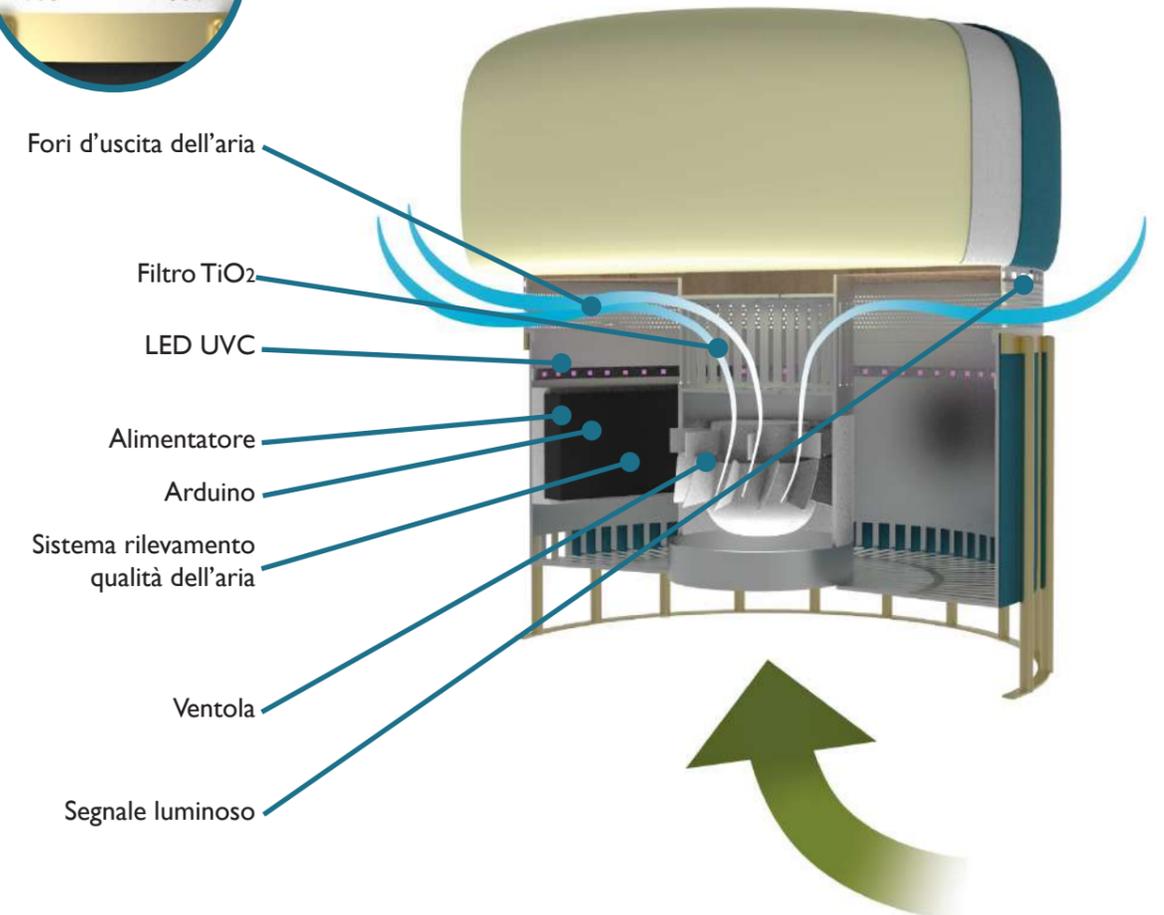
Alimentatore

Arduino

Sistema rilevamento qualità dell'aria

Ventola

Segnale luminoso



87



Materiali e lavorazioni

PURO pouf ha un'anima interna cilindrica di sostegno realizzata da un estruso di alluminio di 3 mm di spessore, successivamente forato a laser al quale è saldata la base, ugualmente forata.

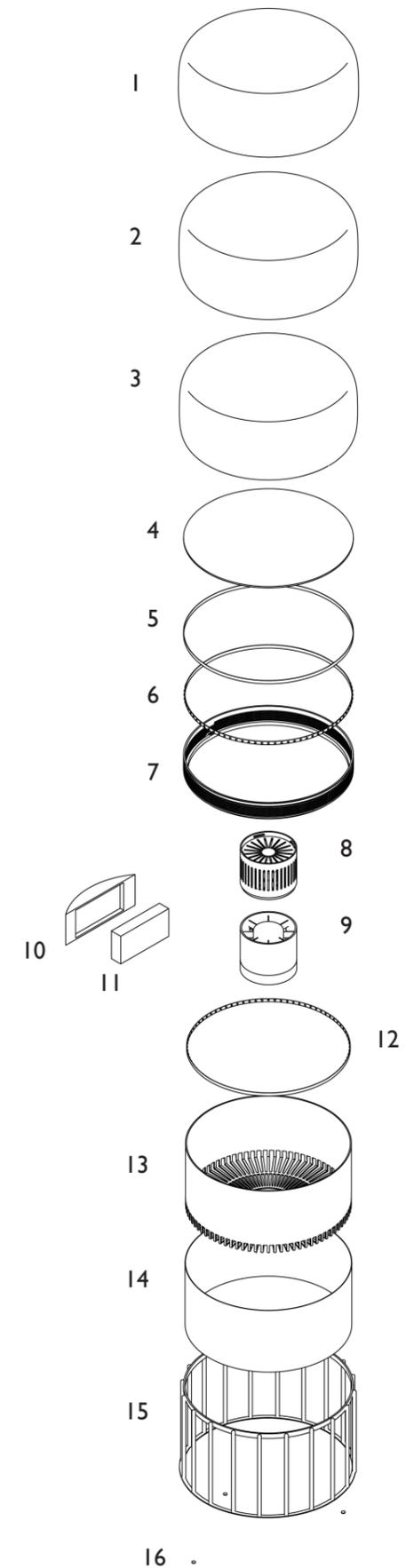
Il sostegno è realizzato da profilati di ottone o alluminio, a seconda della versione del pouf, saldati alla sommità e alla base a due bande dello stesso materiale. Nella parte inferiore sono presenti quattro piedini che impediscono il contatto diretto del metallo al pavimento.

Nella parte superiore è presente la fascia circolare con i fori di uscita dell'aria realizzata da un profilato di alluminio di 4 mm, che viene poi traforata e tornita per creare i fori di uscita e l'alloggio del led.

L'imbottitura è realizzata in poliuretano espanso, rivestito da una fodera leggera che rimane fissa, ed esternamente da una fodera più spessa idrorepellente che può essere di cinque colori differenti.

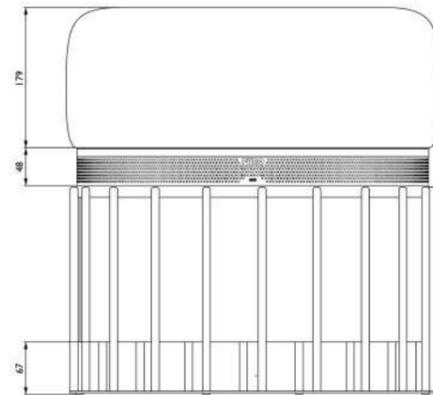
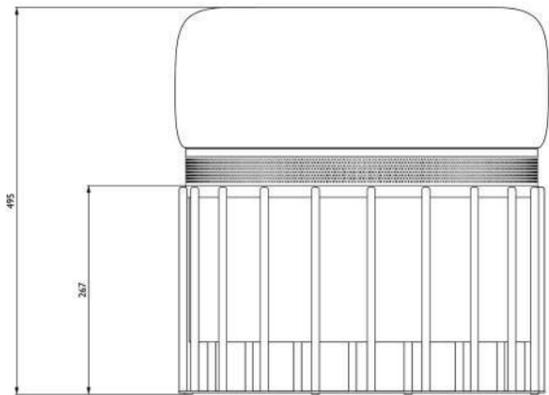
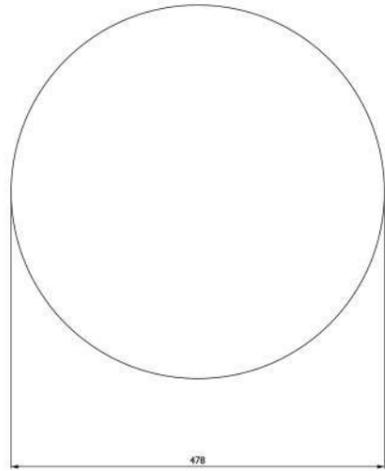
All'interno del pouf si trova una colonna centrale di sostegno, realizzata da un profilato di alluminio, sulla quale è fissata la ventola e il filtro. Questo è realizzato sempre da un profilato di alluminio che viene traforato, per permettere il passaggio dell'aria, e poi trattato con biossido di titanio per essere utilizzato come catalizzatore della reazione. Alla sommità è presente un incastro a baionetta tra il filtro e il fondo del cuscino per consentire l'accesso all'interno del pouf.

Sempre internamente è presente un alloggio per la scheda arduino e la batteria ricaricabile realizzato in Poliammide stampata a iniezione e fissato tramite viti.



1. Fodera esterna superiore
2. Rivestimento interno
3. Imbottitura cuscino
4. Base cuscino
5. Rivestimento led
6. Led segnale luminoso
7. Banda metallica forata
8. Filtro a TiO2
9. Ventola
10. Sostegno alimentatore
11. Alimentatore, arduino, sistema di rilevamento della qualità dell'aria
12. Led UVC
13. Sostegno interno
14. Fodera esterna inferiore
15. Sostegno
16. Piedini in silicone

Dimensioni



dimensioni in millimetri



90

91

PURO window

PURO window

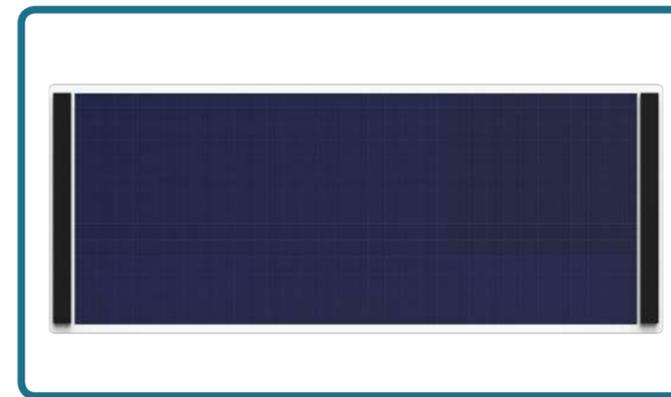
“PURO window” è un sistema di depurazione dell’aria da ancorare direttamente al vetro delle finestre che rimane “nascosto” dietro la tenda, elemento essenziale nel sistema. Infatti è proprio il tessuto della tenda trattato con biossido di titanio il catalizzatore della reazione.

Il sistema “PURO window” si presenta come un sistema indipendente: infatti il dispositivo, che dispone di LED UVC come gli altri due della serie, funziona sfruttando i raggi solari. Durante il giorno, quando la tenda è esposta al sole avviene naturalmente la reazione di ossidazione fotocatalitica.

Durante la notte o quando le persiane ostacolano l’ingresso della luce è possibile attivare i LED UVC che reagiranno con il TiO_2 andando a depurare l’aria. La batteria che permette l’accensione del led è ricaricata tramite i pannelli solari che si trovano nella parte esterna.



Nella parte anteriore, quella visibile dall’interno di casa, il dispositivo appare semplice ed uniforme, di colore chiaro per cercare di non richiamare troppa attenzione trovandosi sul vetro di una finestra.

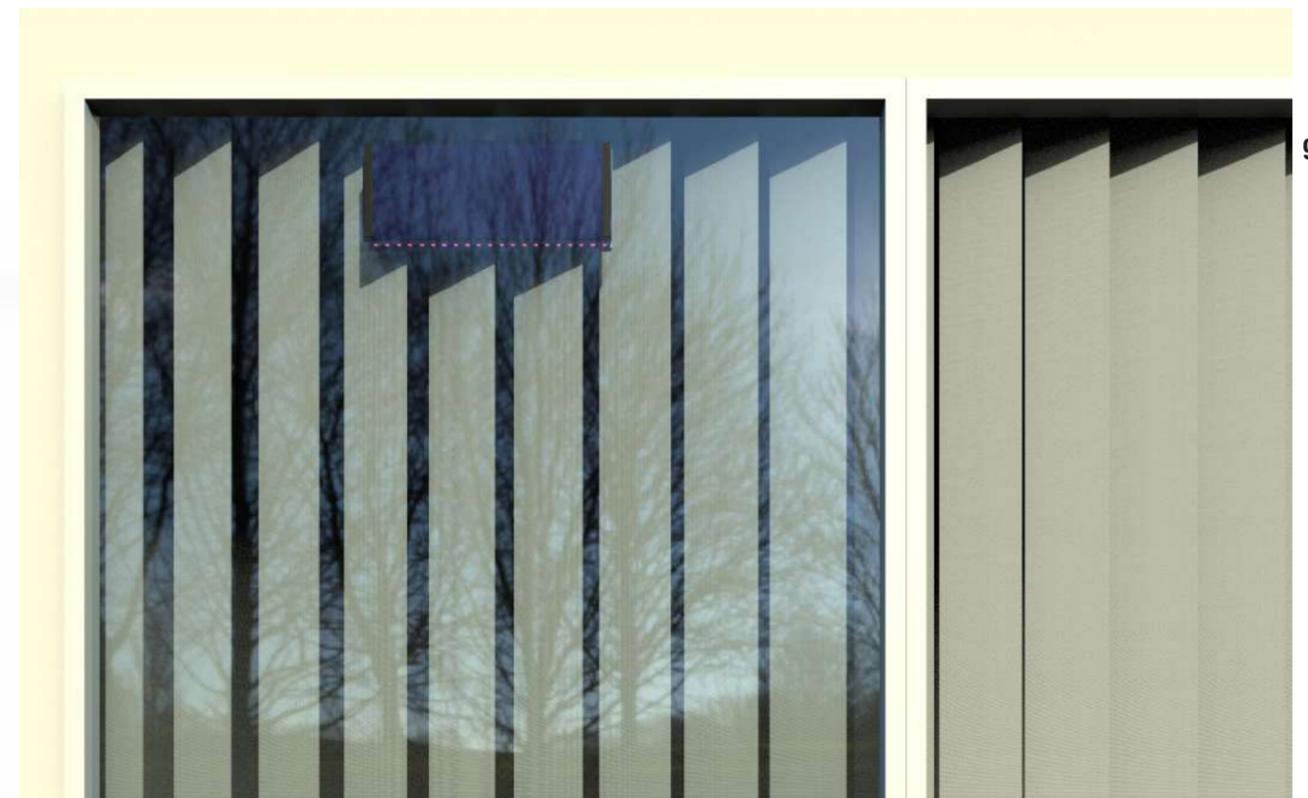


Nella parte posteriore, quella rivolta all’esterno, hanno pieno spazio i pannelli solari, che sono affiancati dalle due strisce di velcro che permettono il posizionamento sul vetro.

Ingombro: le misure sono dettate dalla grandezza delle celle solari. Lo spessore è minimo così da rimanere all’interno del montante della finestra. Le misure del prodotto sono di 320 mm x 30 mm x 120 mm

Fissaggio: il posizionamento avviene direttamente sul vetro della finestra grazie a due strisce di velcro posizionate ai lati dei pannelli solari.

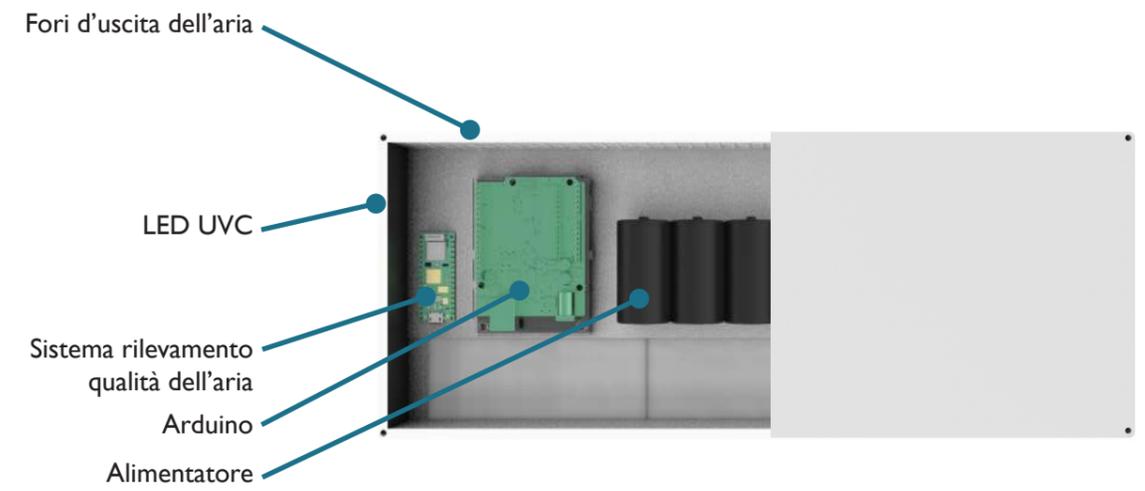
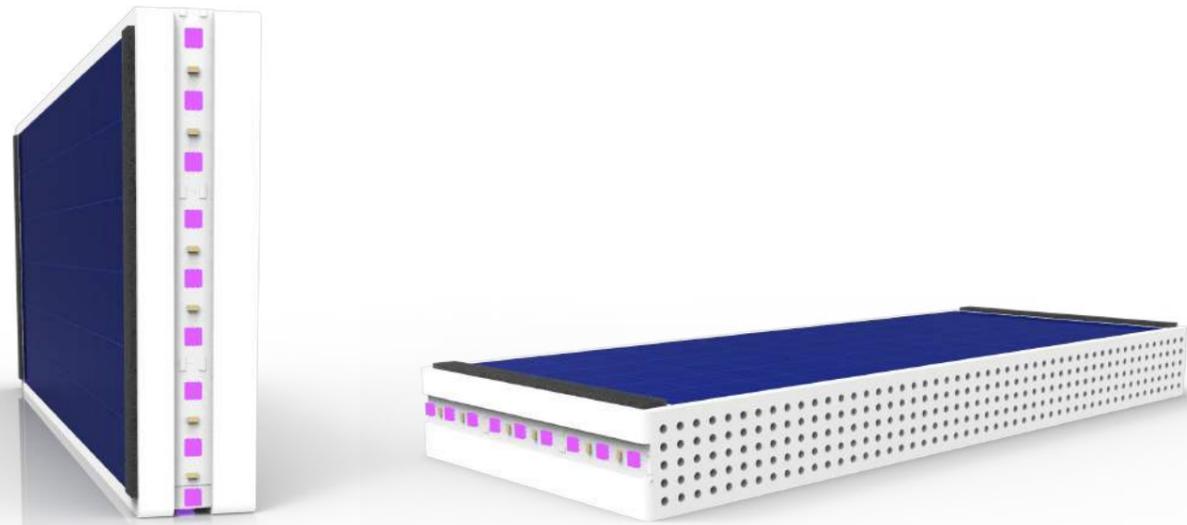
Tenda: la tenda è un modello a bande verticali. Si tratta di una tenda “tecnica” in quanto è possibile far ruotare su se stesse le bande per modulare l’ingresso della luce in casa.



Tecnologia

“PURO window” è un sistema di depurazione intelligente. È dotato di una scheda Arduino e di un rilevatore della qualità dell’aria.

La ricarica della batteria avviene tramite pannelli solari. Le tre celle solari impiegano circa sei ore per ricaricare completamente la batteria, che garantisce otto ore di funzionamento dei LED UVC. Il sistema rimane quindi sempre in funzione, ma è possibile programmare o scegliere di accendere i led direttamente dall’app, non avendo interruttori sulle scocche.

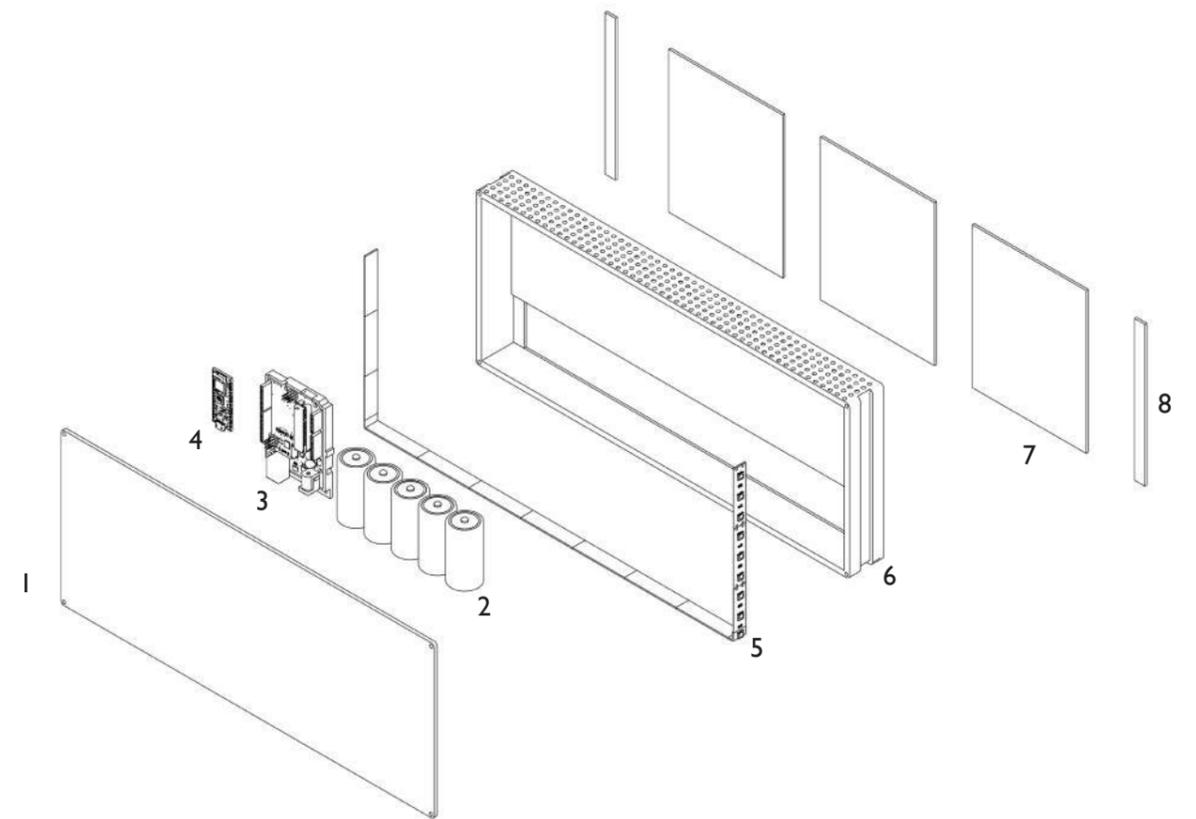


Materiali e lavorazioni

PURO window è realizzato completamente in Poliammide stampato a iniezione. Il pezzo viene poi forato nella parte superiore per permettere l'ingresso dell'aria per la rilevazione degli inquinanti e fresato per creare l'incasso dei LED.

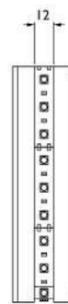
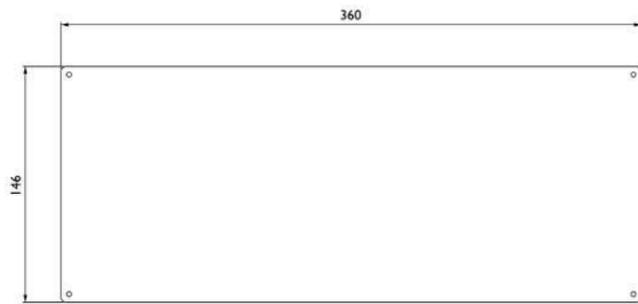
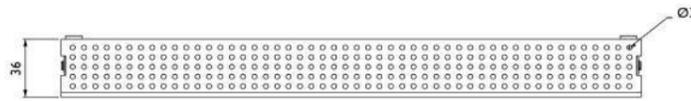
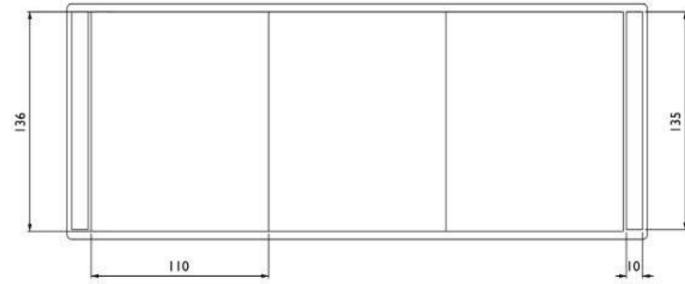
I pannelli solari sono fissati tramite incollaggio, mentre le altre componenti avvitate al sostegno centrale. Le due scocche si chiudono grazie a quattro viti poste negli angoli.

Per quanto riguarda le tende queste sono in materiale sintetico PES trattato con biossido di titanio, che oltre a permettergli di effettuare la reazione di ossidazione fotocatalitica, le rende autopulenti.



1. Scocca esterna
2. Batterie d'accumulo
3. Scheda arduino
4. Rilevatore qualità dell'aria
5. Led UVC
6. Scocca centrale
7. Pannelli solari
8. Velcro

Dimensioni



dimensioni in millimetri





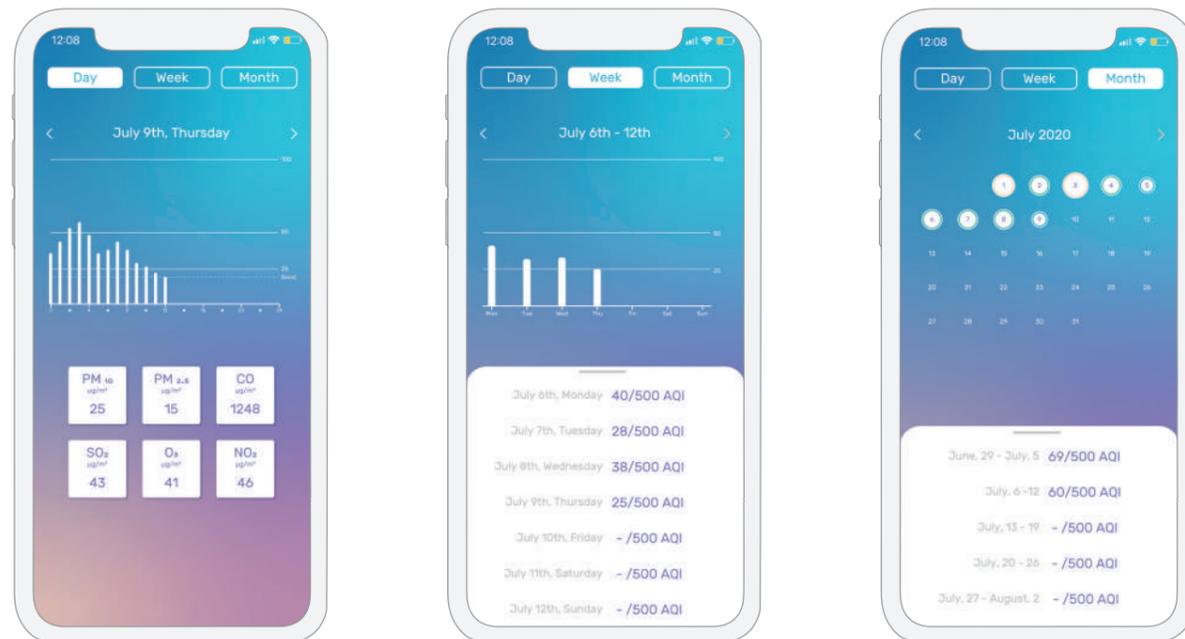
App

L'applicazione PURO permette di interagire con gli elementi di depurazione intelligente presenti in casa. La connessione con lo smartphone o il tablet avviene tramite bluetooth. È possibile interagire con l'app anche tramite i sistemi di smart home come Alexa e Google Home.

Dalla schermata principale è possibile selezionare il dispositivo che si desidera controllare, entrando così nella schermata home da cui è possibile conoscere il livello della qualità dell'aria, la temperatura e l'umidità dell'ambiente e il livello della batteria (questa funzione non è presente nel PURO shoes).



Dalla schermata home è possibile, cliccando sull'indice che indica il livello di qualità dell'aria, controllare nello specifico i livelli dei vari inquinanti e l'andamento dell'inquinamento giornaliero, settimanale e mensile.



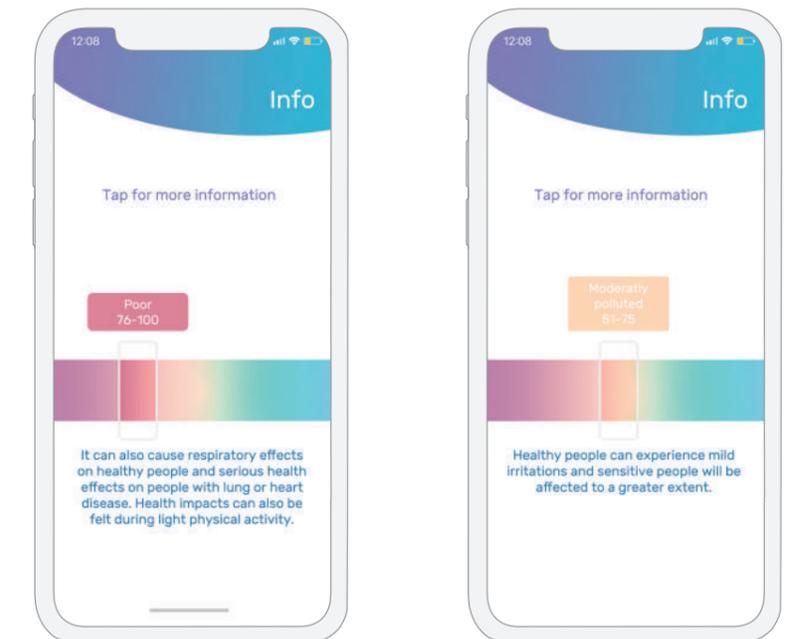
È possibile controllare la temperatura e l'umidità ed il loro andamento giornaliero, nella schermata dedicata è inoltre evidenziato il range ideale.

Si può infine personalizzare il funzionamento dei dispositivi. È disponibile un programma automatico che mantiene il livello di qualità dell'aria inferiore a 50 AQI. Si può impostare un timer così che i dispositivi si spengano da soli, e programmare un daily program, con orari prestabiliti di accensione/spengimento.

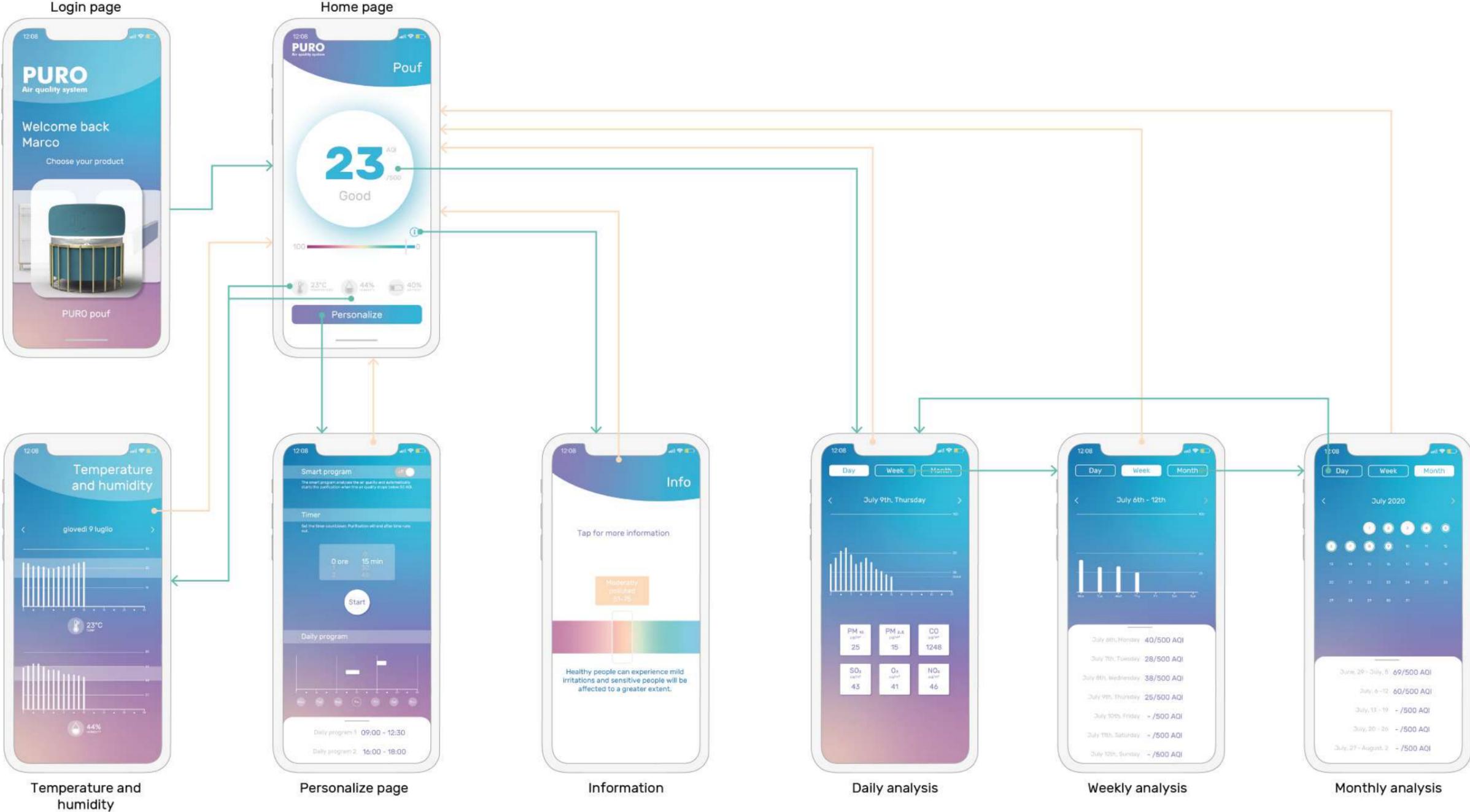
I dispositivi rimangono in funzione per un massimo di sei ore per evitare di dissipare energia.



Infine è disponibile una schermata di informazioni che spiega la relazione che esiste tra livello di inquinamento ed effetti sulla salute.



User flow



 Tap to enter
 Swipe to go back

Bibliografia e sitografia

L'inquinamento atmosferico

[https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-\(outdoor\)-air-quality-and-health](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/ambient-(outdoor)-air-quality-and-health)
https://en.wikipedia.org/wiki/Air_pollution
<https://www.eea.europa.eu/it/themes/air/intro#tab-data-visualisations>
https://it.wikipedia.org/wiki/Qualit%C3%A0_dell%27aria_interna#Inquinanti_chimici_negli_Ambienti_Indoor
<https://www.inquinamento-italia.com/inquinamento-interno-ed-esterno-la-conneSSIONE-rapporto-livelli/>
<https://ourworldindata.org/indoor-air-pollution>
<https://waqi.info/#/c/11.19/7.007/2.7z>
https://www.airqualitynow.eu/about_indices_definition.php

Metodi di filtrazione

https://www.ted.com/talks/kamal_meattle_how_to_grow_fresh_air?language=it#t-227729
<https://www.focus.it/scienza/energia/foglia-artificiale-funziona-aperto-carburante-da-co2>
<https://it.wikipedia.org/wiki/Fotocatalisi>
<https://en.wikipedia.org/wiki/HEPA>
https://it.wikipedia.org/wiki/Filtrazione_sui_carboni_attivi
https://it.wikipedia.org/wiki/Filtro_elettrostatico
<https://it.wikipedia.org/wiki/Ionizzatore>
https://it.wikipedia.org/wiki/Lampada_germicida
https://it.wikipedia.org/wiki/Radiazione_ultravioletta_germicida
<https://www.naava.io/science/the-role-of-plant-microbe-interactions-and-their-exploitation-for-phytoremediation-of-air-pollutants>
<https://intogreen.eu/and-the-air-purifying-or-waste-processing-champion-is/>
https://en.wikipedia.org/wiki/Biofilter#Types_of_filtering_media
<https://www.greentechmedia.com/articles/read/cleaning-air-with-bacteria>
<https://en.wikipedia.org/wiki/Particulates>

Analisi di mercato

<https://vitesy.com/it/natede>
<https://magazine.designbest.com/it/inspiration/accessori/natede-di-clairy-il-vaso-che-purifica-laria/>
<https://www.dyson.com/air-treatment/purifiers.html>
<https://www.lemamobili.com/it/air-cleaning-system>
<https://www.designboom.com/design/mathieu-lehanneur-andrea-air-purifier-now-available/>
<https://www.airpurifiers.com/pages/hepa-is-key-for-air-purifiers>
<https://www.toniniserramenti.it/news/13-news/76-tonini-purefin-il-serramento-che-purifica-il-tuo-mondo>
<https://www.yankodesign.com/2017/09/25/photocatalytic-oxidization-big-words-that-mean-better-air/>

Ossidazione fotocatalitica

<https://www.progettoclima.sa.it/wp-content/uploads/2015/03/Tecnologia-PCO1.pdf>
http://www.purehealth.it/files/130115/pure_health_care.pdf
<https://www.designboom.com/design/air-purifying-dress/>
<http://www.purehealth.it/?cat=2&pag=1>
https://it.qwe.wiki/wiki/Titanium_dioxide
https://www.soc.chim.it/sites/default/files/chimind/pdf/2012_4_52_ca.pdf
<http://tio2.steikos.com/>

TESI DI LAUREA
L'ossidazione fotocatalitica nella depurazione dell'aria in ambienti interni
A.A. 2019/2020