



UNIVERSITÀ DI CAMERINO

SCHOOL OF ADVANCED STUDIES

Scuola di Ateneo di Architettura e Design "Eduardo Vittoria"
sede di Ascoli Piceno

BIOMIMETIC RE-DESIGN OF SUSTAINABLE PRODUCTS

Incrementare la sostenibilità ambientale dei prodotti attraverso criteri biomimetici

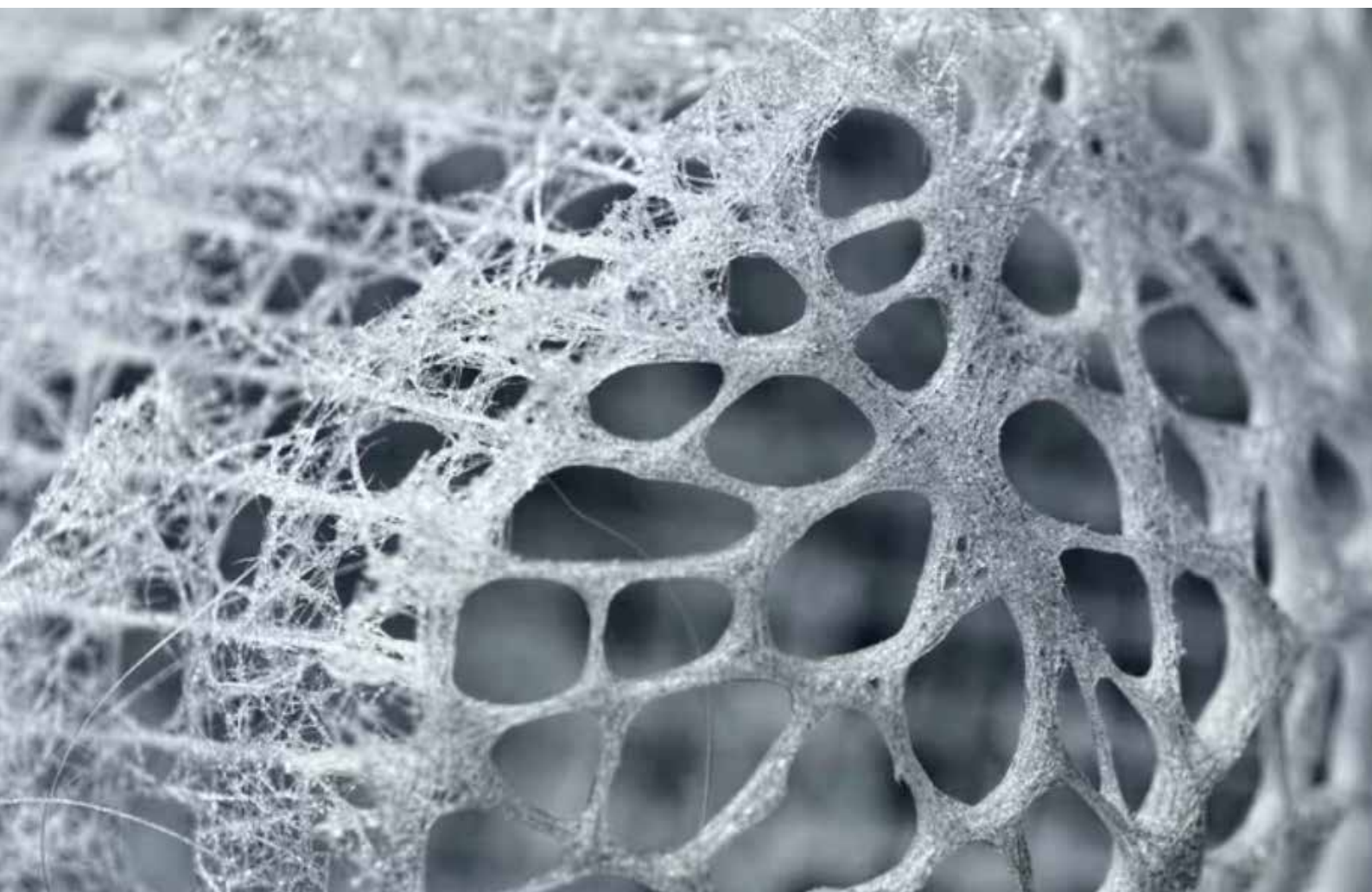
Dottorato di ricerca in Architecture, Design, Planning
Curriculum in Innovation Design
Ciclo XXXIV

Coordinatore del dottorato
Prof. Federico Bellini

Coordinatore del curriculum
Prof.ssa Lucia Pietroni

Tutor
Prof.ssa Lucia Pietroni

Dottoranda
Mariangela Francesca Balsamo



Mariangela Francesca Balsamo
mariangela.balsamo@unicam.it

Università di Camerino
Scuola di Ateneo di Architettura e Design "Eduardo Vittoria"
sede di Ascoli Piceno
Viale della Rimembranza snc
63100 Ascoli Piceno
Tel. 0737/404200 - Fax 0737/404242
www.unicam.it
<http://d7.unicam.it/sad/>





UNIVERSITÀ DI CAMERINO

SCHOOL OF ADVANCED STUDIES

Scuola di Ateneo di Architettura e Design “Eduardo Vittoria”
sede di Ascoli Piceno

BIOMIMETIC RE-DESIGN OF SUSTAINABLE PRODUCTS

Incrementare la sostenibilità ambientale dei prodotti attraverso criteri biomimetici

Dottorato di ricerca in Architecture, Design, Planning
Curriculum in Innovation Design
Ciclo XXXIV

Coordinatore del dottorato
Prof. Federico Bellini

Coordinatore del curriculum
Prof.ssa Lucia Pietroni

Copyright School of Advanced Studies, Università di Camerino

Tutti i diritti sono riservati:

nessuna parte di questa pubblicazione può essere riprodotta in alcun modo (comprese fotocopie e microfilm) senza il permesso scritto del
Dottorando di ricerca in Architecture, Design, Planning.

Tutor Prof.ssa Lucia Pietroni

Dottoranda Mariangela Francesca Balsamo

Indice

ABSTRACT

13 INTRODUZIONE

PARTE PRIMA

Biomimesi ed ecodesign: una sinergia promettente per incrementare la sostenibilità ambientale dei prodotti

CAPITOLO 1

La biomimesi come driver di innovazione nella progettazione di prodotti ambientalmente sostenibili

- 23 1.1 Design per la Sostenibilità Ambientale e nuovi modelli di sviluppo per un'economia circolare
- 29 1.2 L'approccio bio-ispirato come strumento di innovazione progettuale
- 48 1.3 La biomimesi come driver per l'incremento della sostenibilità ambientale: esempi di prodotti e progetti già sviluppati

CAPITOLO 2

La valutazione e quantificazione dei benefici ambientali di un approccio bio-ispirato al progetto

- 59 2.1 Quantificare l'impatto ambientale dei prodotti biomimetici
- 64 2.2 Re-design bio-ispirato e analisi ambientale di un prodotto industriale
- 65 2.3 Metodologia e strumenti della ricerca progettuale

PARTE SECONDA

Caso studio per la sperimentazione progettuale: bagno mobile TopSan NoTouch 2.0 prodotto da Sebach S.p.A.

CAPITOLO 3

Raccolta e selezione di prodotti industriali con dichiarazioni e certificazioni ambientali

- 73 3.1 Le etichette di qualità ambientale d'interesse per il design
- 78 3.2 Individuazione e analisi di prodotti certificati attualmente in commercio
- 79 3.3 Definizione dei criteri per la selezione del caso studio progettuale
- 86 3.4 Selezione del caso studio: analisi preliminare dei dati in possesso e scelta del prodotto

CAPITOLO 4

Il bagno mobile TopSan NoTouch 2.0: analisi, requisiti e strategie di re-design

- 91 4.1 Il bagno mobile: azienda, prodotto, normative e linee guida del prodotto-servizio
- 98 4.2 Analisi tecnica del prodotto: architettura, funzionalità e servizi
- 112 4.3 Analisi ambientali del prodotto: Environmental Product Declaration (EPD) e Life Cycle Assessment (LCA) di verifica e integrazione
- 118 4.4 Strategie di re-design per il miglioramento ambientale del prodotto e individuazione dei componenti prioritari

PARTE TERZA

Re-design bio-ispirato del prodotto e valutazione dei benefici ambientali

CAPITOLO 5

TopSan NoTouch 2.0: il processo di ri-progettazione biomimetica del bagno mobile

- 127 5.1 Metodologia e strumenti dello sviluppo progettuale
- 129 5.2 Individuazione delle strategie biomimetiche per l'ottimizzazione ambientale del prodotto e selezione del componente da sottoporre a re-design
- 134 5.3 La parete laterale: minimizzazione dell'impiego di materiale e riduzione dei componenti
- 136 5.3.1 Sviluppo di un sistema di connessione bio-ispirato reversibile
- 144 5.3.2 Ottimizzazione della resistenza strutturale attraverso l'analisi topologica e l'approccio bio-ispirato

CAPITOLO 6

Analisi ambientale comparata: i benefici dell'approccio bio-ispirato

- 159 6.1 Analisi LCA del corpo centrale del bagno mobile bio-ispirato
- 162 6.2 Analisi comparativa e interpretazione dei risultati
- 163 6.3 Ulteriori benefici di un approccio sistemico bio-ispirato allo sviluppo del componente

CAPITOLO 7

Conclusioni

- 167 7.1 Incrementare la sostenibilità ambientale dei prodotti attraverso criteri biomimetici: quadro di sintesi della metodologia e risultati ottenuti
- 170 7.2 Ulteriori sviluppi della ricerca

173 GLOSSARIO

181 BIBLIOGRAFIA

189 ALLEGATI

Allegato n. 1 - Sviluppo e verifica di un'EPD;

Allegato n. 2 - Schede di sintesi della prima raccolta di prodotti in possesso di certificazione di Tipo III.

Allegato n. 3 - Schede di sintesi dell'attività di ricerca e raccolta informazioni dei prodotti certificati EPD a seguito dell'applicazione dei criteri di selezione;

Allegato n. 4 - Linee Guida Nazionali per la gestione e la pulizia dei bagni mobili, ASPI;

Allegato n. 5 - Dichiarazione Ambientale di prodotto – Bagno mobili TopSan® e TopSan HN® Sebach: servizio a noleggio completo;

Allegato n. 6 - Confronto tra i database software Eco-it e esoftware CES.

Abstract



Fig. That wanaka tree, Wanaka, New zealand. Crediti: Tom King

Within the scientific discipline of Design for Environmental Sustainability, the biomimetic approach in design culture is becoming increasingly popular. Biomimicry is the discipline that studies natural biological systems in order to emulate them in forms, processes and strategies useful for finding more sustainable solutions to human design problems. It has thus generated a 'biomimetic promise' in that it assumes that, by emulating the biological systems that nature has tested and optimised over time, solutions for the production of environmentally sustainable products can be transferred to design. However, a review of the scientific literature suggests that such environmental benefits have rarely been quantified.

The research therefore aims to verify the real benefits that the biomimetic approach can offer, in terms of environmental sustainability, to the design of industrial products. Through a bio-inspired redesign of certified sustainable products and their subsequent evaluation and comparison, made possible by the standardised Life Cycle Assessment methodology, the research intends to quantify the potential offered by bio-inspiration for the development of industrial products.

The collection and analysis of environmentally certified products guided the research to select the Sebach TopSan NoTouch 2.0 portable toilet as a case study. Thanks to the active collaboration of the company that provided the necessary material, the elaboration of technical analyses and analysis of environmental impacts through the LCA methodology allowed the identification of re-design objectives. These allowed the start of the biomimetic redesign phase of some product components, transferring solutions offered by nature to the project.

Finally, the comparative analysis of the life-cycle environmental impacts between the current product and its bio-inspired re-design provided useful results for the initiation of a discussion on the potential and limits of Biomimicry in design culture.

Keywords

Biomimicry, Design for Sustainability, Bio-inspired redesign, Comparative LCA.

Introduzione

Ambito tematico della tesi

La ricerca si inserisce nell'ambito scientifico disciplinare del Design per la Sostenibilità Ambientale e dell'Industrial Design, affrontando il tema del rapporto tra biomimesi ed ecodesign, sinergia promettente per la progettazione dei prodotti industriali. In particolare la ricerca intende indagare, analizzare e comprendere il contributo offerto dalla bio-ispirazione, approccio considerato driver di innovazione progettuale per la soluzione dei problemi tecnologici dell'uomo volto ad incrementare la sostenibilità ambientale degli artefatti materiali.

Obiettivo generale della ricerca

La ricerca ha come obiettivo comprendere e verificare i reali vantaggi che l'approccio biomimetico può offrire, in termini di sostenibilità ambientale, alla progettazione di prodotti industriali. Per il raggiungimento dell'obiettivo si è intrapreso un percorso di riprogettazione in chiave bio-ispirata di un prodotto sostenibile in possesso di certificazione di qualità ambientale, al fine di valutare quantitativamente gli impatti ambientali a ciclo di vita del prodotto attraverso la metodologia standardizzata LCA.

Macrofasi e metodologia della ricerca

Per conseguire l'obiettivo esposto, la ricerca è stata condotta con approcci metodologici e strumenti operativi diversi a seconda delle fasi della ricerca, interagendo con esperti di discipline differenti dal campo del design che ha permesso di acquisire complementari conoscenze tecnico-scientifiche utili per lo sviluppo della ricerca dottorale.

La ricerca si è articolata in tre macrofasi: una fase di ricerche preliminari, una fase di ricerca orientata alla selezione e analisi del caso studio e infine, una fase sperimentale

dello sviluppo progettuale del caso studio ridisegnato in chiave bio-ispirata e relativa analisi ambientale.

Nella **prima macrofase** sono state avviate una serie di ricerche preliminari per inquadrare lo scenario scientifico e culturale di riferimento dal quale emerge la crescente diffusione dell'approccio biomimetico nella cultura del progetto come driver di innovazione per la progettazione di prodotti industriali.

A seguito dell'inquadramento dello scenario di riferimento, è stata avviata un'analisi sugli aspetti della valutazione e quantificazione dei benefici ambientali che l'approccio biomimetico può offrire, individuando così la domanda di ricerca che la presente tesi di dottorato ha perseguito.

Le attività di ricerca svolte nella prima macrofase si sono concentrate sullo stato dell'arte degli argomenti principali della tesi riguardanti il rapporto tra il design per la sostenibilità ambientale e l'approccio bio-ispirato al design di prodotto, attraverso la raccolta e l'analisi della letteratura esistente a livello nazionale e internazionale

La **seconda macrofase** si concentra nella ricerca, selezione e analisi di un prodotto certificato sostenibile, selezionando il bagno mobile TopSan NoTouch dell'azienda Sebach s.p.a.

Tale fase è stata condotta inizialmente attraverso l'attività di raccolta e archiviazione di prodotti in possesso di certificazione di qualità ambientale. I principali strumenti utilizzati sono stati la consultazione on-desk di database open access delle diverse etichette ecologiche europee di interesse per il design e fogli di calcolo per l'archiviazione in ordine di categoria dei documenti di prodotti industriali raccolti.

La definizione dei parametri di selezione per l'individuazione del prodotto ha permesso di considerare come caso studio il bagno mobile TopSan NoTouch 2.0 della Sebach s.p.a., azienda italiana leader nel servizio di noleggio di bagni mobile. Il prodotto selezionato è in possesso di certificazione di qualità ambientale di tipo III, dichiarazione ambientale che contiene una quantificazione degli impatti ambientali associati al ciclo di vita del prodotto calcolato attraverso il sistema LCA.

A seguito di rapporti pattuiti con l'azienda sono state elaborate le analisi tecniche necessarie per la comprensione del prodotto e l'analisi degli impatti ambientali attraverso la metodologia standardizzata Life Cycle Assessment, al fine di individuare le opzioni di miglioramento ambientale del bagno mobile utili per l'avvio dello sviluppo progettuale sperimentale in chiave bio-ispirata.

Grazie al materiale prezioso che l'azienda ha fornito, sono state condotte le seguenti attività:

Analisi tecnica del prodotto:

- Rilievo su prodotto fisico;
- Rilievo su prodotto in versione digitale;
- Elaborazione di schede di sintesi dell'architettura del prodotto;
- Elaborazione di schede di sintesi dell'abaco dei componenti;
- Elaborazione di schede di sintesi delle qualità prestazionali del bagno mobile;

Analisi del servizio noleggio del bagno mobile:

- Interviste concessionari Sebach
- Ricerca sul campo per la raccolta di materiale fotografico e audiovisivo
- Studio della normativa e linee guida di riferimento
- Elaborazione delle schede di sintesi delle fasi del servizio noleggio e delle qualità prestazionali del prodotto in relazione alle singole fasi del servizio

Analisi aziendale

- Indagine preliminare del profilo aziendale
- Incontro formale con personale tecnico e amministrativo aziendale

Analisi degli impatti ambientali a ciclo di vita del prodotto:

- Incontro formale con studio che ha redatto il calcolo LCA presente nella dichiarazione ambientale di prodotto - EPD;
- Consultazione con esperti per la metodologia standardizzata LCA per la comprensione delle PCR - Regole di categoria di prodotto e per la pianificazione dell'analisi LCA integrativa del bagno mobile da effettuare;
- Acquisizione informazioni presenti nella normativa inerente alle fasi del calcolo LCA;
- Utilizzo di software LCA semplificato e realizzazione calcolo LCA integrativo del bagno mobile;
- Elaborazione grafica dei componenti del bagno mobile e dei relativi impatti ambientali per ogni fase del ciclo di vita prese in considerazione.

Individuazione degli obiettivi di eco-design per il re-design bio-ispirato del prodotto:

- Messa a sistema delle informazioni emerse dalle analisi tecniche del prodotto e dall'analisi degli impatti ambientali a ciclo di vita del prodotto;
- Individuazione e selezione degli obiettivi di re-design ritenuti di maggior interesse per lo sviluppo progettuale del prodotto in chiave bioispirata.

La **terza macrofase**, quella sperimentale, si focalizza sul processo di re-design bio-ispirato del bagno mobile TopSan NoTouch 2.0 e successiva analisi ambientale dei risultati progettuali comparati con il prodotto caso studio di partenza.

Per lo sviluppo progettuale è stata adottata la metodologia dell'approccio biomimetico definito Topdown, ovvero, partendo da obiettivi specifici, definiti nel capitolo 4.4, si prosegue alla ricerca e selezione del modello biologico corrispondente, per poi astrarre le soluzioni biologiche in strategie progettuali e applicarli al nuovo disegno.

La prima parte è caratterizzata da interazioni con esperti del mondo biologico al fine di comprendere adeguatamente le soluzioni adottate dalla natura, con il supporto di database specifici e bibliografia dedicata. La fase invece di applicazione delle soluzioni naturali individuate allo sviluppo progettuale biomimetico considera la multidisciplinarietà come caratteristica fondamentale del processo biomimetico. Gli strumenti per lo sviluppo progettuale comprendono le tecniche di rappresentazione grafica per l'ideazione del nuovo disegno, software per la modellazione 3D in ambiente parametrico per poter avere maggior controllo sulle modifiche da apportare, software di ultima generazione per le analisi di verifica delle prestazioni funzionali che il prodotto deve possedere e garantire, modelli fisici di studio e prototipazione rapida con l'utilizzo di stampa 3D per la verifica puntuale degli aspetti formali e funzionali del nuovo disegno.

Infine, l'analisi degli impatti ambientali a ciclo di vita degli esiti progettuali emersi dal processo di re-design per comparare i valori delle emissioni di Co2-eq con i valori del bagno mobile TopSan NoTouch originario. Quest'ultima fase, caratterizzata dalla metodologia standardizzata LCA e dall'utilizzo di software specifici, permetterà di rispondere alla domanda di ricerca iniziale.

Le principali attività svolte in relazione ai principali obiettivi di questa fase sono state:

- la messa a sistema delle principali strategie e soluzioni del mondo naturale corrispondenti agli obiettivi di re-design individuate grazie all'interazione con esperti di biologia e la consultazione di siti web e bibliografia dedicata;
- lo sviluppo progettuale in chiave bio-ispirata dei componenti del bagno mobile ritenuti prioritari, comprensivi di disegni tecnici 2D, modello 3D parametrico, maquette di studio e prototipi realizzati con stampante 3D;

- Calcolo LCA dello sviluppo progettuale biomimetico e successivo confronto con gli impatti ambientali del bagno mobile TopSan NoTouch 2.0 originario.

Struttura e articolazione della tesi

La tesi è costituita da tre parti, articolate in sette capitoli.

Nella **prima parte**, intitolata “**Biomimesi ed ecodesign: una sinergia promettente per incrementare la sostenibilità ambientale dei prodotti**” e formata da due capitoli, si definisce il quadro scientifico culturale di riferimento.

Il **primo capitolo** intende approfondire il tema della biomimesi come driver di innovazione nella progettazione di prodotti ambientalmente sostenibili, partendo da una breve ricomposizione storica del dibattito sulla sostenibilità ambientale in relazione agli approcci, metodi e strumenti dell’eco-design che si sono perfezionati nel tempo, alla necessità di un radicale cambiamento nel modello di sviluppo economico e produttivo verso un modello circolare ispirato alla natura, per approfondire l’approccio bio-ispirato come strumento di innovazione progettuale, descrivendo in ultimo esempi di prodotti e progetti già sviluppati con alto potenziale di incremento della sostenibilità ambientale degli stessi.

Il **secondo capitolo** della tesi si concentra su un aspetto importante dell’avanzamento della pratica della biomimesi nella progettazione e che emerge dalla revisione della letteratura scientifica, ovvero la poco esplorata quantificazione dei benefici che tale approccio può apportare in termini ambientali. Da qui la formulazione della domanda e dell’obiettivo della ricerca: vagliare i reali vantaggi della bio-ispirazione rispetto alle consolidate linee guida dell’eco-design. Saranno quindi esplicitate la metodologia e gli strumenti per l’avvio della ricerca, dalla selezione del caso studio, dello sviluppo progettuale in chiave bio-ispirata e delle analisi di valutazione e comparazione degli impatti ambientali del prodotto di partenza e relativo re-design biomimetico.

La **seconda parte** della tesi è intitolata “**Caso studio per la sperimentazione progettuale: bagno mobile TopSan NoTouch 2.0**” ed è costituita da 2 capitoli. Di carattere analitico, si focalizza, nella prima parte, sulla ricerca e selezione del caso studio, e nella seconda parte sulle analisi tecniche e ambientali effettuate sul prodotto individuato, ovvero il bagno mobile TopSan NoTouch 2.0 della Sebach s.p.a.

Il **terzo capitolo** descrive il processo di ricerca condotto per la selezione del caso studio da considerare per la fase di sperimentazione progettuale in chiave bioispirata. Essendo fondamentale il primo parametro di selezione che prevede l’individuazione di prodotti in possesso di certificazione di qualità ambientale, la ricerca si è focalizzata sullo studio e l’analisi dei marchi ecologici ed etichette ambientali di tipo volontarie incluse nelle Politiche Integrate di Prodotto (IPP). È stato quindi opportuno vagliare i sistemi di etichettatura volontari definiti dalle norme UNI EN ISO 14020 che ne distingue di tre tipi. Si descriverà una prima fase di ricerca e analisi dei prodotti certificati di tipo I e II, che non ha permesso l’avvio di una riflessione a causa di mancati elementi prioritari, e che ha orientato la ricerca verso le certificazioni di tipo III, individuando così numerosi prodotti di interesse per il design, a cui seguono poi la definizione dei criteri di selezione al fine di restringerne il numero, e di individuare in ultimo, il caso studio per il processo di redesign. Il processo metodologico descritto nel presente capitolo si è svolto attraverso ricerche on-desk per la consultazione di database open access delle etichette di qualità ambientale e confronti telematici con esperti di settore.

Il **quarto capitolo** si concentra principalmente sulla comprensione del prodotto bagno mobile TopSan NoTouch 2.0. Partendo infatti dallo studio del profilo aziendale, delle normative di riferimento e documenti rilevanti per la comprensione del servizio noleggiato cui il prodotto è integrato, si descriveranno le diverse analisi tecniche effettuate.

La prima analisi è relativa all’architettura e funzionalità del prodotto e del suo ruolo lungo le fasi del servizio noleggio, effettuate per comprendere gli aspetti formali e funzionali e qualità prestazionali integrate con i requisiti normativi e caratteristiche legate alla realtà produttiva aziendale di riferimento.

La seconda analisi effettuata si concentra invece sul calcolo degli impatti ambientali a ciclo di vita del prodotto, al fine di verificare e integrare i dati presenti nella Dichiarazione Ambientale di Prodotto e di individuare i componenti del bagno mobile maggiori impattanti.

In ultimo vengono specificate le strategie di re-design per il miglioramento ambientale del prodotto, individuando i componenti ritenuti prioritari per l’avvio dello sviluppo progettuale bio-ispirato.

La **terza parte** della tesi, intitolata “**Re-design bioispirato del prodotto e analisi ambientale comparata**” e costituita da 2 capitoli, e rappresenta la fase sperimentale della tesi di dottorato. Partendo dai risultati delle analisi tecniche effettuate sul prodotto, la presente parte si focalizza sulla descrizione dello sviluppo progettuale in chiave bio-ispirata del caso studio e sulla valutazione delle analisi ambientali del risultato progettuale, comparando i valori con i risultati LCA del caso studio di partenza.

Il **quinto capitolo** della tesi descrive il processo di ri-progettazione bio-ispirata del bagno mobile TopSan NoTouch 2.0 condotto, esplicitando dapprima la metodologia e gli strumenti dello sviluppo progettuale affrontato con approccio biomimetico Topdown. Tale approccio prevede una serie di fasi, tra cui (I) la fase di ricerca esplorativa dei modelli biologici corrispondenti agli obiettivi di re-design precedentemente individuati, ; (II) la fase di astrazione della soluzione biologica in strategie progettuali e successiva selezione del componente per lo sviluppo progettuale; (III) la fase di trasferimento e applicazione della soluzione biologica allo sviluppo progettuale.

Le prime due fasi sono state condotte interagendo con esperti del mondo biologico e consultando siti specializzati, mentre per il processo di trasposizione della strategia biologica alla tecnologia è stato necessario consultare esperti di discipline diverse dal design al fine di applicare le soluzioni biologiche in modo idoneo e coerente nel nuovo disegno.

Il **sesto capitolo** si focalizza sulla valutazione del profilo ambientale dello sviluppo progettuale del componente in chiave bio-ispirata. Si descriverà dapprima l’analisi degli impatti ambientali di tipo semplificato, e successivamente l’analisi comparativa tra il caso studio di partenza e relativo re-design biomimetico, al fine di individuare i vantaggi offerti dalla biomimesi nella riprogettazione delle parti ritenute prioritarie del bagno mobile. L’interpretazione dei risultati ottenuti dallo studio e la loro sintesi saranno restituiti in termini quantitativi, come risultato della comparazione delle analisi a ciclo di vita effettuate, e in termini qualitativi, ovvero dai vantaggi non quantificabili nella presente ricerca ma che suggeriscono ricadute nelle fasi del ciclo di vita del bagno mobile non prese in considerazione nello studio LCA effettuato.

A seguire, la valutazione qualitativa di ulteriori benefici ipotizzati grazie agli sviluppi avvenuti nel campo della ricerca e applicazione di materiali biomimetici per i prodotti industriali.

Il **settimo capitolo**, infine, è dedicato alle conclusioni della presente ricerca, in cui si esplicitano i risultati per il raggiungimento dell’obiettivo generale, dimostrando la concreta fattibilità nel quantificare i benefici offerti dall’approccio biomimetico nella progettazione di prodotti industriali. Successivamente, il quadro di sintesi

della metodologia adottata ha permesso l'avvio di riflessioni sul ruolo del designer in progetti di questa natura. Nell'ultima parte del capitolo invece sono ipotizzati gli ulteriori sviluppi della ricerca.

Principali risultati conseguiti

I risultati della ricerca conseguiti sono:

- La definizione del quadro scientifico e culturale di riferimento e delle problematiche ancora aperte e in sviluppo relative all'approccio biomimetico nella progettazione di prodotti industriali;
- La sintesi grafica dell'architettura del bagno mobile TopSan NoTouch 2.0 e abaco dei macro componenti che configurano il prodotto;
- La sintesi grafica delle qualità prestazionali del bagno mobile TopSan NoTouch 2.0;
- I valori degli impatti ambientali a ciclo di vita del prodotto di ogni componente ricavati dall'analisi con metodologia standardizzata LCA;
- La descrizione dei componenti maggiormente impattanti a ciclo di vita del bagno mobile TopSan NoTouch 2.0 e sintesi grafica comprensiva dei valori di Kg CO₂-eq per ogni componente;
- Schema di sintesi delle strategie di re-design per il miglioramento ambientale del prodotto e strategie astratte dal mondo naturale corrispondenti;
- Sviluppo progettuale in chiave bio-ispirata dei componenti del bagno mobile ritenuti prioritari nella presente ricerca, comprensivi di disegni tecnici 2D, modello 3D parametrico, maquette di studio e prototipi stampati in 3D;
- La valutazione quantitativa degli impatti ambientali e comparazione tra il caso studio di partenza e il re-design bio-ispirato per l'interpretazione dei vantaggi ottenuti dall'approccio biomimetico nella progettazione di prodotti industriali;
- Schema di sintesi del processo metodologico della quantificazione del contributo offerto dalla biomimesi alle performance ambientali del prodotto e incremento dell'eco-efficienza dei prodotti industriali.

Capitolo 1

La biomimesi come driver di innovazione nella progettazione di prodotti ambientalmente sostenibili

- 1.1 Design per la Sostenibilità Ambientale e nuovi modelli di sviluppo per un'economia circolare
- 1.2 L'approccio bio-ispirato come strumento di innovazione progettuale
- 1.3 La biomimesi come driver per l'incremento della sostenibilità ambientale: esempi di prodotti e progetti già sviluppati



Fig. 1. The Big Meltdow, Paul Nicklen.

1 La biomimesi come driver di innovazione nella progettazione di prodotti ambientalmente sostenibili

1.1 Design per la Sostenibilità Ambientale e nuovi modelli di sviluppo per un'economia circolare

“Nell’ambiente dell’uomo, originariamente naturale, s’è introdotta nel corso della storia una serie di prodotti e di tipi di prodotti tali da sostituire la stessa primitiva natura. Costantemente l’uomo pone tra se stesso e la natura un “mezzo”, creato con l’aiuto della tecnologia. Questo mezzo artificiale raggiunge (per il momento) la sua più alta complessità tecnica nella capsula spaziale, in cui l’uomo ha ridotto al minimo le componenti del suo habitat “naturale”. Ma anche nella vita quotidiana la naturalezza si allontana sempre più.”^[1]

La rivoluzione industriale ha permesso alla società moderna un progresso innegabile e ha ampliato notevolmente le possibilità per lo sviluppo materiale dell’umanità. Continua a farlo ancora oggi ma ad un prezzo severo: il degrado ambientale, il deterioramento dell’ambiente attraverso l’esaurimento delle risorse, la distruzione degli ecosistemi, i sistemi di supporto vitale e l’estinzione della fauna selvatica^[2]. È evidente che il sistema di produzione e consumo antropico si è imposto con le proprie leggi, ignorando quelle del mondo naturale che ha permesso di sostenere la vita per 3,8 miliardi di anni.

La tematica ambientale ha ricevuto attenzione già dalla metà dell’800 da William Morris e dal movimento Art and Crafts, i primi a relazionare il degrado ambientale alla produzione di carattere industriale avviando una serie di attività culturali che avevano come obiettivo il raggiungimento di una migliore qualità della vita in equilibrio tra luoghi di produzione, natura e abitazioni^[3].

In Italia è a partire dagli anni ‘60 del secolo scorso che emergono le preoccupazioni e riflessioni circa il dibattito su design e ambiente. L’incremento dei consumi derivati dal boom economico, fortemente dipendente dalla produzione, genera rapidamente

[1] Bonsiepe G., *Panorama del disegno industriale*, in “Op. cit.”, n. 21, Elekta Napoli, 1971.

[2] Hawken, Lovins, Lovins, 1992, p2. Hawken P., Lovins A. e Lovins L.H., *Natural Capitalism. Creating the Next Industrial Revolution, 1999* (trad. Capitalismo Naturale. La prossima rivoluzione industriale, Edizioni Ambiente, Milano, 2001).

[3] Tamborrini P., *Design Sostenibile. Oggetti, sistemi e comportamenti*, Caltanissetta, Electra, 2009.

la trasformazione di oggetti in rifiuti, evidenziando “l’incapacità di gestire progettualmente le dinamiche socio-culturali ormai totalmente guidate dalle leggi produttive capitalistiche”^[4].

A livello globale il dibattito sulla questione ambientale iniziò ad intensificarsi tra gli anni ‘60 e ‘70 come conseguenza dell’accelerazione e diffusione dell’industrializzazione, coincidente con il crescente impatto sociale dei movimenti ambientalisti, con i primi studi specialistici e con la crisi petrolifera conseguente alla Guerra del Kippur del 1973. Si iniziò a comprendere che il modello di sviluppo doveva necessariamente cambiare in quanto il consumismo di una parte minoritaria della popolazione intaccava le risorse globali del pianeta, e che quindi si riteneva urgente moderare e ponderare le risorse naturali per la realizzazione di artefatti.

Di particolare rilievo è il punto di vista di Victor Papanek sulle possibili responsabilità di questa nuova condizione di degrado che lui imputa prioritariamente al ruolo e alla responsabilità del progettista nel proporre le necessarie trasformazioni della società, affermando che “Se vuol essere ecologicamente responsabile e socialmente rispondente, deve essere rivoluzionaria e radicale nel senso più vero dei termini. Deve votarsi al principio del minimo sforzo adottato dalla natura, in altre parole al massimo della varietà con minimo delle invenzioni, ovvero a ottenere il massimo col minimo. Ciò significa consumare meno, usare di più, riciclare i materiali.”^[5]

Parallelamente in Europa, Tomás Maldonado nel suo scritto *La speranza progettuale* intendeva dimostrare che per agire contro le cause e gli effetti della nostra situazione ambientale si deve sempre iniziare recuperando la speranza progettuale, agendo con razionalità applicata. Condivide infatti il pensiero di Papanek sulla centralità del ruolo del design affermando che la progettazione “è il nesso più solido che unisce l’uomo alla realtà e alla storia” lasciando intendere che la capacità di progettare e di fare appartengono entrambe all’universo operativo dell’uomo.^[6]

Con la pubblicazione del Rapporto sui Limiti dello Sviluppo, redatto dagli studiosi del Massachusetts Institute of Technology per conto del Club di Roma nel 1972^[7], si ha la prima previsione scientifica di una plausibile crisi dell’ecosistema globale. Il rapporto afferma che l’utilizzo spropositato delle risorse naturali, afferente a un modello di produzione e consumo antropico, ci avrebbe condotto ad un punto in cui la capacità di rigenerazione delle risorse naturali non avrebbe più compensato l’estrazione delle stesse, ottenendo quindi un’inversione dell’equilibrio della nostra biosfera.

Una prima definizione di sviluppo sostenibile si ha all’interno del Rapporto Brundtland del 1987, che viene definito come “uno sviluppo che soddisfi i bisogni del presente senza compromettere la possibilità delle generazioni future di soddisfare i propri.”^[8]

Negli anni successivi sono stati molti gli appuntamenti che hanno segnato l’evoluzione del dibattito internazionale sulla questione ambientale (Fig. 02) favorendo l’inserimento del concetto di sviluppo sostenibile nei documenti delle organizzazioni mondiali al fine di indirizzare i sistemi di sviluppo sociale e produttivo.

La presa di coscienza a più livelli ha quindi comportato la consapevolezza che la degradazione dell’ambiente, causata dalle azioni antropiche, è fortemente associata al processo progettuale in senso ampio, e che bisogna tener conto della complessità dei problemi e delle loro interrelazioni. Il design costituisce il ponte tra produzione e

[4] Pietroni L., *Il dibattito italiano su design e ambiente*, in “Op. Cit.” n. 112, Elekta Napoli, 2001.

[5] Papanek V., 1973. *Progettare per il mondo reale*, Mondadori, Milano. Tit.orig.: Design for the Real World, 1970.

[6] Maldonado T., *La speranza progettuale*. Ambiente e società, Einaudi Torino, 1970.

[7] Meadows D.H., Meadows D.L., Randers J., Behrens III W.W., *The Limits to Growth*, 1972 (trad. I limiti dello sviluppo, Edizioni Ambiente, Milano, 1972).

[8] Definizione della Commissione mondiale sull’ambiente e lo sviluppo (WCED) coordinate da Gro Harlem Brundtland, contenuta nel cosiddetto “Rapporto Brundtland” del 1987.

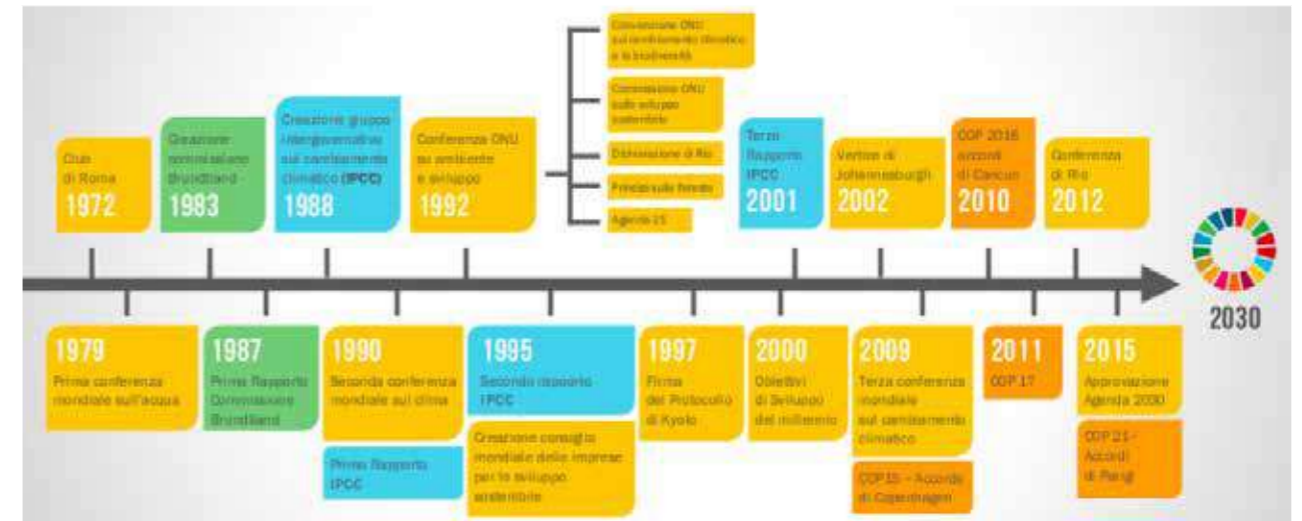


Fig. 02. Le tappe di avvicinamento verso lo sviluppo sostenibile. Fonte: Alleanza Italiana per lo Sviluppo Sostenibile, www.asvis.it.

consumo e ricopre quindi un ruolo importante nel cambiare il modo in cui tali attività si verificano e il loro conseguente impatto, agendo non solo rimediando ai danni causati dai processi, ma intervenendo in termini preventivi.^[9]

Sebbene agli inizi la “progettazione ambientale [...] è stata obbligata a ridursi, limitarsi a compiti inferiori e soprattutto sporadici, a restaurare qua o là qualche sgretolamento parziale sulla facciata del nostro ambiente”^[10], dagli anni ‘70 in poi, teorici e studiosi della disciplina hanno rivolto le loro attenzioni sulla scelta delle risorse a basso impatto ambientale, con duplice visione verso i materiali e le fonti energetiche da impiegare, i quali prevedono l’atossicità, la riciclabilità, la biodegradabilità e la rinnovabilità come temi di maggior importanza.^[11]

Contemporaneamente venne introdotto il concetto di sistema anche nella cultura del progetto. Una visione è data da Medardo Chiapponi in cui sostiene che “nella gestione della progettazione ambientale non si può non tener conto dell’ambiente inteso come sistema complesso, riconoscendo i suoi confini, le sue caratteristiche e il suo livello di complessità”. “Siamo ben lontani da una natura primordiale, immutabile ed estranea. Ci troviamo piuttosto di fronte a un sistema ambientale destinato a trasformarsi e a mutare continuamente per effetto delle azioni e delle reazioni che si svolgono tra le parti che lo costituiscono e tra ognuna di esse e la totalità”^[12]. Anche Gui Bonsiepe evidenzia la necessità di strutturare un approccio sistemico alla progettazione di prodotti, affermando che “un disegno industriale che aspiri alla validità ecologica deve per forza orientarsi verso un nuovo approccio che non considera più l’oggetto isolatamente, ma come facente parte di un intero complesso di interazioni. Si tratta del cosiddetto approccio sistemico”^[13].

Un approccio che inizia a strutturarsi dopo i primi anni ‘90, passando da una progettazione focalizzata inizialmente sulle qualità individuali dei singoli prodotti, come ad esempio la riduzione della quantità di materiale utilizzato, dettando le prime

[9] Vezzoli C., *Design per Sostenibilità Ambientale*, Zanichelli Editore, Bologna, 2017.

[10] T. Maldonado, *Diagnosi del disegno*, in *Avanguardia e razionalità*, 1967, p. 223.

[11] Vezzoli C., *Design per Sostenibilità Ambientale*, Zanichelli Editore, Bologna, 2017.

[12] Chiapponi M., *Ambiente: gestione e strategia. Un contributo alla teoria della progettazione ambientale*, Feltrinelli, Milano, 1989, p. 27.

[13] Bonsiepe G., *Teoria e pratica del disegno industriale. Elementi per una manualistica critica*, Feltrinelli Editore, Milano 1993, prima edizione 1975.



03



04



05

linee guida dell'approccio definito Green Design^[14] - a una progettazione ampliata ad una visione sistemica verso l'intero ciclo di vita del prodotto, considerando quindi tutte le fasi che attraversa, dall'estrazione delle risorse al fine vita del prodotto. Questo è solitamente indicato come progettazione del ciclo di vita del prodotto, (Life Cycle Desig-LCD), eco-design o progettazione del prodotto per la sostenibilità ambientale.

Oggi è un metodo progettuale ampiamente definito, basato sul controllo dell'intero sistema in fase di progetto, tenendo in considerazione principi progettuali quali: progettare per ridurre l'uso di materiali e di energia in tutte le fasi del ciclo di vita; selezionare i materiali, i processi e le fonti energetiche non tossiche e nocive, da una parte, e quelle a minor esauribilità/maggior rinnovabilità dall'altra; progettare artefatti che durino nel tempo e siano usati intensamente; progettare in funzione della valorizzazione tramite riciclaggio, combustione o compostaggio dei materiali dimessi; progettare per il disassemblaggio/separazione di parti e materiali.^[15]

In quegli anni divennero più chiari gli effetti ambientali attribuibili alla produzione, all'uso e allo smaltimento di un prodotto e come valutarli. Sono stati sviluppati nuovi metodi di valutazione dell'impatto ambientale (l'input e l'output tra la tecnosfera, la geosfera e la biosfera); tra questi, il più accettato è Life Cycle Assessment (LCA). In particolare, sono stati introdotti due approcci principali:

1) il concetto di approccio al ciclo di vita — dalla progettazione di un prodotto alla progettazione delle fasi del ciclo di vita dello stesso, ovvero tutte le attività necessarie per produrre i materiali e quindi il prodotto, per distribuirlo, utilizzarlo e infine smaltirlo — sono considerati in un approccio olistico;

2) l'approccio funzionale è stato riconcettualizzato da un punto di vista ambientale, cioè quello di progettare e valutare la sostenibilità ambientale di un prodotto, a partire dalla sua funzione piuttosto che dall'incarnazione fisica dello stesso. Resta inteso che la valutazione ambientale, e quindi anche la progettazione, deve avere come riferimento la funzione fornita da un determinato prodotto.

Secondo la norma ISO 14040, la LCA è un metodo per valutare gli aspetti ambientali e i potenziali impatti lungo tutto il ciclo di vita di un prodotto o di un servizio attraverso la Life Cycle Inventory (ISO 14042), Life Cycle Impact Assessment (ISO 14042) e Life

[14] Burall P., *Green Design*, in Design, The Design Council, London, 1991.

[15] Vezzoli C., *Design per Sostenibilità Ambientale*, Zanichelli Editore, Bologna, 2017.

Cycle Interpretation (ISO 14043)^[16]. Tale approccio non nasce nell'ambito del design ma risulta comunque la metodologia a livello internazionale più diffusa e scientificamente accettata in grado di restituire dati quantitativi degli impatti ambientali; è da evidenziare che questa metodologia di valutazione è l'unica che permette l'attribuzione di etichette ecologiche che rientrano nelle Politiche Integrate di Prodotto, parte integrante della strategia comunitaria per lo sviluppo sostenibile.

Mentre le strategie di progettazione e gli strumenti informatici man mano si definiscono e si evolvono, si consolidano anche i concetti di sviluppo sostenibile e sostenibilità ambientale. Quest'ultimi prevedono che lo sviluppo sociale e produttivo avvenga considerando le seguenti condizioni: entro i limiti di resilienza dell'ambiente nell'assorbire gli effetti delle trasformazioni antropiche, la conservazione del capitale naturale da trasmettere alle generazioni future e la equa redistribuzione delle risorse ambientali globali. La sostenibilità è spesso schematizzata in tre dimensioni interconnesse: la dimensione ambientale, cui si riprende il concetto di resilienza della biosfera-geosfera; la dimensione socio-etica, afferente al concetto sopracitato di non inficiare le generazioni future nel soddisfare i propri bisogni e della equità e coesione sociale, e la dimensione economica, ovvero le soluzioni di una economia prospera ed ecoefficiente che origini alti standard di vita e occupazione di alta qualità.^[17] La maggiore definizione dei concetti mira ad una evoluzione nella strutturazione di un modello di sviluppo di produzione e consumo sostenibile. Nonostante gli sforzi, la crisi ambientale inizia a manifestarsi in modo più frequente e devastante provocando problemi in tutte e tre le dimensioni della sostenibilità sopracitate (Fig. 03-05). È quindi necessario individuare un sistema industriale che funzioni in simbiosi con il mondo naturale: creare un sistema che funzioni secondo le regole della natura, passando da una mentalità di controllo di essa a una di partecipazione con essa.

Nell'elaborare un modello di sviluppo alternativo all'economia lineare caratterizzata da estrazione-produzione-consumo-rifiuto, negli ultimi trent'anni teorici ed esperti appartenenti a varie discipline hanno formulato modalità alternative per fermare lo spreco di materia e l'inquinamento da fonti fossili.

Vi sono alcuni importanti contributi basati su modelli biologici, sui principi e sulle

[16] Baldo, G.L., Marino, M., Rossi, S., *Analisi del ciclo di vita LCA*, Edizioni Ambiente, Milano, 2008. Ulteriori approfondimenti sulla metodologia standardizzata LCA verranno trattati nel Cap. 2.

[17] Vezzoli C., *Design per Sostenibilità Ambientale*, Zanichelli Editore, Bologna, 2017.

Fig. 03-05. Gli effetti del cambiamento climatico si manifestano in modo più frequente e con maggiore potenza.

Da sinistra verso destra: Fig. 02. Alluvione ad Henan, Cina, 2021; Fig. 03 L'incendio che ha colpito l'isola di Evia in Grecia, 2021;

Fig. 04 Tornado Dallas in Texas, USA, 2021.

strategie evolutive della natura per imitare la capacità di ottimizzazione dell'utilizzo delle risorse disponibili, di rigenerare gli equilibri degli ecosistemi, riducendo drasticamente l'attuale consumo di risorse ambientali.

Tra questi si ricorda un significativo contributo proposto da Paul Hawken, Amory Lovins e L. Hunter Lovins nel famoso scritto del 1999, "Capitalismo Naturale: la prossima rivoluzione industriale", in cui descrivono un modello economico che investe in "capitale naturale" e che si fonda sul concetto di "sostenibilità forte"^[18].

Il capitalismo naturale è profondamente differente dal capitalismo tradizionale, che ha sempre trascurato il valore monetario delle risorse naturali e dei servizi forniti dagli ecosistemi, senza i quali, oltre che la vita stessa, non sarebbe possibile alcuna attività economica e produttiva. Secondo gli autori, considerando il capitalismo naturale si contabilizzano le risorse, puntando all'efficienza per produrre di più con meno. Si basa quindi su un modello che esclude la produzione di rifiuti, investendo nella protezione e nell'espansione del capitale naturale esistente.

Lo scritto è uno dei testi che hanno dato forma ai concetti della Green Economy, risultato di sforzi compiuti nello sviluppo di processi e tecnologie pulite, a cui seguono strumenti metodologici ed operativi al fine di progettare e produrre in modo più sostenibile. Sforzi che però non sono risultati sufficienti per raggiungere gli obiettivi prefissati.

Ulteriore contributo significativo per un modello economico sostenibile evolutivo della Green Economy è presentato da Gunter Pauli nel suo libro intitolato "Blue Economy"^[19]. L'autore descrive un approccio ispirato dal funzionamento degli ecosistemi naturali dove nulla è sprecato e tutto viene riutilizzato all'interno di un processo "a cascata" che trasforma i rifiuti di un ciclo in materie prime di un altro. Sostiene infatti che prenderemo coscienza dell'importanza che il problema non è di generare meno scarti, ma trattare questi ultimi come risorsa preziosa. Ispirandosi alla natura e facendo perno sulla capacità di rigenerazione, il nuovo modello ipotizzato può favorire le economie, la cultura e le tradizioni locali.

In contrapposizione alla Green Economy, la Blue Economy non chiede investire di più per salvare l'ambiente, ma con un minore impiego di capitali suggerisce come creare maggiori flussi di reddito e costruire al tempo stesso capitale sociale.

Questi anni di ricerche e sperimentazioni per un mondo più sostenibile hanno visto quindi il passaggio di diversi modelli economici, dalla Green Economy alla Blue Economy, fino all'attuale strutturazione della Circular Economy. Quest'ultima pone la circolarità quale motore di diversi processi, ossia produttivi, sociali, gestionali e organizzativi in senso ampio. Secondo la Ellen MacArthur Foundation^[20], l'economia circolare si basa su tre principi guidati dalla progettazione: eliminare i rifiuti e l'inquinamento, far circolare prodotti e materiali (al loro valore più alto) e rigenerare la natura. È sostenuta da una transizione verso l'energia e i materiali rinnovabili. La nuova economia circolare e rigenerativa non si limita quindi al riciclaggio e allo smaltimento dei rifiuti residui e tossici, ma si concentra sulla progettazione di cicli per materiali biologici e tecnici fin dall'inizio.

Non solo i modelli di sviluppo si ispirano al mondo biologico, anche gli approcci progettuali hanno cercato di trarre principi e strategie dalla natura. Tra questi si ricorda ad esempio l'approccio Cradle to Cradle.

Nel loro libro del 2002, "Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things",

[18] Pietroni L., *Il contributo della Biomimesi per un design sostenibile, bioispirato e rigenerativo*, in "Op. cit." n. 141, Electa Napoli, 2011.

[19] Pauli G., *The Blue Economy. 10 Years, 100 Innovations, 100 Million Jobs*, Paradigm Publications, Taos, 2010 (trad. it. *Blu Economy: 10 anni, 100 innovazioni. 100 milioni di lavori*, Edizione Ambiente, Milano, 2010).

[20] Rif. sito web: www.ellenmacarthurfoundation.org

l'architetto William McDonough e il chimico Michael Braungart hanno presentato un'integrazione tra design e scienza che fornisce benefici duraturi per la società da materiali sicuri, acqua ed energia nelle economie circolari. Si elimina il concetto di rifiuto concentrandosi sulla creazione di circuiti aperti per i "nutrienti biologici", ovvero i materiali organici, e circuiti chiusi per "nutrienti tecnici", quali materiali inorganici o sintetici.

Un ulteriore approccio bioispirato, e considerato promettente dalla letteratura scientifica, è la Biomimesi. Attraverso lo studio e l'imitazione della natura è possibile individuare modelli di riferimento per ideare nuove tecnologie sostenibili. Un nuovo modello di progettazione che non produca rifiuti e che entri in armonia con i limiti e la capacità di rigenerazione e assorbimento del nostro pianeta.

La promotrice della Biomimesi Janine Benyus suggerisce un insieme di assunti di base: ad esempio l'ingegnosità della natura, nella selezione naturale e nel potere dell'evoluzione, e un nuovo punto di vista per comprendere la nostra presenza biologica nel pianeta e per ricalibrare il nostro ruolo come specie e come parte armoniosa degli ecosistemi. Il cambio di angolazione proposta attraverso la biomimesi sta guidando una trasformazione, un cambiamento di mentalità e un cambiamento nel paradigma progettuale consolidando l'idea che la Biomimesi può essere un potente strumento per il futuro del design, potenzialmente capace di risolvere problemi complessi come i "Sustainable Development Goals" (SDGs) proposti dalle Nazioni Unite per l'anno 2030. Seppur la sua epistemologia sembri essere ancora in fase di costruzione, la disciplina offre già un set di strumenti concettuali per arricchire il processo di progettazione, nonché guide per sviluppare materiali e manufatti performanti, e creare le condizioni che portano a modelli di comportamento migliori.^[21]

1.2 L'approccio bio-ispirato come strumento di innovazione progettuale

La natura è sempre stata fonte di ispirazione per l'uomo sin dalle sue prime realizzazioni di artefatti, costituendo un importante riferimento sia formale che funzionale.

Nella cultura contemporanea si attribuisce a Leonardo Da Vinci un diffuso riconoscimento come il primo designer moderno che, più di 500 anni fa, si ispirava alla natura per la progettazione e realizzazione delle sue opere poliedriche. Christopher Dresser, considerato il primo industrial designer, diede molta importanza allo studio della natura. Con la sua "Art Botany", Dresser analizzava e raffigurava la natura in modo stilizzato al fine di scoprire nuovi modelli per la progettazione. Il lavoro svolto ha indotto il designer ad avanzare riflessioni sul progetto, infatti afferma che "nel regno vegetale si manifesta la massima aderenza allo scopo, e si sviluppano solo quelle forme che si accordano con i requisiti della situazione; anche la struttura delle piante varia a seconda delle situazioni circostanti; quindi per tutto ciò che riguarda l'adeguatezza allo scopo dobbiamo apprendere dalle piante"^[22]. Tuttavia, i termini contemporanei e le relative metodologie per integrare l'ispirazione dal mondo naturale nei processi di design e nell'innovazione sono stati sviluppati a metà del XX secolo.

Otto Schmitt ha coniato il termine biomimetica nel 1957 mentre inventava un dispositivo fisico che imitava l'azione elettrica di un nervo, definendo la disciplina come lo studio della natura e i suoi principi di sviluppo allo scopo di ricavarne nuovi strumenti per il progetto di artefatti avanzati. Per via dell'evoluzione della biomimetica oggi il termine viene utilizzato principalmente nel campo della scienza e dell'ingegneria. L'altro termine sviluppato intorno allo stesso periodo è bionica (biologia + tecnica). Il termine, diventato di uso comune all'inizio degli anni Sessanta, fu coniato da Jack Steele, ricercatore e ufficiale dell'esercito americano, in occasione di un simposio organizzato a Dyton negli Stati Uniti. Il promotore definì la

[21] Fiorentino C., & Hunt K., *Biomimicry: una epistemologia en construcción*, in "Cuadernos del Centro de Estudios de Diseño y Comunicación", 2021/2022. pp 117-129.

[22] Christopher Dresser, *The Art of Decorative Design*. Cit. in Rognoli e Marinella Levi "Il Progetto della Natura- gli strumenti della biomimicry per il design" Ed. FrancoAngeli, Milano, 2009.

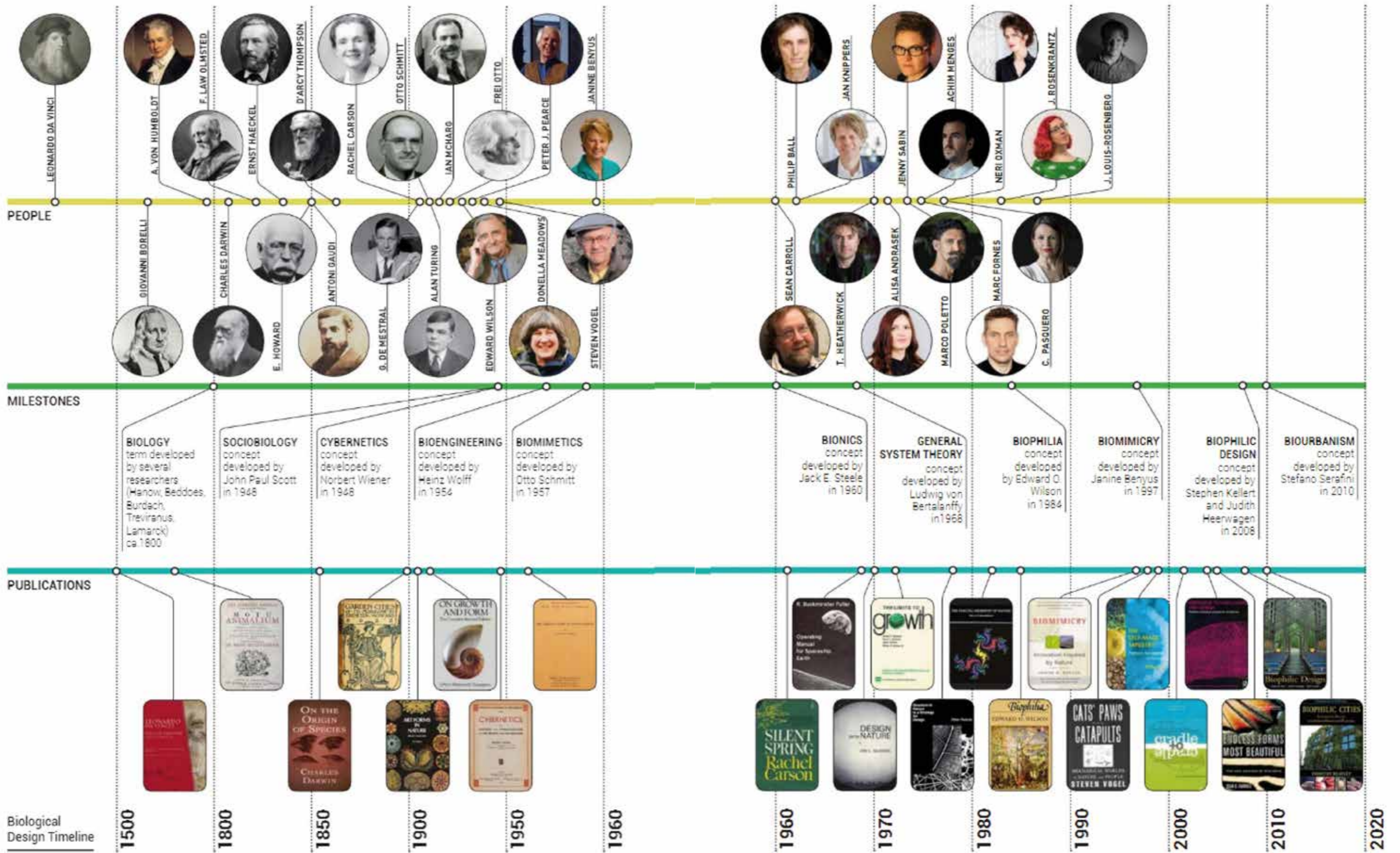


Fig. 06. Biological Design Timeline. La seguente linea temporale traccia l'origine e lo stato attuale dei termini correlati attraverso libri seminali e figure chiave nei campi della scienza, della letteratura, dell'arte e del design. Immagine presente nel libro *The Rise of Biodesign: Contemporary Research Methodologies for Nature-Inspired Design in China*, Tongji Univ. Pr Co Ltd, 2019.

Fig. 07. Alcuni esempi di prodotti bio-ispirati con ricadute positive in termini di sostenibilità ambientale e/o nuove performance applicate al prodotto.

all'estensione delle condizioni di vita. La biomimetica si propone di comprendere la natura nel suo triplice ruolo: come modello, in quanto dalla natura possiamo astrarre modelli (formali, strutturali, funzionali, organizzativi e strategici) come ispirazione per soluzioni tecniche; la natura come "misura" in quanto nella natura si possono identificare standard ecologici come riferimenti quantitativi e qualitativi per il progetto; "mentore" in quanto è guida e maestra nella ricerca della soluzione più efficiente.^[32]

Sebbene la biomimesi sia ancora un settore emergente, esistono già alcuni standard che la supportano, come ad esempio l'International Organization for Standardization che definisce la terminologia, i concetti e la metodologia con la ISO 18458, e lo standard ISO 18459 sull'ottimizzazione biomimetica. Il grande lavoro di sintesi effettuato ha prodotto la pubblicazione dei primi documenti normativi, ovvero:

- ISO 18457: Biomimetica — Materiali, strutture e componenti biomimetici (2016)

- ISO 18458: Biomimetica — Terminologia, concetti e metodologia (2015), in cui si definisce la biomimetica come "Filosofia e approcci concettuali modelli interdisciplinari della natura per affrontare le sfide dello sviluppo sostenibile (sociale, ambientale ed economico)".

- ISO 18459: Biomimetica — Ottimizzazione biomimetica (2015).

La distinzione tra i *bio-terms* a volte non è netta e potrebbero esserci sovrapposizioni. Nel tentativo di differenziare i diversi approcci bioispirati, si riportano le definizioni emerse dal lavoro svolto all'interno del comitato ISO/TC 266 (ISO/ TC266 2015):

- Bioispirazione: "Approccio creativo basato sull'osservazione dei sistemi biologici";

- Biomimesi: "Filosofia e approcci progettuali interdisciplinari approcci al design che considera la natura come modello per le sfide dello sviluppo sostenibile (sociale, ambientale ed economico)";

- Biomimetica: "Cooperazione interdisciplinare di biologia e tecnologia o altri campi di innovazione con l'obiettivo di risolvere problemi pratici attraverso l'analisi funzionale dei sistemi biologici, la loro astrazione in modelli e il trasferimento e l'applicazione applicazione di questi modelli alla soluzione";

- Bionica: "Disciplina tecnica che cerca di replicare, aumentare o sostituire le funzioni biologiche con i loro equivalenti elettronici e/o meccanici";

Nella trattazione della presente tesi si useranno i termini "biomimesi" e "biomimetica" in modo intercambiabile, indicando sempre la disciplina della Biomimesi, con focus principale orientato alla sostenibilità ambientale.

Nel libro "Biomimetic Design Method for Innovation and Sustainability", degli autori Yael Helfman Cohen e Yoram Reich, è presente uno schema che prova a delineare i confini della biomimesi in relazione alle discipline strettamente correlate ad essa. Come è possibile notare nella Fig.08, sono stati individuati tre criteri che distinguono i bio-terms al fine di individuare la zona di applicazione della biomimesi, differenziandola così da altre pratiche.

Il primo criterio è denominato direzione del trasferimento e si distingue in due tipologie: il trasferimento dalla biologia alla tecnologia e viceversa. Il secondo criterio distingue le pratiche tra l'uso di sostanze biologiche (usando la natura letteralmente) e l'uso della conoscenza biologica (imparare dalla natura), escludendo dalla zona della Biomimesi i termini legati all'uso di sostanze biologiche tra cui la biotecnologia, ovvero la manipolazione degli organismi viventi o dei loro componenti per produrre prodotti, o la bio-estrazione (o bio-utilizzazione, Fig.09) che si riferiscono letteralmente all'estrazione di fonti viventi per vari usi anche per la creazione di prodotti.

Il terzo criterio prevede la distinzione tra ispirazione e imitazione, suggerendo che la bio-ispirazione è più correlata al trasferimento di idee o principi di progettazione

[32] Pietroni L., *Il contributo della Biomimesi per un design sostenibile, bioispirato e rigenerativo*, in "Op. cit." n. 141, Electa Napoli, 2011.

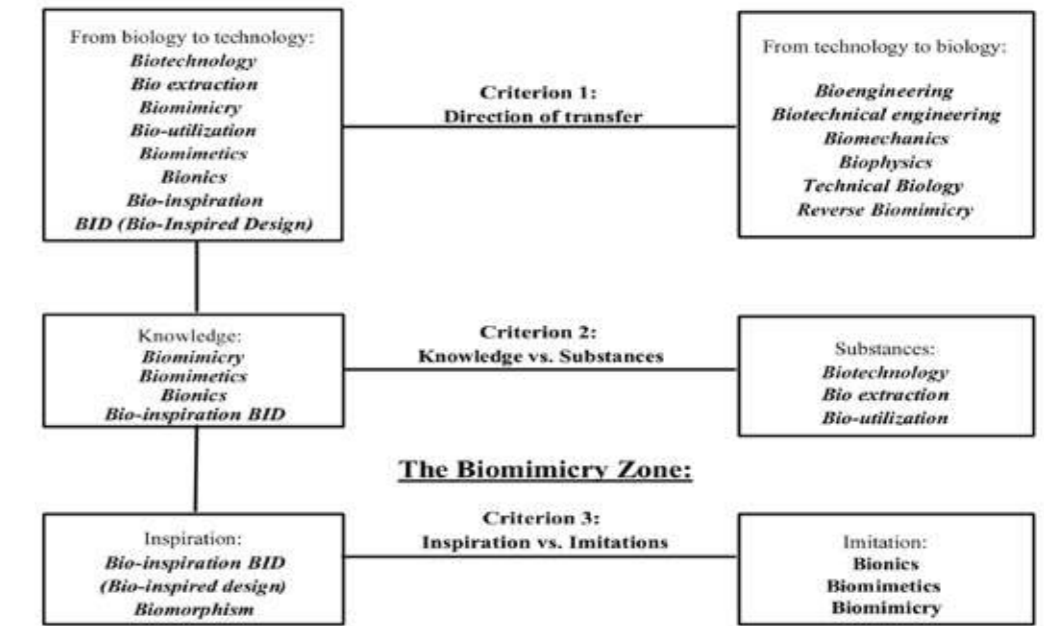


Fig. 08. Schema che delinea i confini della biomimesi in relazione alle discipline strettamente correlate ad essa presente nel libro *Biomimetic Design Method for Innovation and Sustainability* degli autori Yael Helfman Cohen e Yoram Reich.

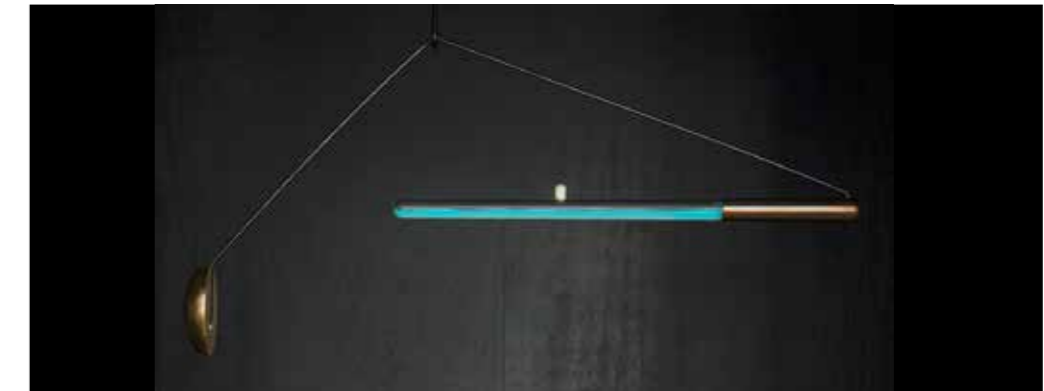


Fig. 09. Teresa von Dongen, Ambio. Esempio di bio-utilizzazione.

generali, mentre l'imitazione comporta il trasferimento di conoscenze più dettagliate, inclusi modelli e parametri esatti.

Definendo maggiormente, gli autori affermano che alcuni meccanismi biologici sono imitati in modo diretto (biomimesi, biomimetica, bionica), mentre altri tendono a ispirare concetti di progettazione (bioispirazione, BID-design bio-ispirato, biomorfismo) e la loro relazione con i modelli biologici può essere anche vaga. L'imitazione diretta di un sistema biologico può essere difficile a causa di alcune limitazioni, come ad esempio la scalarità, i materiali e le capacità di produzione, suggerendo che la natura dovrebbe essere più una fonte di ispirazione. D'altra parte, la natura può fornire più di una semplice ispirazione, ma modelli completi che potrebbero compensare le limitazioni matematiche^[33].

La biomimesi come disciplina dimostra alti tassi di crescita. Già con il Da Vinci Index,

[33] Gleich, A., Pade, C., Petschow, U., Pissarskoi, E., *Potentials and Trends in Biomimetics*. Springer, 2009.

creato, pubblicato e mantenuto dal Fermanian Business and Economic Institute (FBEI) della Point Loma Nazarene University^[34], era possibile osservare un incremento continuo basato sui dati distribuiti in quattro aree, ovvero il numero di articoli accademici, il numero di brevetti, il numero di sovvenzioni e valore in dollari delle sovvenzioni. Con il lavoro svolto da Sunil Sharma and Prabir Sarkar^[35], è possibile notare l'andamento di interesse per la biomimesi fino al 2018 tra atti di convegno e paper scientifici (Fig.10), e una visualizzazione grafica delle aree disciplinari che si stanno concentrando sull'approccio bioispirato nella conduzione di ricerche (Fig.11). Il tasso di crescita accelerato della disciplina riflette un numero crescente di innovazioni biomimetiche. Si stima che la biomimetica rappresenterà circa 1,6 trilioni di dollari della produzione totale mondiale entro il 2030^[36].

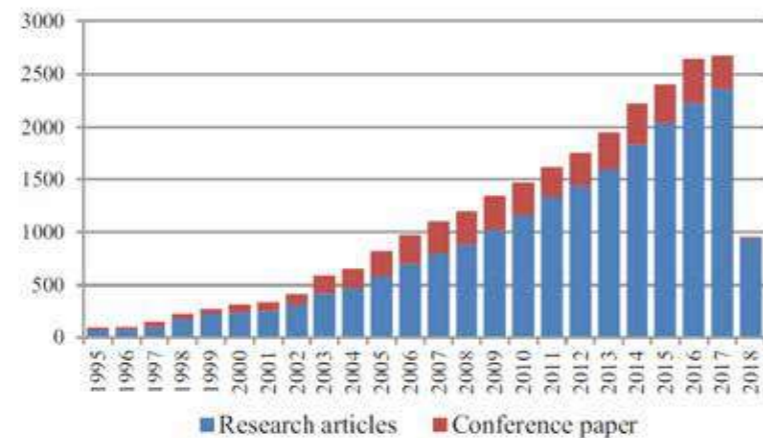


Fig. 10. Biomimesi e la crescente ricerca tra articoli scientifici e atti di convegno fino al 2018.

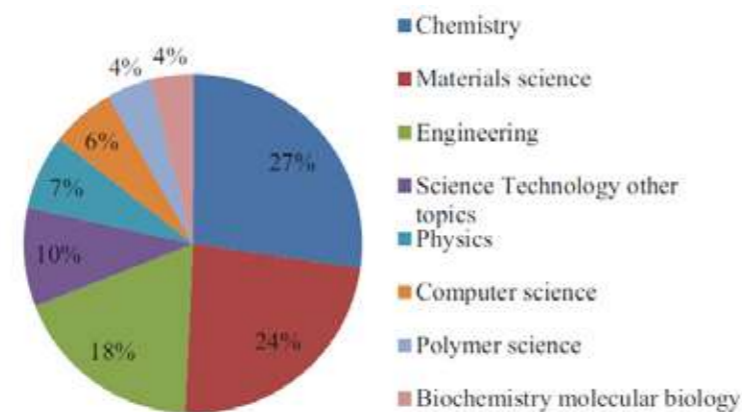


Fig. 11. Aree di ricerca interessate allo studio della biomimesi.

[34] Dal sito web: <https://www.pointloma.edu/centers-institutes/fermanian-business-economic-institute/da-vinci-index-biomimicry>

[35] Sharma S., Sarkar P. *Biomimicry: Exploring Research, Challenges, Gaps, and Tools*, in *Research into Design for a Connected World*, Atti di convegno ICoRD, Springer, 2019.

[36] Fermanian Business & Economic Institute, P.L.N.U., *Bioinspiration: an economic progress report*, 2013.

La biomimetica è considerata un motore di innovazione che attraversa tutti i settori, comprese le industrie tradizionali e non solo quelle altamente tecnologiche. Un'analisi incentrata sull'ecosistema della tecnologia ispirata alla biomimetica e all'innovazione dei prodotti, basata su 218 riferimenti, ha rivelato che lo sviluppo dei materiali è la più grande area di ricerca della biomimetica, tra cui material intelligenti, modificazioni superficiali, architetture dei materiali e materiali con applicazioni mirate. La seconda area più grande per le applicazioni di biomimetica sono le applicazioni di movimento basate su modelli di locomozione animale, tra cui cinetica di movimento, meccanismi di rilascio e configurazione strutturale (forme di efficienza energetica)^[37].

Ulteriore indagine esplorativa è stata condotta da Rebecca B. MacKinnon e Joroen Oomen dell'Università di Utrecht (Paesi Bassi) e Maibritt Pedersen Zari del Victoria University di Wellington (Nuova Zelana), nel loro articolo intitolato "Promises and Presuppositions of Biomimicry"^[38] in cui esaminano le pagine web pubblicamente disponibili del Biomimicry Global Network (BGN) per estrarre le affermazioni espresse dai professionisti della Biomimesi al fine di valutare e determinare le promesse e i presupposti della disciplina.

Il processo di reperimento, estrazione e revisione dei dati, ha permesso agli autori di comprendere come la biomimesi viene comunicata dagli operatori BGN e attraverso l'analisi del testo sono riusciti a fornire una panoramica di ciò che la biomimesi sostiene di offrire. L'albero delle parole presente nella Fig.13 mostra versi e frasi che nei testi hanno seguito la parola Biomimicry indicando come ogni frase sia correlata al potenziale dell'approccio a tre macro-temi: l'innovazione, la sostenibilità e la trasformazione.

Il potenziale di innovazione presupposto dalla Biomimesi viene comunicato come un nuovo modo di guardare il design, all'imprenditorialità e al business, mentre il potenziale di sostenibilità è un concetto che si evidenzia con maggiore frequenza nelle pagine web del BGN, intesa come un percorso da intraprendere per la realizzazione di progetti sostenibili e come un modo positivo per comunicare e incoraggiare la sostenibilità.



Fig. 12. Janine Benyus al TED Global del 2009. Titolo dell'intervento: "Biomimicry in action".

[37] Lurie-Luke, E., *Product and technology innovation: What can biomimicry inspire?* *Biotechnology advances*, 32(8): p. 1494–1505, 2014. (Estratto libro Yael Helfman Cohen · Yoram Reich. *Biomimetic Design Method for Innovation and Sustainability*)

[38] MacKinnon, R.B.; Oomen, J.; Pedersen Zari, M., *Promises and Presuppositions of Biomimicry*. In *Biomimetics*, 2020. <https://doi.org/10.3390/biomimetics5030033>

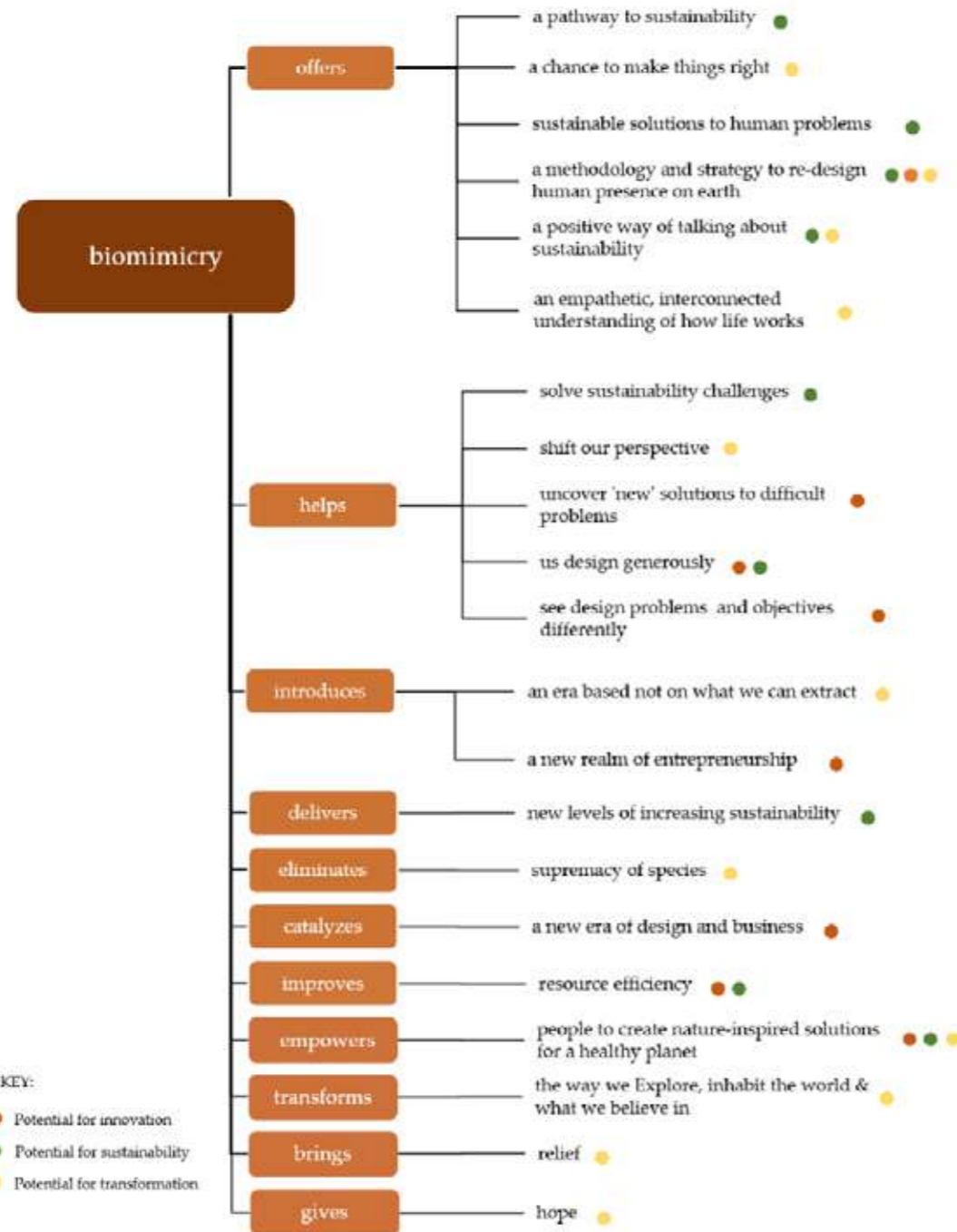


Fig. 13. Albero delle parole e delle citazioni maggiormente utilizzate dal Biomimicry Global Network. Fonte: MacKinnon, R.B.; Oomen, J.; Pedersen Zari, M., *Promises and Presuppositions of Biomimicry*. In *Biomimetics*, 2020.

	Strong Biomimicry	Weak Biomimicry
Practitioner	Janine Benyus	Neri Oxman
Mimesis	Naïve conceptualization of mimicry	Acknowledges supplementarity of mimicry
Nature	Presupposes perfection of nature	Presupposes complex deficiency of nature
Technology	Separates nature and technology	Integrates and edits nature with technology
Ethics	Vulnerable to the naturalistic fallacy	Avoids naturalistic fallacy
Main risk	Enclosure and valorization of nature	Exploitation of nature

Fig. 14. Quadro di sintesi elaborato dagli autori MacKinnon R.B., Oomen J. e Pedersen Zari per esplicitare i concetti chiave della biomimesi forte e biomimesi debole definiti da Blok e Gremmen, includendo gli ideali di Fisch.

La differenza fondamentale tra la biomimesi per l'innovazione e la biomimesi per la sostenibilità consiste nell'imitare non solo gli organismi, ma anche i processi e le funzioni sottostanti degli ecosistemi. Gli autori comprendono anche che la biomimesi, così come viene comunicata dai sostenitori, sembra superare gli obiettivi di innovazione e sostenibilità, sostenendo la trasformazione che rifiuta il dualismo cultura-natura dettato dal dominio e dall'estrazione, e maggiormente orientato al miglioramento e all'educazione al fine di riprogettare la presenza umana sulla Terra.

Interessante è però la parte di discussione sul concetto di biomimesi forte e biomimesi debole e la rispettiva capacità di mantenere la promessa biomimetica e a quali condizioni. Citando Blok e Gremmen, i due concetti si differenziano per le loro prospettive sulla natura, tecnologia e l'etica. Gli autori confrontano le pratiche sostenute da Janine Benyus contrapposto al lavoro di Neri Oxman, docente del Mit, affiliata alla biomimesi ma non esplicitamente collegata al BGN, confrontando il potenziale trasformativo della disciplina in relazione al cambiamento che offre alla società.

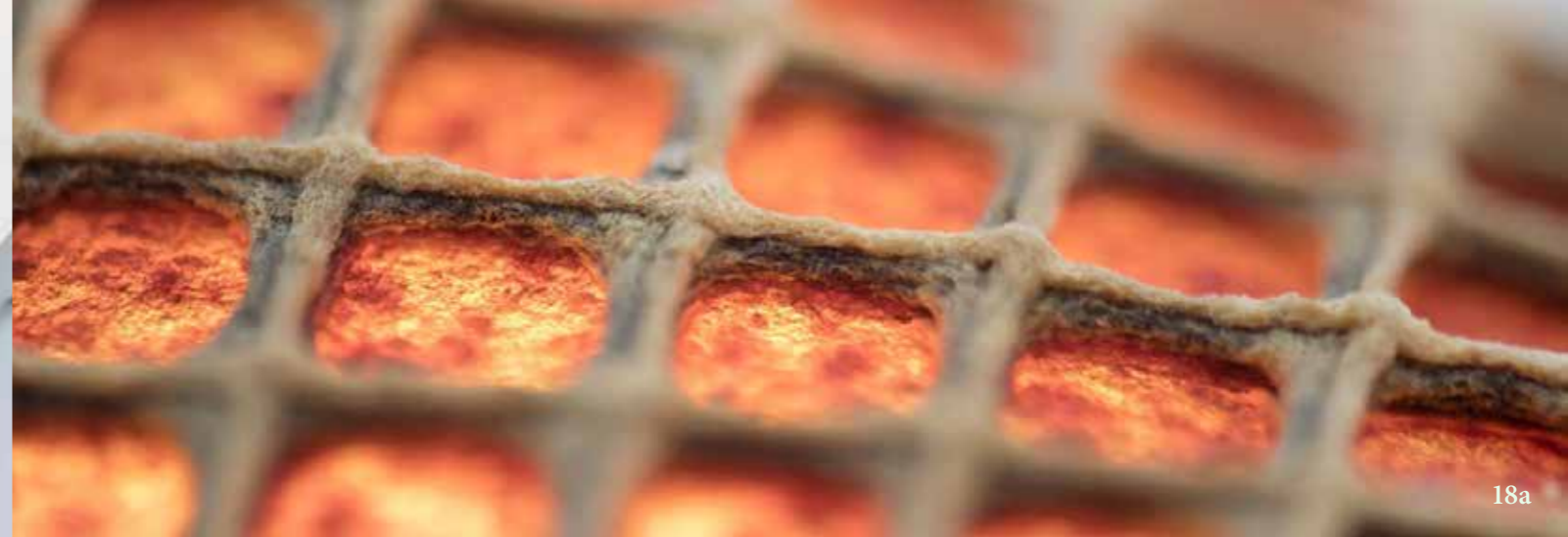
Come sintetizzato dagli autori nella tabella in Fig.14, il concetto forte è caratterizzato da una visione della natura come perfetta e completamente accessibile, da scoprire ed emulare negli apparati tecnologici. Considera la natura quale principio normativo per valutare i progetti ad essa ispirati ed emulati. Il concetto debole invece suggerisce che la natura è complessa e porta ad una carenza nella sua concettualizzazione. Il mimetismo si concentra nella fase di bioispirazione per lasciar spazio alla flessibilità di integrazione di miglioramenti ai progetti vincolati dalla natura. In questo modo la pratica non è vincolata nell'emulare un modello biologico originale, che potrebbe portare ad una fallacia naturalistica, ed è quindi in grado di imitare qualcosa di completamente nuovo^[39].



Fig. 15. Neri Oxman al TED del 2015, titolo dell'intervento: "Design at the intersection of technology and biology".

[39] Nelle pagine a seguire due approfondimenti sugli studi condotti da Neri Oxman con il gruppo Media Lab's Mediated Matter del MIT, attivo da settembre 2010 a maggio 2021.

Le ricerche si sono concentrate sul concetto di Material Ecology di Neri Oxman, campo emergente che tratta i materiali come organismi viventi e lavora sull'intersezione tra progettazione computazionale, fabbricazione digitale, scienza dei materiali e biologia sintetica. I progetti trattati nelle pagine a seguire sono un esempio di quel che si definisce *biomimesi debole* in quanto perseguono l'obiettivo di realizzare processi di produzione quanto più simili alla crescita organica presente in natura, la cui forma però non è un derivato del ragionamento intellettuale ma piuttosto il risultato del processo materiale vissuto e degli stimoli ambientali che incontra.



A sinistra: Fig.16. Aguahoja, Neri Oxman e The Mediated Matter Group (2014-2020); In questa pagina: a) Composto di cellulosa, chitosano, pectina e carbonato di calcio biodegradabile stampato in 3D; b) Parete espositiva con i manufatti sperimentati dal gruppo di ricerca; c) Focus sugli ugelli multipli della stampante 3D Stratasys con tecnologia FDM; d) Aguahoja II; e,f) Aguahoja III, vista complessiva e dettaglio. Aguahoja III espande l'ampia libreria di compositi organici stampabili in 3D creati da Aguahoja I e II con l'aggiunta di compositi anisotropici progettati. Questi compositi contengono fibre di cellulosa che si legano e si allineano durante il processo di stampa 3D, formando reti strettamente collegate di materiali rinforzati.

AGUAHOJA

Anno : 2014-2020

Luogo : SFMOMA. 2020. San Francisco, California (Aguahoja I). Cooper Hewitt Smithsonian Design Museum. 2019. New York, New York (Aguahoja II)

L'architetto e professore del MIT Neri Oxman con il suo gruppo di ricerca The Mediated Matter ha realizzato un progetto di studio e progettazione di materiali biocompatibili in grado di decomporsi in modo programmato al fine di proporre un nuovo tipo di smaltimento che non altera l'ecosistema.

Le parti di Aguahoja sono stati ricavati da materiali organici, stampati in 3D da robot e assemblati dall'acqua. La chitina, la pectina e la cellulosa vengono convertite in idrogel che possono essere stampati in 3D.

La sua struttura a strati è stata pensata come una rete gerarchica di modelli ottimizzati per stabilità strutturale, flessibilità e connettività visiva. La rigidità e la resistenza complessive del padiglione sono progettate per resistere a condizioni ambientali mutevoli come calore e umidità, pur mantenendo la sua flessibilità. Nel corso del tempo, con l'evaporazione dell'acqua, il composito pelle-guscio del padiglione passa da un sistema flessibile e relativamente debole a uno rigido in grado di rispondere al calore e all'umidità. In seguito all'esposizione all'acqua piovana, la pelle e l'involucro del padiglione si degraderanno programmaticamente, ripristinando i loro elementi costitutivi nell'ecosistema esistente, aumentando i cicli delle risorse naturali che ne hanno consentito la sintesi.





A sinistra, Fig.17. Silk Pavilion I, Neri Oxman e The Mediated Matter Group (2013); a) posizionamento dei banchi da seta all'interno della struttura; b) 6.500 banchi da seta filati per 3 settimane per completare la struttura del Silk Pavilion I; c) Silk Pavilion II, costruito con orientamento orizzontale attraverso la manipolazione cinetica meccanica dall'alto verso il basso che consente una costante rotazione in senso orario del mandrino, facilitando così il movimento di rotazione verso l'alto dei banchi da seta. La densità delle fibre sulla superficie della struttura varia in funzione di fattori ambientali locali come la direzione, la durata e l'intensità del calore e della luce, nonché la topologia dell'iperboloide cinetico progettato per guidare il movimento dei banchi da seta. Questi fattori possono influenzare il movimento e la filatura dei banchi da seta, e quindi lo spessore risultante dello strato di seta prodotto; d) Silk Pavilion II, installazione; e) primi esperimenti di deposizione robotica della seta.

SILK PAVILION I | SILK PAVILION II

Anno : 2013-2020

Luogo : Media Lab. Cambridge (Silk Pavilion I); MoMa. New York, (Silk Pavilion II).

Progetto sperimentale nato per rispondere a quesiti ben precisi: quali sono i metodi sostenibili e umani per la raccolta, la filatura e la tessitura di prodotti e strutture a base di seta? Come possono gli esseri umani collaborare con altre specie per creare nuovi materiali e strutture senza esaurire le risorse naturali? La risposta risiederebbe nella fabbricazione digitale biologicamente aumentata.

Il primo Silk Pavilion risale al 2013, è caratterizzato da una struttura primaria costituita da pannelli poligonali realizzati con fili di seta fissati da una macchina a controllo numerico, e da una struttura secondaria realizzata da 6500 banchi da seta che hanno tessuto lavorando come una sorta di 'stampante biologica', creando una struttura bidimensionale piuttosto che un bozzolo tridimensionale. Nel momento in cui si è racchiuso nel bozzolo, il baco è stato rimosso e con le nuove uova potranno essere costruite altre cupole e strutture.

Il Silk Pavilion II affronta le sfide associate alla scala e alla sericoltura. Il progetto utilizza un mandrino cinetico integrato progettato per guidare il naturale movimento di filatura dei banchi da seta attraverso la rotazione in senso orario, fondendo tecnologia e biologia per unire il tessuto e il filato. Il Padiglione è composto da tre strati interconnessi: il primo e il più interno è costituito da funi di filo d'acciaio intrecciati; il secondo è caratterizzato da un tessuto bidimensionale su cui sono posizionati i banchi da seta; il terzo strato è filato biologicamente con la produzione di 17.532 banchi da seta provenienti da Teolo (Italia). La densità delle fibre sulla superficie della struttura varia in funzione di fattori ambientali locali come la direzione, la durata e l'intensità del calore e della luce, nonché la topologia dell'iperboloide cinetico progettato per guidare il movimento dei banchi da seta. Questi fattori possono influenzare il movimento e la filatura dei banchi da seta, e quindi lo spessore risultante dello strato di seta prodotto.

Come afferma Neri Oxman, "questo progetto illustra come questo piccolo ma unico insetto possa agire non solo come operaio edile ma anche come designer, in collaborazione con una struttura artificiale che guida il suo movimento e la deposizione della seta per creare una forma migliorata".



La crescente divulgazione e diffusione di ricerche, laboratori, innovazioni e brevetti suggerisce che la biomimesi può contribuire positivamente alla formazione dello sviluppo sostenibile. Sebbene non sempre utilizzata come metodo per l'innovazione sostenibile, ha svolto un ruolo importante nello sviluppo di tecnologie che aiutano a migliorare l'efficienza del sistema, con conseguente conservazione dell'energia, dell'economia e delle risorse. Questo a sua volta contribuisce all'obiettivo più alto, che è lo sviluppo sostenibile. Secondo il Biomimicry 3.8^[40], per garantire che i progetti ispirati alla biomimetica portino a risultati sostenibili, bisogna considerare sei standard significativi di biomimetica e la loro definizione di ventitré standard che sono i seguenti:

- **Efficienza delle risorse:** sfruttare al meglio le risorse e le aperture in modo discreto e minimalista. Si compone di quattro standard, per essere specifici utilizzando la configurazione multifunzionale che utilizza processi a bassa energia, riutilizzando materiali e ottimizzando la struttura di lavoro.
- **Evolvere per sopravvivere:** è una fusione e un incapsulamento di dati che garantiscono l'esecuzione. Si compone di tre standard, per essere strategie specifiche di ripetizione che sono efficaci, anticipando le informazioni impreviste e di ristrutturazione.
- **Acclimatarsi alle mutevoli condizioni:** reagire correttamente alle impostazioni variabili. Questo comprende cinque standard, per essere specifici mantenendo l'affidabilità attraverso l'auto-restauro, esemplificando la flessibilità attraverso la varietà, la ripetizione e il decentramento e unendo una varietà decente.
- **Incorporare sviluppo e crescita:** utilizzo ottimale e partecipazione a metodologie che stimolano la crescita e lo sviluppo. Questo comprende anche tre standard, che combinano componenti modulari e nidificati, costruzione dal basso verso l'alto e auto-organizzazione.
- **Abituato e reattivo:** corrisponde e coordinandosi con l'ambiente circostante. Comprende cinque standard, in particolare l'utilizzo di materiali prontamente disponibili, lo sfruttamento dell'energia liberamente disponibile, lo sviluppo di relazioni cooperative, l'utilizzo di procedure cicliche e l'utilizzo di cicli di feedback.
- **Usa la chimica verde:** utilizzo della chimica che è amichevole per le forme di vita. Coinvolge tre standard e la costruzione con un piccolo sottoinsieme di elementi verdi. Come già noto, la biomimesi si basa sul trasferimento analogico delle conoscenze dalla biologia alla tecnologia o ad altri domini di applicazione. L'analogia è un processo cognitivo di trasferimento della conoscenza da un dominio di contenuto a un altro dominio di contenuto, basato sulla somiglianza. Trattandosi di approccio biomimetico in fase di progettazione appare chiaro che il dominio di origine è la biologia e il dominio di destinazione è la tecnologia o altri domini di applicazione affini. È possibile trovare ispirazione anche in sistemi non animati, quali ad esempio i cristalli, estendendo così la percezione dell'apprendimento della natura nel senso più ampio e generale e non solo dal dominio biologico. "Il numero esatto di organismi nel nostro mondo è sconosciuto, ma si stima che sia compreso tra 10 e 100 milioni. Solo un numero minore di loro è stato identificato, e un numero ancora più piccolo studiato. È chiaro che il potenziale dell'apprendimento dalla natura è enorme e non sfruttato^[41]." Nel manuale della Biomimicry 3.8 viene presentata una metodologia che guida il progettista all'integrazione di azioni in ogni fase della biomimesi:
 - **Scoping (definizione dell'ambito):** un esercizio che coinvolge l'identificazione preliminare del problema e contesto prima di progettare una soluzione; vengono definiti gli obiettivi, il brief e il piano di progetto, il contesto, i criteri e i vincoli;
 - **Discovering (scoperta):** il processo di ricerca esplorativa di ispirazione per il design.

[40] ToolBox, Biomimicry Institute, dal sito www.biomimicry.org

[41] Y.H. Cohen e Y. Reich, *Biomimetic Design Method for Innovation and Sustainability*, Springer International Publishing Svizzera 20163, DOI 10.1007/978-3-319-33997-9_1

Si abbozzano idee e pensieri spesso attraverso brain-storming, che potrebbero servire in una fase di creazione;

- **Creating (creazione):** un esercizio per perseguire soluzioni creative come risposta ad una sfida. Un processo che porta all'invenzione di un nuovo prodotto, una fase nella quale si mettono assieme le diverse informazioni in un nuovo modo, in nuove soluzioni;
- **Evaluating (valutazione):** il prodotto viene messo alla prova nel tempo e in un contesto specifico. Questa è l'opportunità di rivalutare il progetto e vedere i suoi limiti e punti deboli, ripensarlo in relazione agli obiettivi.

Nell'utilizzo della biomimesi, i progettisti possono utilizzare due strategie di progettazione principali: nella prima la natura viene indagata conseguentemente aver individuato il problema di progettazione, nel secondo caso la natura ispira il progettista che successivamente sceglierà un possibile campo di applicazione.



Fig. 18. Principi della vita, Biomimicry 3.8, 2013.

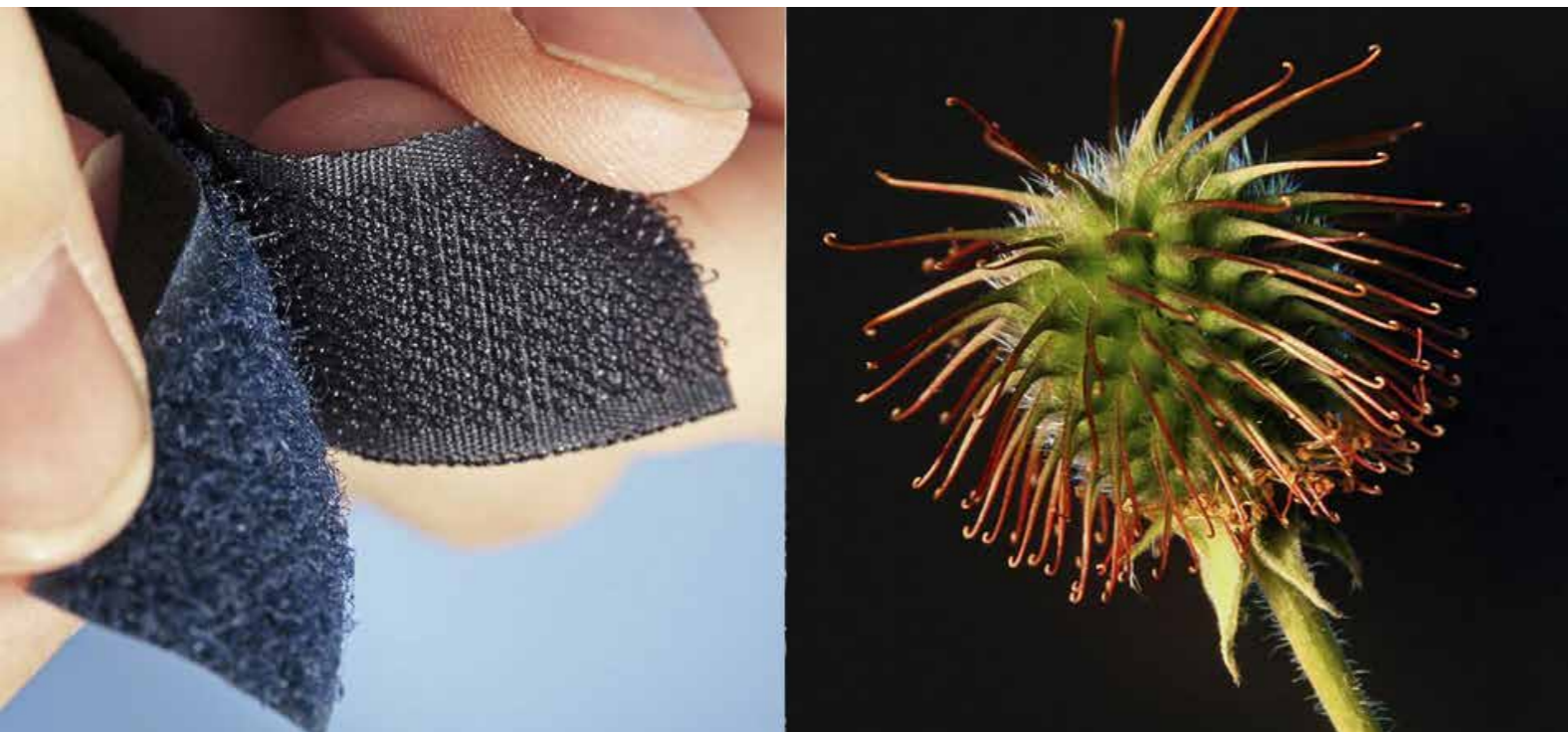


Fig. 19. Esempio di prodotto nato da un approccio Bottom-Up. George de Mestral ha notato come le proprietà adesive della pianta della Bardana derivino da numerosissimi piccoli ganci. Il velcro, che imita questa microstruttura, è oggi uno dei materiali più utilizzati per far aderire due superfici.



Fig. 20. Esempio di progettazione con approccio Top-Down. L'aerodinamica del famoso treno giapponese Bullet è stata ispirata dalla forma del becco di un uccello Martin Pescatore. Partendo dall'obiettivo di risolvere il problema del boato che generava il treno una volta usciti dal tunnel, l'ingegnere capo della West Japan Railway Company insieme al suo team creò una forma simile al becco di un martin pescatore da montare sulla parte anteriore del treno, così che al suo passaggio questo separi l'aria piuttosto che comprimerla, risolvendo così il problema del boato.

Entrambe le strategie si basano sul diagramma del Life's Principles descritto, ma seguono un andamento diverso a seconda della metodologia scelta per la progettazione. Il primo approccio è denominato Bottom-Up, ovvero partire da una ricerca biologica basilare e in seguito rendere disponibili le intuizioni ai campi tecnologici per ulteriori approfondimenti e sviluppi. È possibile che tale approccio venga denominato in modi differenti, come "Biology Influencing Design", "Bottom-Up Approach", "Solution-Driven Biologically Inspired Design" o "Biology to design". Tutti si riferiscono allo stesso significato, ovvero quando un designer osserva una caratteristica interessante di un organismo o di un ecosistema, realizza una potenziale domanda di invenzione e crea (o migliora) un prodotto o processo basato sulla caratteristica interessante dell'organismo o dell'ecosistema. "I salti innovativi che si trovano in un processo bottom-up possono essere molto grandi. D'altra parte, un tipico processo bottom-up è costoso in termini di tempo. Tipicamente, ci vogliono dai 3 ai 7 anni dal riconoscimento di un modello biologico interessante per l'implementazione tecnica alla fabbricazione di un prodotto biomimetico innovativo"^[42].

L'approccio opposto, definito Top-Down, ricerca di modelli biologici adeguati alla risoluzione di problemi specifici e prefissati. Come il precedente, è possibile che il processo venga definito con nomi diversi, ad esempio "Design looking to biology", "Top-down Approach", "Problem-Driven Biologically Inspired Design" o "challenge to biology". Hanno tutti lo stesso significato e indicano anche il modo in cui i designer guardano alla natura e agli organismi per le soluzioni, dove i designer devono riconoscere esattamente i loro problemi di design e associarli con organismi che hanno risolto tali problemi in modo simile. «Il processo top-down può portare rapidamente al successo dello sviluppo di un prodotto biomimeticamente migliorato. Il fabbisogno temporale varia tipicamente dai 6 ai 18 mesi dal porre il problema alla produzione di un prodotto funzionale o di un prototipo. Il punto limite del processo top down sta nel fatto che i

[42] Bar-Cohen, Y. *Biomimetics: Nature-Based Innovation*; Taylor & Francis: New York, NY, USA, 2011.

salti innovativi che ci si può aspettare sono di solito più piccoli che nel processo bottom-up."^[43]

Per supportare i progettisti nella ricerca del corrispettivo biologico da trasferire al progetto, sono stati creati database che consentono, per analogia, di esplorare le soluzioni adottate dalla natura. Tra questi, il più noto e accessibile è il database AskNature proposto dalla Biomimicry Institute, in cui è possibile ricercare attraverso parole chiave o frasi più articolate le soluzioni adottate dalla natura che vengono suddivise in biological strategies, inspired ideas e collection.

Un altro database utilizzato è il bioTRIZ, sviluppato a partire da 2001 dal gruppo di ricerca del Center for Biomimetic and Natural Technologies dell'università di Bath coordinato da Julian Vincent, usa l'approccio TRIZ, metodo per favorire il trasferimento di informazioni dall'ingegneria ad altre discipline. Il database consente di accedere attraverso una ricerca tematica a soluzioni trovate in natura, consentendo ad un pubblico non specializzato di riscontrare fenomeni naturali che coniugano proprietà e prestazioni da integrare nel progetto.

I diagrammi illustrati per ogni approccio sono il risultato di uno schema che inizialmente nasce a forma di spirale. La Biomimicry Design Spiral è un processo passo-passo per trasformare le strategie della natura in soluzioni progettuali innovative e sostenibili. Questa metodologia è stata sviluppata nel 2005 da Carl Hastrich, un designer industriale che ha adottato un processo di progettazione standard, aggiunto i passaggi unici necessari per la biomimetica e, quindi, emulando uno dei modelli pervasivi della natura, ha trasformato il processo in una spirale.

Oltre i due approcci appena discussi, sono stati individuati diversi livelli di accesso alle informazioni biologiche, chiavi di lettura per l'individuazione delle performance presenti in natura e che possono essere trasferite al progetto. Dalla revisione della letteratura

[43] Bar-Cohen, Y. *Biomimetics: Nature-Based Innovation*; Taylor & Francis: New York, NY, USA, 2011.

vengono generalmente espressi tre macro livelli: il primo è il livello dell'organismo, ovvero l'imitazione di una parte o di un intero organismo specifico, il secondo livello si riferisce all'imitazione del comportamento di un organismo (o un contesto più ampio), e infine il terzo livello riguarda l'imitazione di interi ecosistemi e dei principi comuni che consentono loro di funzionare con successo.^[44] Attraverso ogni livello è possibile accedere a cinque dimensioni che determinano in quale misura viene imitata la natura, ovvero in termini morfologici, materici, costruttivi, funzionali e di processo.

Ulteriore fattore da considerare nel processo di progettazione biomimetica è la scalabilità, ovvero il rapporto tra la scala dimensionale del modello biologico e quella del prodotto. Non sempre le caratteristiche che si osservano in natura possono essere direttamente trasferite e ridimensionate al progetto, rischiando così di applicare soluzioni poco efficaci^[45].

In ultimo, essendo un approccio progettuale che osserva e indaga la natura, si ritiene necessaria la formazione di gruppi interdisciplinari per lo sviluppo del progetto per mettere in atto nuovi strumenti sia scientifici che culturali, integrando i metodi e le strategie del Design per la Sostenibilità con i principi della Biomimesi.

1.3 La biomimesi come driver per l'incremento della sostenibilità ambientale: esempi di prodotti e progetti già sviluppati

“We do not seek to imitate nature, but rather to find the principles she uses”

Buckminster Fuller

La natura è stata osservata dall'uomo per la generazione di modelli, da quello geometrico-formale, all'organico o strutturale. Oggi, grazie alle nanotecnologie e alle nanoscienze, abbiamo la possibilità di comprendere in modo approfondito le funzioni, i principi e le modalità di processo adottati dalla natura. Un “modello da imitare in termini di equilibrio, vantaggio, evoluzione e progresso”^[46], con ricadute significative in termini ambientali. Come afferma Pawlyn, il nostro ambiente, agendo come R&S naturale, ha selezionato i design più efficienti e ottimali e ha scartato quelli non funzionali.

Un esempio presente in natura, e che integra le qualità appena citate, è il guscio ad spirale del nautilus, considerata una delle geometrie più aggraziate della natura, ma che studiandolo approfonditamente rappresenta anche una delle tante soluzioni ecologiche attuate dalla natura. Oltre ad essere realizzato solo con risorse disponibili localmente e abbondanti, utilizza una chimica a base d'acqua e l'autoassemblaggio per formarsi. Il guscio del nautilus è abilmente progettato per consentire una crescita infinita e proporzionale. Ma di esempi e strategie naturali a cui far riferimento sono molti, come la seta prodotta dal ragno, molto sottile eppure è molte volte più forte dell'acciaio, nonché commestibile. Oppure lo scarafaggio namibiano che può raccogliere acqua potabile dall'umidità presente nell'aria in un luogo dove non piove mai. La natura, nei suoi 3,8 miliardi di anni di test, ha attuato soluzioni efficienti e i progettisti possono ispirarsi ad essa per la risoluzione di problemi tecnici.

Tra i prodotti bioispirati più noti si ricordano i treni proiettile giapponesi ispirati al martin pescatore, l'invenzione del velcro ispirata dalla bardana e le pale delle turbine

[44] Nurul Izzati Othmani, Mohd Yazid Mohd Yunus, Nor Atiah Ismail, Khairul Aidil Azlin Abd. Rahman. *Review on Biomimicry Levels*. American Journal of Humanities and Social Sciences Research (AJHSSR), Volume-02, Issue-08, 2018, pp-55-58.

[45] Langella, C. *Design e Scienza*. Collana scientifica Design Experience. Trento/Balrcellona: ListLab. 2019.

[46] Levi M., Rognoli V., Salvia G., *Il progetto della natura. Gli strumenti della biomimesi per il design*, Milano, Franco Angeli, 2009.

eoliche le cui forme sono ispirate dalle creste sulle pinne pettorali delle megattere che creano un flusso aerodinamico in acqua. Gli esempi citati sono solo alcune delle tecnologie su cui facciamo affidamento oggi e che sono state influenzate da soluzioni osservate in natura. I prodotti e materiali bioispirati suggeriscono potenzialità in termini di sostenibilità ambientale perché, oltre ad integrare le strategie di eco-design ormai consolidate, incorporano i principi e linee guida con la quale la natura opera, ottenendo esplicitamente e implicitamente vantaggi lungo tutto il ciclo di vita del prodotto.

Al fine di evidenziare le potenzialità e benefici ambientali che l'approccio biomimetico può offrire nella progettazione di prodotti, nel presente capitolo si analizza tre casi studio di progetti e prodotti al fine di evidenziare il carattere di innovazione progettuale apportato e le relative ricadute ambientali.

Il primo prodotto selezionato è lo scarpone da sci Masterlite progettato da MM Design e prodotto dall'azienda Garmont, vincitore di premi e riconoscimenti quali il Red Dot Design Award 2011, Premio Nazionale per l'Innovazione 2012 e ADI Compasso D'oro 2014. L'obiettivo principale nella concettualizzazione del nuovo scarpone da sci era raggiungere una leggerezza tale da permettere agli utenti di praticare in modo confortevole e agevole le attività sportive di tipo agonistico e touring su neve, senza comprometterne le prestazioni. I designer si sono ispirati alle strutture ossee dei volatili, ovvero strutture cave e leggere capaci di sopportare forze estreme grazie alla loro porosità, caratteristica che permette di ottenere un'ottima rigidità strutturale. In seguito ad un'attenta analisi ergonomica e strutturale del prodotto, la bio-ispirazione è stata applicata concentrando il materiale in relazione alle aree di massima sollecitazione, impiegandone così lo stretto necessario e riducendo al minimo il peso dello scarpone, senza comprometterne qualità prestazionali quali resistenza, praticità e l'affidabilità di utilizzo. Grazie a tale soluzione, il guscio dello scarpone, formato da strati più spessi di materiale, appare e si comporta come



Fig. 21. Scarpone da sci Masterlite progettato da MM Design e prodotto dall'azienda Garmont.



Fig. 22. Scarpone da sci Masterlite, dettaglio della trama.

una rete strutturale, capace di garantire un'elevata tenuta meccanica e distribuire uniformemente il peso del corpo. La struttura è stata realizzata in Pebax, copolimero riciclabile e riutilizzabile dopo la sua granulazione. Pertanto, il prodotto nel suo complesso è stato pensato per essere semplice da assemblare, garantendo così un buon grado di disassemblabilità.

Per comprendere i vantaggi della bioispirazione applicata allo scarpone Masterlite si potrebbe avanzare una comparazione con scarponi analoghi. In questa categoria di prodotti la qualità prestazionale della leggerezza è data nella maggiore parte dei casi dall'uso della fibra di carbonio, materiale che può ricoprire interamente o buona parte del prodotto. Pur permettendo di raggiungere parametri soddisfacenti relativi al peso, la fibra di carbonio ne compromette l'adattamento alla forma del piede causando l'insorgenza di problemi legati all'usabilità. Il processo di produzione dello scarpone da sci in fibra di carbonio è spesso di tipo manuale e non automatizzato come potrebbe essere uno scarpone da sci in materiale polimerico stampato ad iniezione.

In commercio esistono molti scarponi da sci in materiale plastico ma che raggiungono pesi maggiori, ad esempio Literider della stessa Garmont, realizzato in PU, pesa 100g in più rispetto ai 1090gr del Masterlite bioispirato in Pebax.

Si nota quindi che l'integrazione della biomimesi in un processo di re-design di un prodotto consente ai progettisti di poter utilizzare abilmente materiali anche non

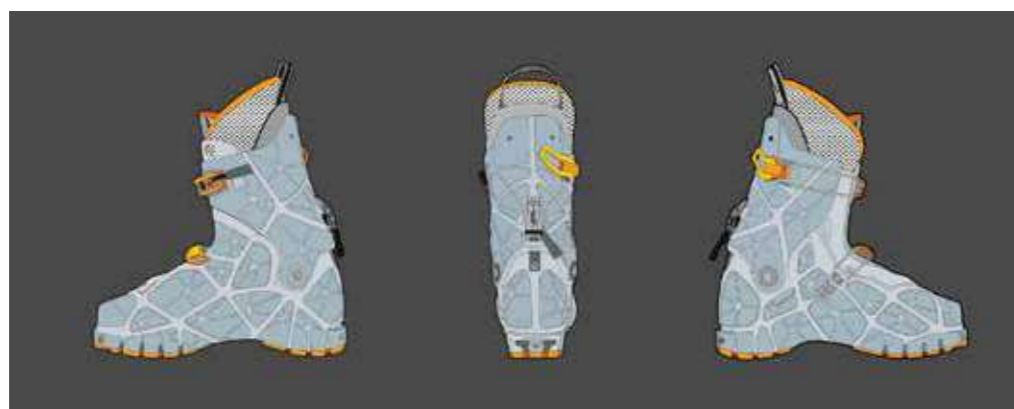


Fig. 23. Scarpone da sci Masterlite, viste laterali e posteriore del prodotto.

“ipertecnici” per raggiungere qualità prestazionali prestabilite.

Il secondo progetto che si vuole approfondire riguarda un prodotto che sin dalla sua ideazione ha subito poche variazioni formali e funzionali. Il prodotto in questione è lo pneumatico per i veicoli su ruote, impiegati oggi in tutta la gamma di mezzi di piccoli o di grandi dimensioni. Uno pneumatico è per definizione una “cerchiatura elastica per ruote di veicoli, costituita da un involucro inestensibile e deformabile realizzato in mescola, nel cui interno si trova aria in pressione, spesso contenuta in un apposito involucro detto camera d'aria^[47]. Nel dettaglio, le ruote delle automobili sono solitamente realizzate con un'anima in acciaio che offre una forte capacità portante e dotata di uno pneumatico che garantisce l'assorbimento degli urti durante il contatto con la superficie del suolo. Tuttavia, una volta forato, lo pneumatico perde pressione e riduce la mobilità del veicolo, compromettendo così la sicurezza stradale. Nonostante gli sforzi di riutilizzo e riciclaggio, una grande percentuale di pneumatici di scarto finisce ogni anno in discarica^[48].

Nel ripensare una nuova classe di ruote, alcune case automobilistiche si sono ispirate alle strutture cellulari presenti in natura che consentono la creazione di una struttura robusta e multifunzionale utilizzando la minima quantità di materiale.

Gli pneumatici che si ispirano alle strutture cellulari sono comunemente chiamati *airless*, e come suggerisce il nome, sono pneumatici che non si basano sull'aria compressa per l'assorbimento degli impatti con la superficie stradale. Sono invece pneumatici costituiti da un solido mozzo interno montato sull'asse del veicolo, da cui partono una serie di raggi ammortizzanti racchiusi in una banda tesa a formare il bordo esterno dello pneumatico. La tensione data dalla banda unita alla configurazione dei raggi permette al nuovo componente di svolgere le stesse prestazioni date dall'aria compressa negli pneumatici convenzionali, ottenendo però ulteriori vantaggi sia in termini di sicurezza che in termini ambientali.



Fig. 24. Michelin Tweel. Quando il veicolo passa sopra un ostacolo, i raggi interni si piegano, per poi tornare rapidamente in forma.

[47] Definizione Treccani.

[48] Nella zona di Sulaibiya, in Kuwait, si trova la discarica di pneumatici più grande del mondo, che contiene circa 7 milioni di pneumatici. Nell'agosto 2021 scoppiò un improvviso e vasto incendio, sfiorando un serio disastro ambientale. Fonte: La Repubblica



Fig. 25. Hankook airless i-Flex. Ultimo modello presentato al CES 2022.

Integrare pneumatici airless in un veicolo vuol dire ridurre significativamente le probabilità di foratura e/o di scoppio dello stesso, il che si traduce in una riduzione importante di incidenti stradali. Poiché non si sgonfiano e possono essere riparati, gli pneumatici airless non dovranno essere buttati via e sostituiti quasi con la stessa frequenza degli pneumatici convenzionali. Questo ridurrà significativamente la produzione di rifiuto e quindi anche di volume nelle discariche.

Proprio per gli aspetti vantaggiosi, la ricerca sugli pneumatici airless è stata costante in questi anni, dai prototipi delle aziende Michelin e Bridgestone, fino all'ultimo modello presentato da Hankook al CES 2022. Differente dal prototipo di pneumatico senza aria della Michelin la quale utilizzava un design a lamelle, l'Hankook airless i-Flex presenta un'ossatura interna con elementi esagonali e tetragonali interlacciati tra loro., determinando diversi livelli di rigidità e di resistenza al carico dello pneumatico. Anche gli sviluppi di materiali biomimetici potrebbero offrire soluzioni interessanti per la produzione di prodotti durevoli: ad esempio i materiali dalle capacità autoriparanti, ovvero materiali intelligenti capaci di ricostruire la sua integrità formale e funzionale a seguito di un danno subito, pensati quindi nell'integrare meccanismi di riparazione che controbilancino quelli degradativi derivanti dal loro utilizzo. Danni quali tagli superficiali, graffi, lesioni da impatto o da corrosione sono tra le tipologie di danni che si fronteggiano sia per ragioni di integrità strutturale, poiché possono rapidamente portare ad un'alterazione irreversibile delle proprietà meccaniche del materiale, sia per ragioni estetiche, in particolare per le superfici e i rivestimenti.

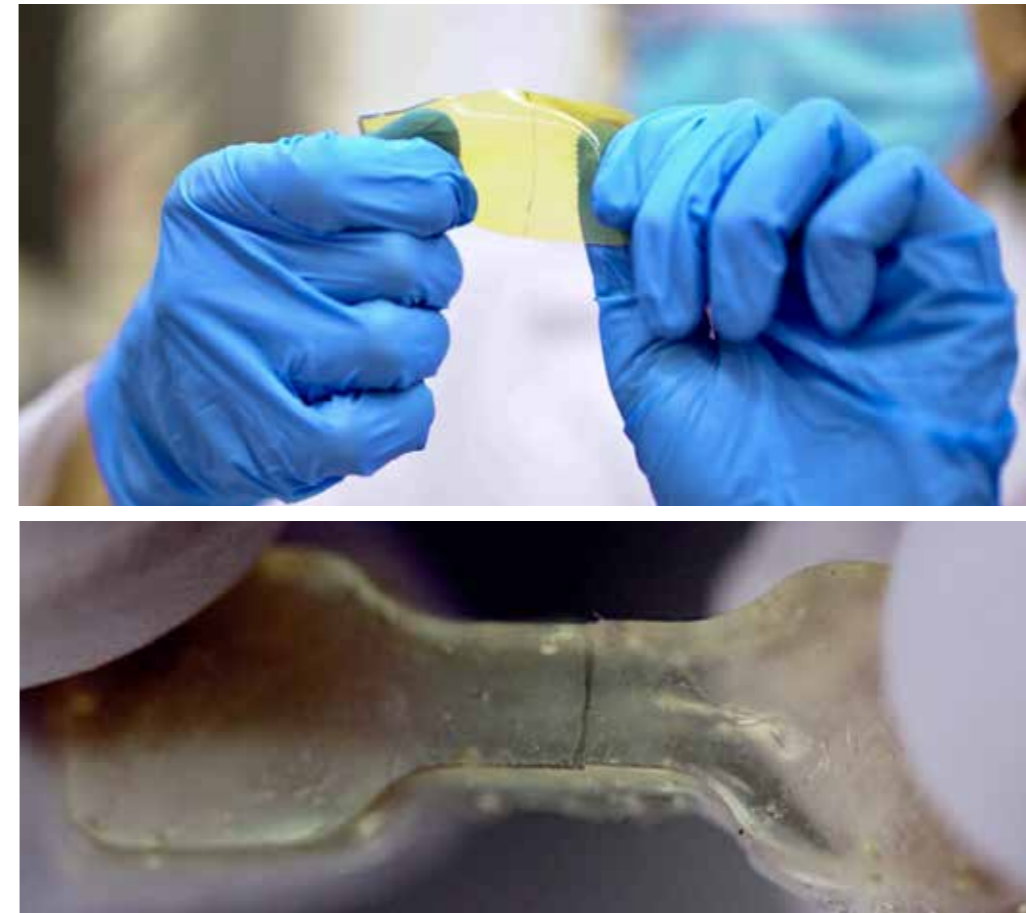


Fig. 26 University of Illinois, 2014. Sperimentazione di un elastomero in grado di autoripararsi se diviso in due parti.

Esistono esempi di self-healing materials in tutte le principali classi di materiali: polimeri, metalli, ceramiche e conglomerati cementizi. Possono essere classificati in tre tipologie a seconda del sistema sulla quale si basa il meccanismo di riparazione: quelli con microcapsule, quelli con canali vascolari e quelli intrinsecamente autoriparanti, variando così le modalità di attivazione, dal meccanico, termico, luminoso, elettrico, elettromagnetico^[49]. Ad esempio, sono in fase di sperimentazione polimeri in grado di sanare il formarsi di cricche e lacerazioni attraverso microcapsule e un catalizzatore inglobati nella matrice: al formarsi della frattura le microcapsule si rompono, entrando in contatto con l'aria e il catalizzatore e avviando il processo di polimerizzazione che colma la "ferita".^[50] Nonostante numerosi modelli biologici studiati e approfonditi, negli ultimi anni sono stati sviluppati solo pochi sistemi di materiali autoriparanti in grado di sigillare o guarire (parzialmente) i danni e di ripristinare le rispettive proprietà meccaniche e l'integrità strutturale rispetto al campione intatto. I meccanismi di autoriparazione restano comunque un campo a cui biologi e ingegneri sono sempre più interessati^[51]. Pertanto, i materiali autoriparanti

[49] Cremaldi, J. C.; Bhushan, B. *Bioinspired self-healing materials: lessons from nature*. Beilstein J. Nanotechnol. 2018.

[50] Mascitti J., *Biomimetic materials for design. Nuovi materiali per un design bio-ispirato, rigenerativo e sostenibile*. Ph.D Thesis, XXVII ciclo, School of Advanced Studies SAS, 2015. Tutor: Prof.ssa Lucia Pietroni.

[51] Speck O, Speck T. *An Overview of Bioinspired and Biomimetic Self-Repairing Materials*. Biomimetics (Basel). 2019.

permetteranno di allungare esponenzialmente la vita utile di prodotti soggetti a stress ripetuti e usura consentendo, allo stesso tempo, di abbattere i costi di manutenzione, monitoraggio e ripristino.

Attraverso l'approfondimento dei tre prodotti e progetti bioispirati si intendeva evidenziare le potenzialità offerte dal trasferimento e dall'applicazione di soluzioni adottate dalla natura nella progettazione di prodotti:

- con lo scarpone masterlite avviene la riduzione dell'impiego di materiale garantendo ugualmente prestazioni quali durabilità, resistenza e affidabilità. Uno scarpone che impiegando adeguatamente un materiale plastico con una struttura reticolare e configurata come le ossa umane garantisce performance quali durabilità e comfort, anziché una fibra di carbonio che risulta essere materiale impegnativo sia in termini di produzione che di costi (a valle e a monte);

- l'architettura a nido d'ape del concept di Hankook a tre livelli di tenacità promette manutenzione minima, maggiore sicurezza poiché non vi è possibilità di foratura e scoppio, un buon assorbimento degli urti e apprezzate capacità di carico verticale, riducendo il numero di materiali utilizzati, e una vita potenzialmente più lunga e capacità di riciclo prodotto maggiore rispetto agli pneumatici tradizionali;

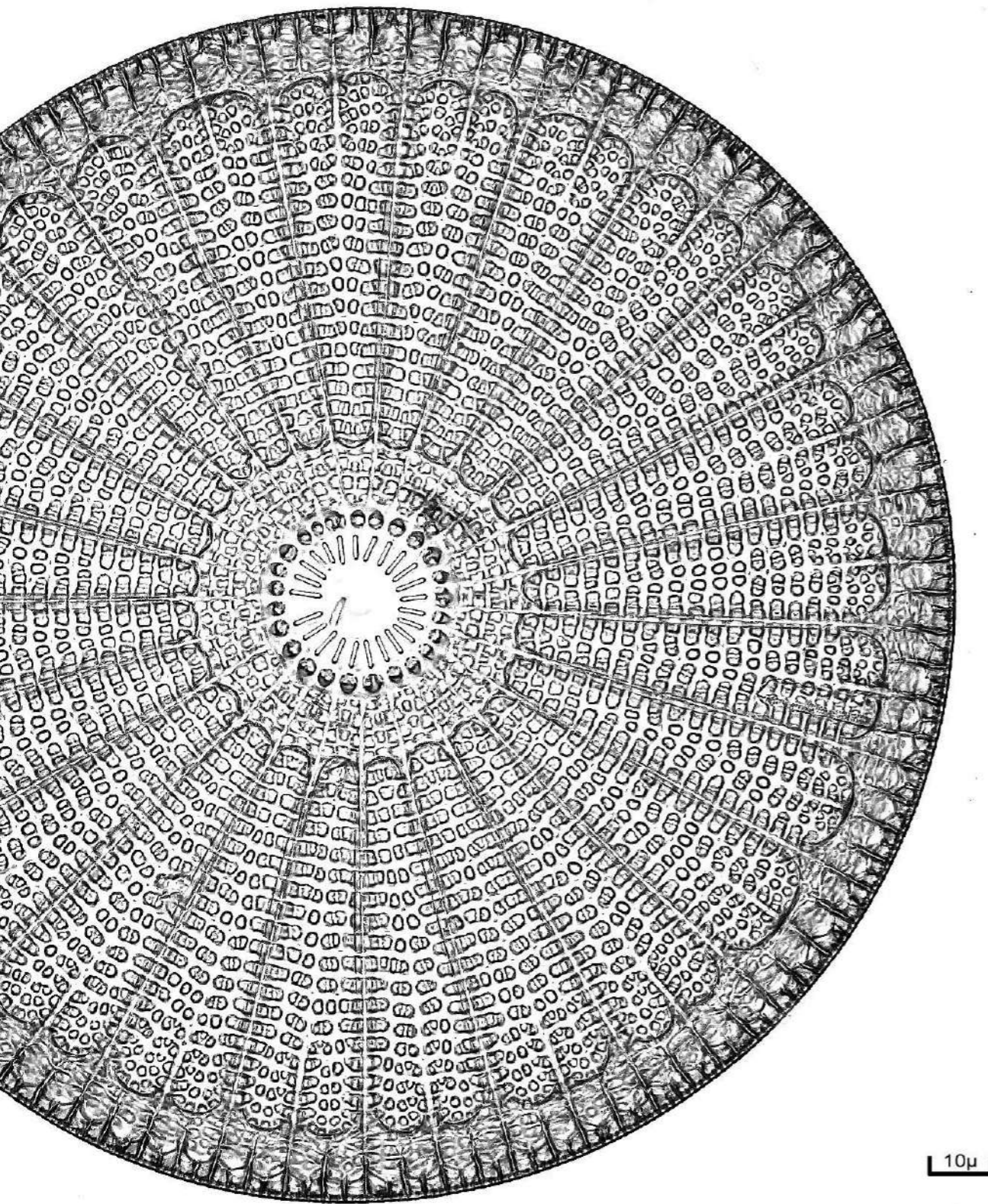
- l'applicazione di materiali autoriparanti invece possono garantire durabilità nel tempo, e quindi l'allungamento della vita utile del prodotto.

Seppur valutati qualitativamente, e non quantitativamente, le soluzioni del mondo biologico applicati ai progetti descritti suggeriscono vantaggi e benefici sia in termini ambientali che dal punto di vista del miglioramento degli aspetti formali, funzionali e prestazionali dei prodotti.

Capitolo 2

La valutazione e quantificazione dei benefici ambientali di un approccio bioispirato al progetto

- 2.1 Quantificare l'impatto ambientale dei prodotti biomimetici
- 2.2 Re-design bioispirato e analisi ambientale di un prodotto industriale
- 2.3 Metodologia e strumenti della ricerca progettuale



2 La valutazione e quantificazione dei benefici ambientali di un approccio bioispirato al progetto

2.1 Quantificare l'impatto ambientale del prodotto biomimetico

Come è stato possibile notare nel capitolo precedente, i prodotti biomimetici esprimono potenzialità in termini di sostenibilità ambientale. La biomimesi, che si basa sull'emulazione di principi presenti in natura, parte dall' "ipotesi che qualora si imiti la natura si rientra automaticamente in uno stato intrinsecamente eco-sostenibile, visto che la natura per definizione opera in regime di sostenibilità"^[52].

Una ipotesi considerata come la "promessa biomimetica", coniato da von Gleich riferendosi alle pratiche di design di ispirazione biologica. Secondo l'autore, la biomimesi è in grado di fornire, in modo più o meno esplicito, soluzioni di eccezionale qualità. Queste ultime sono spesso giustificate con il "testata e provata" dello sviluppo evolutivo della natura e da un "processo evolutivo di ottimizzazione della durata di milioni di anni"^[53].

Tali qualità si dovrebbero manifestare nel progetto in tre aspetti: basso grado di rischio, maggiore possibilità di appropriatezza ecologica, e quindi di contributo alla sostenibilità, e con una ingegenosità precedentemente irraggiungibile con la rispettiva soluzione. Si presume che le soluzioni che si sono dimostrate efficaci nel processo competitivo dell'evoluzione debbano possedere le rispettive qualità per il successo. Ispirandosi alla natura, e quindi basandosi sull'ottimizzazione evolutiva, le soluzioni bio-ispirate dovrebbero essere innovative, ecologicamente valide, resilienti e a basso rischio. Su queste basi si collega la progettazione bio-ispirata alla sostenibilità.

[52] Levi M., Rognoli V., Salvia G., *Il progetto della natura. Gli strumenti della biomimesi per il design*, Milano, Franco Angeli, 2009.

[53] Gleich, A., Pade, C., Petschow, U., Pissarskoi, E., *Potentials and Trends in Biomimetics*. Springer, 2009.

Seppur concettualmente valide queste premesse, i risultati dell'approccio biomimetico dovrebbero essere messe criticamente in discussione. Infatti la promessa biomimetica è spesso contestata in letteratura (Kennedy et al, 2015^[54]; MacKinnon et al, 2020^[55]; Helmrich et al, 2020^[56]) poiché i prodotti biomimetici non sempre garantiscono qualità ambientali.

Ad esempio, le soluzioni tecnologiche tendono a fare affidamento su input energetici per raggiungere un obiettivo funzionale. Le soluzioni biologiche invece tendono a sfruttare il trasferimento di informazioni e le strutture gerarchiche. Un esempio pratico è la produzione del kevlar, una fibra sintetica ad alte prestazioni, formata da una reazione chimica ad alta intensità energetica che si verifica ad alte temperature. In natura la produzione della seta del ragno, fibra naturale fino a 10 volte più resistente del kevlar, avviene a temperatura ambiente usando la chimica a base d'acqua.

Non è quindi scontato che il risultato biomimetico risulti efficiente e ciò può dipendere da molteplici fattori: ad esempio la difficoltà nell'astrarre e applicare i principi biologici alla progettazione tecnica, la diversità delle caratteristiche e vincoli tra il sistema biologico e quello tecnico, la possibilità di ottenere vantaggi ambientali in alcune fasi del ciclo di vita del prodotto contrastato da effetti indesiderati in altre fasi^[57].

Inoltre, alcuni autori sottolineano la mancanza di una relazione comprovata tra progettazione biomimetica e progettazione sostenibile. Taryn Mead e Sally Jeanrenaud nel loro articolo "The Elephant in the Room: Biomimetics and Sustainability?"^[58] valutano la connessione tra biomimesi e misure di sostenibilità. Da una loro un'indagine esplorativa, in cui si interrogavano progettisti di diversi ambiti, emerge che nel valutare la sostenibilità dei progetti biomimetici ci si affidava ad una valutazione intuitiva anziché scientifica. "Mentre alcuni ricercatori hanno iniziato ad affrontare la questione della valutazione della sostenibilità nella biomimetica, c'è molto poco discorso critico che affronta questo "elefante nella stanza"^[59]. Così, la promessa biomimetica, che cerca di collegare la biomimesi alla sostenibilità, deve ancora essere dimostrata su larga scala con un livello di profondità che possa contribuire all'evoluzione del dibattito e della pratica dello sviluppo sostenibile. Più in particolare, c'è una comprensione limitata di come i professionisti si stanno avvicinando alle questioni di sostenibilità nel contesto della biomimetica, come stanno valutando gli impatti e come la sostenibilità può essere qualificata e quantificata nella ricerca e sviluppo della biomimetica."

Data la domanda aperta esplicitata dall'autore, la presente ricerca si è focalizzata nell'individuare casi studio di prodotti e progetti biomimetici valutati quantitativamente. Dalla revisione della letteratura scientifica si riscontrano pochi esempi di prodotti biomimetici analizzati. Tra questi vi sono il caso studio sulla valutazione ambientale di una struttura del soffitto ispirato all'osso comparata rispetto ai soffitti leggeri convenzionali^[60] e la valutazione ambientale della vernice per facciate con effetto loto

[54] Kennedy, E.; Fecheyr-Lippens, D.; Hsiung, B.K.; Niewiarowski, P.H.; Kolodziej, M. *Biomimicry: A Path to Sustainable Innovation*. Des. Issues 2015, 31, 1–5.

[55] MacKinnon, R.; Oomen, J.; Pedersen Zari, M. *Promises and Presuppositions of Biomimicry*. Biomimetics 2020, 5, 33.

[56] Helmrich, C.; Chester, M.V.; Hayes, S.; Markolf, S.A.; Desha, C.; Grimm, N.B. *Using Biomimicry to Support Resilient Infrastructure Design*. Earth's Future 2020, 8, 1–18.

[57] O'Rourke, J. M., Seepersad, C.C. *Toward a methodology for systematically generating energy- and materials-efficient concepts using biological analogies* J. Mech. Des. 2015.

[58] Mead, T., Jeanrenaud, S. *The elephant in the room: biomimetics and sustainability?* Bioinspired, Biomimetic and Nanobiomaterials, 2017, vol. 6, no. 2, pp. 113–121.

[59] Elephant in the room è un'espressione inglese per indicare una verità ovvia, un problema o un rischio che viene ignorato, che non viene affrontato o che nessuno vuole discutere.

[60] Antony, F., Grießhammer, R., Speck, T., Speck, O. *Sustainability assessment of a lightweight biomimetic ceiling structure*, Biomimetics, 2014.

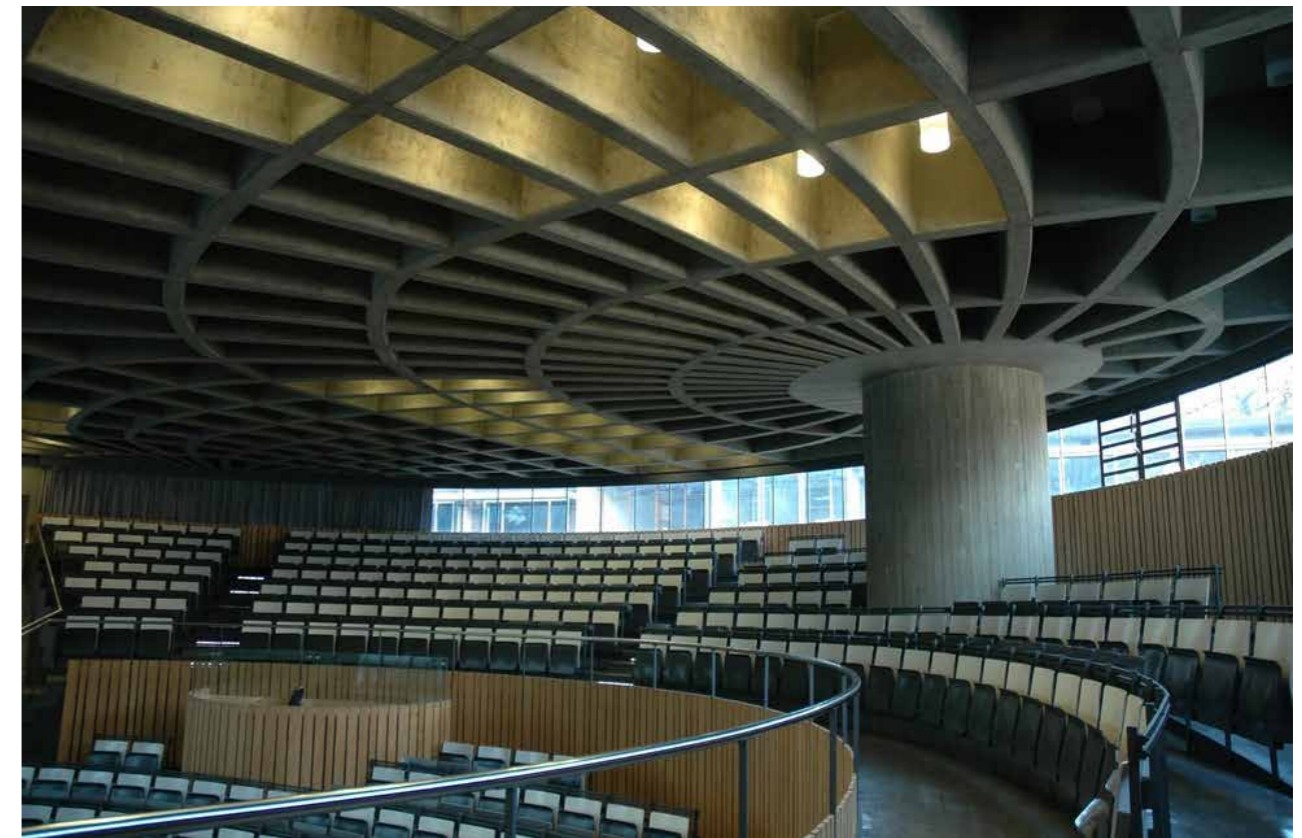


Fig.27. Soffitto a nervature di ispirazione ossea dell'ex aula magna di zoologia dell'Università di Friburgo, Germania.

Lotusan® rispetto alla vernice convenzionale Jumbosil®^[61]. Per valutare il potenziale di sostenibilità dei casi studio, gli autori hanno avviato una serie di analisi utilizzando il metodo PROSA, considerando in particolar modo gli aspetti ecologici ed economici, confrontandoli con le analisi relative ai prodotti convenzionali.

Il primo esempio è uno studio condotto da ricercatori dell'Università di Friburgo risalente al 2014, la quale adottano un approccio sistemico alla valutazione ambientale di una lastra nervata come soffitto dell'ex aula di zoologia dell'Università di Friburgo (Germania), costruita dall'architetto H.D. Hecker negli anni '60 (Fig.27). In primo luogo gli autori si accertano che la struttura possa definirsi biomimetica, seguendo i criteri suggeriti dall'Associazione degli ingegneri tedeschi (VDI)^[62]. Il concetto biologico che ha generato la lastra nervata della vecchia aula di zoologia dell'Università di Friburgo è stato la struttura morfologica-anatomica delle ossa cave e l'andamento delle trabecole ossee che seguono le traiettorie delle sollecitazioni nella direzione della condizione di carico principale. Questo trasferimento di conoscenze ha portato alla realizzazione di una lastra con nervature isostatiche in cemento armato. Le trabecole delle ossa del femore hanno la stessa funzione delle nervature della lastra dell'aula. La struttura bio-ispirata del soffitto può quindi classificarsi come prodotto biomimetico. La lastra nervata ha un diametro di 23,86 m ed è montata su un pilastro cavo in cemento

[61] Antony, F., Grießhammer, R., Speck, T., Speck, O. *The cleaner, the greener? Product sustainability assessment of the biomimetic façade paint Lotusan® in comparison to the conventional façade paint Jumbosil®*. Beilstein Journal of Nanotechnology, 2016.

[62] I criteri suggeriti dall'Associazione degli ingegneri tedeschi (VDI) prevedono (i) che un modello biologico disponibile o precedente sia stato trovato e studiato dagli sviluppatori/progettisti; (ii) l'astrazione del modello biologico in cui i principi funzionali e operativi sottostanti vengono dissociati dal modello; (iii) l'applicazione dei principi astratti dal modello biologico alla tecnica.

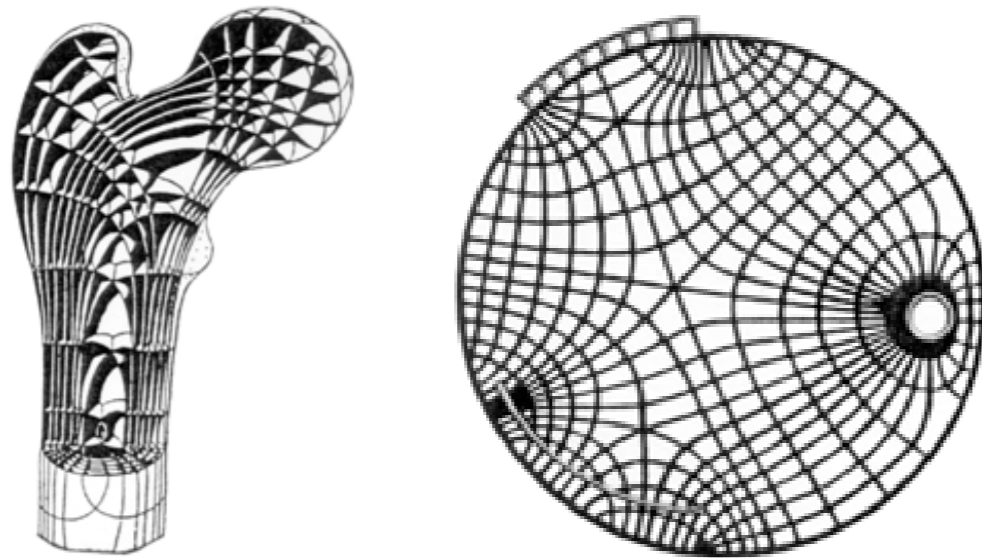


Fig. 28. Ossa e struttura del soffitto biomimetica. A sinistra: superfici spazialmente curvate di forze equivalenti nel femore degli esseri umani; a destra, schema delle nervature isostatiche del soffitto a nervature di ispirazione ossea dell'ex aula magna di zoologia dell'Università di Friburgo (Germania).

armato e su due supporti a muro curvi. Questa specifica condizione strutturale porta a una particolare disposizione geometrica delle nervature isostatiche (Fig.28), che garantisce la massima stabilità e il minor apporto di materiale possibile.

Per valutare il potenziale di sostenibilità del caso studio, gli autori hanno avviato una serie di analisi utilizzando il metodo PROSA, considerando in particolar modo gli aspetti ecologici ed economici. Il processo valutativo prevede il confronto del caso studio preso in esame con strutture di soffitti leggeri ritenuti all'avanguardia nei primi anni Duemila, ovvero una lastra a struttura cava e una lastra piana precompressa. I modelli delle strutture di soffitti leggeri prevedono le stesse caratteristiche dimensionali del caso studio e il montaggio della piastra su tre supporti: l'incasso del soffitto su di un pilastro cavo in cemento armato con un diametro di 2 m, e l'appoggio su due pareti curve.

Gli autori hanno valutato il Life-Cycle Costing la quale ha rivelato che, a causa del grande lavoro per la costruzione nervature, il controsoffitto biomimetico era 2,2 volte più costoso della lastra a manufatto cavo e circa 2,1 volte più costosa della lastra piana precompressa, mentre i costi complessivi dei materiali sono simili per tutte e tre le opzioni.

Come seconda analisi è stata eseguita una valutazione dettagliata del ciclo di vita sui rispettivi impatti ambientali. Lo studio LCA prende in considerazione la fornitura di un soffitto per l'aula magna come unità funzionale. Il confine di sistema è relativo all'intero ciclo di vita, definito "dalla culla alla tomba". Per motivi di chiarezza, gli autori si sono concentrati sulle categorie di impatto più comuni. Dai risultati complessivi del calcolo si notano lievi differenze tra i 3 casi studio ad eccezione della categoria d'impatto CED-Cumulative energy demand (Consumo energetico), in cui il soffitto biomimetico ha ottenuto risultati migliori rispetto alle due opzioni di soffitti leggeri.

In termini di potenziale di riscaldamento globale, il solaio a nervature ha prodotto solo circa il 50% degli impatti ambientali causati dalle due strutture convenzionali. In conclusione, la lastra nervata ha un beneficio di 3,6 e 4,4 volte superiore a causa della combustione della cassaforma in legno rispetto alle due alternative. La struttura biomimetica risulta essere equivalente, dal punto di vista ecologico, alle due opzioni di soffitti leggeri. La "promessa biomimetica" del soffitto bio-ispirato è stata mantenuta grazie alla convalida positiva del controllo biomimetico e alla successiva valutazione

della sostenibilità, seppur questo risultato non fa alcuna ipotesi sul trasferimento consapevole da parte dell'architetto dei parametri di sostenibilità dal modello biologico alla soluzione tecnologica.

Degli stessi autori troviamo il secondo caso studio che mette a confronto la vernice per facciate con effetto loto Lotusan® rispetto alla vernice convenzionale Jumbosil®. Anche per questo studio è stato utilizzato un approccio sistemico alla valutazione ambientale, analizzando e confrontando i costi e gli impatti a ciclo di vita dei prodotti. Il trasferimento e l'applicazione al dominio tecnologico della funzione autopulente delle superfici fogliari ha permesso lo sviluppo di una vernice per facciate dal marchio Lotus Effect®, applicato con successo in Lotusan®, uno dei prodotti biomimetici più conosciuti e più utilizzati. L'analisi Life Cycle Cost relativa ai materiali per litro ha dimostrato che Lotusan® è due volte più costoso di Jumbosil®: il costo totale per un rivestimento di facciata è di 4.382 € per Lotusan® e 4.000 € per la vernice per facciate convenzionale. Dall'analisi del ciclo di vita, con unità funzionale di settantacinque anni, emerge che la pittura Lotusan® richiede solo tre rivestimenti di riverniciatura a fronte dei quattro nel caso dell'utilizzo della pittura Jumbosil®. Dalla valutazione integrativa dei risultati ottenuti dalle singole analisi emerge che il costo elevato della pittura Lotusan® è più che compensato dalla riduzione del consumo complessivo di materiali e dal minor costo della manodopera: i risparmi sui costi per l'intero ciclo di vita dell'edificio di 75 anni ammontano a 2.854 €.

La valutazione del ciclo di vita ha rivelato che Lotusan® ha prestazioni migliori nelle categorie di impatto relative al potenziale di riscaldamento globale e al consumo di energia. Infatti, secondo le varie analisi di scenario effettuate dai ricercatori è stato dimostrato che gli impatti e i costi ambientali sono strettamente legati alla durata del servizio garantito dal prodotto. Emerge anche che le prestazioni più scarse sono dal punto di vista della ecotossicità totale la quale influisce negativamente sull'obiettivo di ridurre il rilascio di sostanze chimiche nell'aria, nell'acqua e nel suolo. Sebbene la vernice autopulente Lotusan® non offre prestazioni migliori del prodotto convenzionale in tutte le categorie di impatto, è stato identificato come un prodotto conveniente e a risparmio di risorse con un impatto complessivo relativamente basso sull'ambiente.

In letteratura si riscontrano ipotesi ragionate di strumenti capaci di supportare i progettisti per facilitare l'uso dell'approccio biomimetico e di fornire al coltempo uno strumento di analisi quantitativa delle prestazioni biomimetiche del progetto, combinando i "principi della vita" suggeriti dal Biomimicry Institute con i metodi di valutazione dell'impatto ambientale utilizzati nell'analisi del ciclo di vita.

Biomimetric, presentato dai ricercatori Philippe Terrier, Mathias Glaus e Emmanuel Rau nell'articolo "Biomimetric Assistance Tool: A Quantitative Performance Tool for Biomimetic Design"^[63] associa per ogni modello unificato della natura (ovvero i "principi della vita") le categorie di impatto corrispondenti aventi indicatori affini al mondo vivente, come l'ecotossicità, la biodiversità e l'eutrofizzazione. Ogni principio dell'organismo vivente è associato quindi a un metodo di valutazione dell'impatto utilizzato nell'LCA per quantificare il progetto biomimetico.

Un ulteriore studio riguarda lo sviluppo di un quadro di riferimento per la valutazione del ciclo di vita dei prodotti aventi capacità autoriparanti^[64], grazie ad esempio all'applicazione di finiture superficiali che garantiscono tale prestazione. L'esigenza nasce in quanto i modelli esistenti per l'estensione della vita dei prodotti nella valutazione del ciclo di vita non sono stati sviluppati per i prodotti con capacità autoriparante.

[63] Terrier, P., Glaus, M., Raufflet, E. *Biomimetric Assistance Tool: A Quantitative Performance Tool for Biomimetic Design*. Biomimetics, 2019.

[64] Cseke, A., Haines-Gadd, M., Mativenga, P., Charnley, F., Thomas, B., Downs, R., Perry, J. *Life cycle assessment of self-healing products*. CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology, Volume 37, 2022.

Ciò impedisce di ottimizzare il loro impatto ambientale in fase di progettazione. Per chiarezza, gli autori definiscono l'autoriparazione come la "capacità di un prodotto di ripristinare le proprie funzioni e utilizzo all'interno del proprio ambiente operativo". Si estende così la definizione della performance biomimetica dal livello del materiale a quello del prodotto, distinguendola da altre tecniche di ripristino come la riparazione. Il modello proposto, che prende in considerazione più cicli di guarigione con diverse efficienze di guarigione, è stato dimostrato attraverso il calcolo degli impatti ambientali di una pala d'elica di drone la cui capacità autoriparante è fornita da un rivestimento protettivo che impedisce la formazione di crepe e scheggiature sui bordi della pala stessa. Anche in questo caso è stata avviata un'analisi comparativa con una pala d'elica senza finitura superficiale autoriparante. Il documento mostra il contributo positivo dell'autorigenerazione nel ridurre l'impatto del ciclo di vita in quanto i benefici delle emissioni evitate superano gli impatti generati della tecnologia di autorigenerazione. Dalla revisione della letteratura scientifica si evince quindi che tali benefici ambientali sono stati raramente esplorati e convalidati in termini ambientali. Seppur interessanti, i casi studio individuati rispondono solo parzialmente alla richiesta di comprovare il legame tra biomimesi e sostenibilità. Suggestiscono però un processo metodologico: la valutazione della sostenibilità ambientale dei prodotti biomimetici deve essere comparata a quella dei prodotti convenzionali; entrambe devono essere effettuate con una metodologia identica per consentire un confronto diretto^[65].

2.2 Re-design bioispirato di un prodotto industriale e valutazione ambientale

Come emerge nei capitoli precedenti, la disciplina della Biomimesi nella progettazione degli artefatti sembra possedere potenzialità rilevanti volti ad incrementare la sostenibilità ambientale degli stessi. Tuttavia, dall'analisi della letteratura scientifica, si evince che tali benefici ambientali sono stati raramente quantificati.

Quest'ultima questione aperta rappresenta il focus che la ricerca dottorale intende approfondire, e si pone quindi l'obiettivo di verificare i reali vantaggi che l'approccio biomimetico può offrire, in termini di sostenibilità ambientale, alla progettazione di prodotti industriali.

Conformemente a quanto avvenuto per i criteri progettuali del Design per la Sostenibilità Ambientale che si sono concretizzati eseguendo un re-design di oggetti esistenti, la ricerca intende intraprendere un percorso di riprogettazione di un prodotto certificato sostenibile per verificare, quantitativamente e qualitativamente, i vantaggi ambientali che l'approccio biomimetico può offrire in più rispetto alle consolidate linee guida e strategie dell'eco-design.

Si prenderà in considerazione il caso studio di un prodotto in possesso di certificazione ambientale e lo si riprogetterà secondo i criteri di eco-design integrati dall'approccio approccio bio-ispirato.

L'obiettivo della ricerca è dunque esplicitare quantitativamente, attraverso un'analisi Life Cycle Assessment e comparazione tra il prodotto di partenza e dal relativo re-design bioispirato, i vantaggi ambientali ottenuti dall'approccio biomimetico nella progettazione di prodotti.

Nel raggiungimento dell'obiettivo, il re-design dovrà essere caratterizzato da un buon grado di fattibilità produttiva, tenendo conto della realtà produttiva aziendale, migliorarlo nelle caratteristiche formali e funzionali laddove possibile con i criteri e principi offerti dalla natura e garantendo parità di prestazioni con il prodotto originario.

[65] Speck, O., Speck, D., Horn, R., Gantner, J., Sedlbauer, K.P. *Biomimetic bio-inspired biomorph sustainable? An attempt to classify and clarify biology-derived technical developments*, Bioinspiration Biomimetics, 2017.

2.3 Metodologia e strumenti della ricerca progettuale

Il processo di sperimentazione progettuale vedrà l'articolazione di diverse fasi che accompagnerà la ricerca nel conseguimento dell'obiettivo principale.

La prima fase prevede la ricerca e la selezione del caso studio da riprogettare con principi biomimetici. Sarà importante selezionare un prodotto che soddisfi i criteri del design per la sostenibilità ambientale e che sia certificato ambientalmente. Si esploreranno quindi le tipologie di etichette di qualità ambientale di interesse per il design, a cui seguirà la raccolta, analisi e archiviazione dei prodotti presenti nei database dei sistemi di certificazione. Attraverso la definizione dei parametri di selezione e di esclusione e, parallelamente, la raccolta di materiale utile per la riprogettazione dello stesso, sarà possibile individuare e selezionare il prodotto da utilizzare come caso studio.

Successivamente seguirà la fase di analisi da effettuare sul prodotto, al fine di individuare le prestazioni formali e funzionali, e su ciò che circonda il prodotto, come ad esempio la realtà aziendale e le normative di riferimento. Per tale fase si prevede la raccolta di informazioni nelle modalità opportune che costituiranno la base per la pianificazione dell'analisi degli impatti ambientali a ciclo di vita del prodotto.

Per quest'ultima, si seguiranno le procedure standardizzate Life Cycle Assessment mediante l'utilizzo del software software ECO-it PRé Consultants, un software che consente di realizzare uno studio LCA di tipo semplificato, ritenuto idoneo per il raggiungimento degli obiettivi di ricerca. La normativa ISO 14040 sintetizza la struttura della LCA in quattro momenti principali:

1. Definizione degli scopi e degli obiettivi (Goal and Scope Definition): la fase preliminare in cui vengono definiti le finalità dello studio, l'unità funzionale (ovvero la misura della prestazione del flusso in uscita funzionale del sistema prodotto), i confini di sistema, definiti a seguito della costruzione del diagramma di flusso del ciclo produttivo al fine di pianificare la raccolta dei dati e delle informazioni, la definizione delle assunzioni e dei limiti dello studio;

2. Analisi di Inventario (Life Cycle Inventory Analysis, LCI) ovvero la costruzione del modello analogico del sistema reale soggetto dello studio, in cui si prevede una fase di lavoro dedicata allo studio del ciclo di vita del processo o attività allo scopo di ricostruire il flusso di energia e materiali che permettono il funzionamento del sistema produttivo, includendo i processi di trasformazione e trasporto.

3. Analisi degli impatti (Life Cycle Impact Assessment, LCIA), lo studio dell'impatto ambientale provocato dai processi o attività nelle fasi del ciclo di vita del prodotto; ed infine

4. Interpretazioni e miglioramento (Life Cycle Interpretation), la parte conclusiva del calcolo LCA, con lo scopo di individuare i possibili cambiamenti necessari a ridurre l'impatto ambientale dei processi o attività considerati.

Da quest'ultima fase del calcolo a ciclo di vita degli impatti ambientali del caso studio, e dalla messa a sistema dei vincoli tecnologici aziendali e normativi, sarà possibile individuare gli obiettivi di eco-design che il nuovo prodotto dovrà soddisfare, relazionandoli e incrementandoli con logiche e strategie offerte dal mondo naturale.

Il processo di riprogettazione bio-ispirata prevederà l'approccio di tipo "Top-down", quindi seguiranno le fasi di ricerca di modelli biologici adeguati alla risoluzione di problemi specifici e prefissati, per poi astrarre le soluzioni biologiche in strategie progettuali e applicarli al nuovo disegno.

Di fondamentale importanza saranno le interazioni costanti con esperti del mondo biologico al fine di comprendere adeguatamente le soluzioni adottate dalla natura, con il supporto di database specifici e bibliografia dedicata.

Il trasferimento delle soluzioni biologiche individuate allo sviluppo progettuale bio-ispirato considera la multidisciplinarietà come caratteristica fondamentale del

processo biomimetico. Gli strumenti per lo sviluppo progettuale comprendono le tecniche di rappresentazione grafica per l'ideazione del nuovo disegno, software per la modellazione 3D in ambiente parametrico per poter avere maggior controllo sulle modifiche da apportare, software di ultima generazione per le analisi di verifica delle prestazioni funzionali che il prodotto deve possedere e garantire, e i modelli fisici di studio e prototipazione rapida con l'utilizzo di stampa 3D per la verifica puntuale degli aspetti formali e funzionali del nuovo disegno. Infine, l'analisi comparata del ciclo di vita del prodotto di partenza e del relativo re-design bio-ispirato consentirà la quantificazione dei benefici ambientali emersi dallo sviluppo progettuale biomimetico, i cui risultati daranno il via alla discussione sulle potenzialità e limiti della biomimesi nella cultura del progetto e del contributo che può offrire alla disciplina del Design per la Sostenibilità Ambientale.

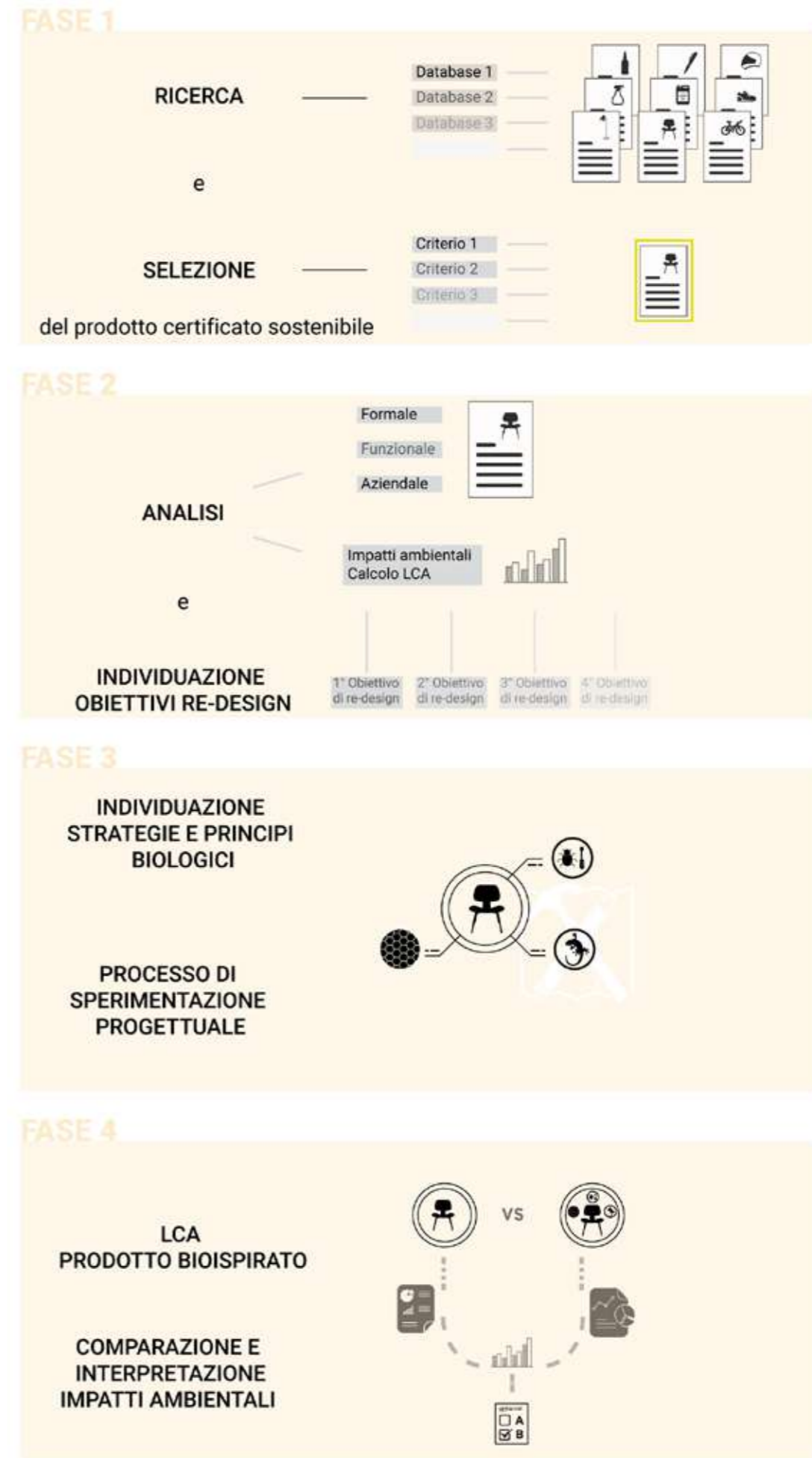


Fig. 29 Schema di sintesi delle fasi della ricerca comprensivo delle macro attività e di strumenti..

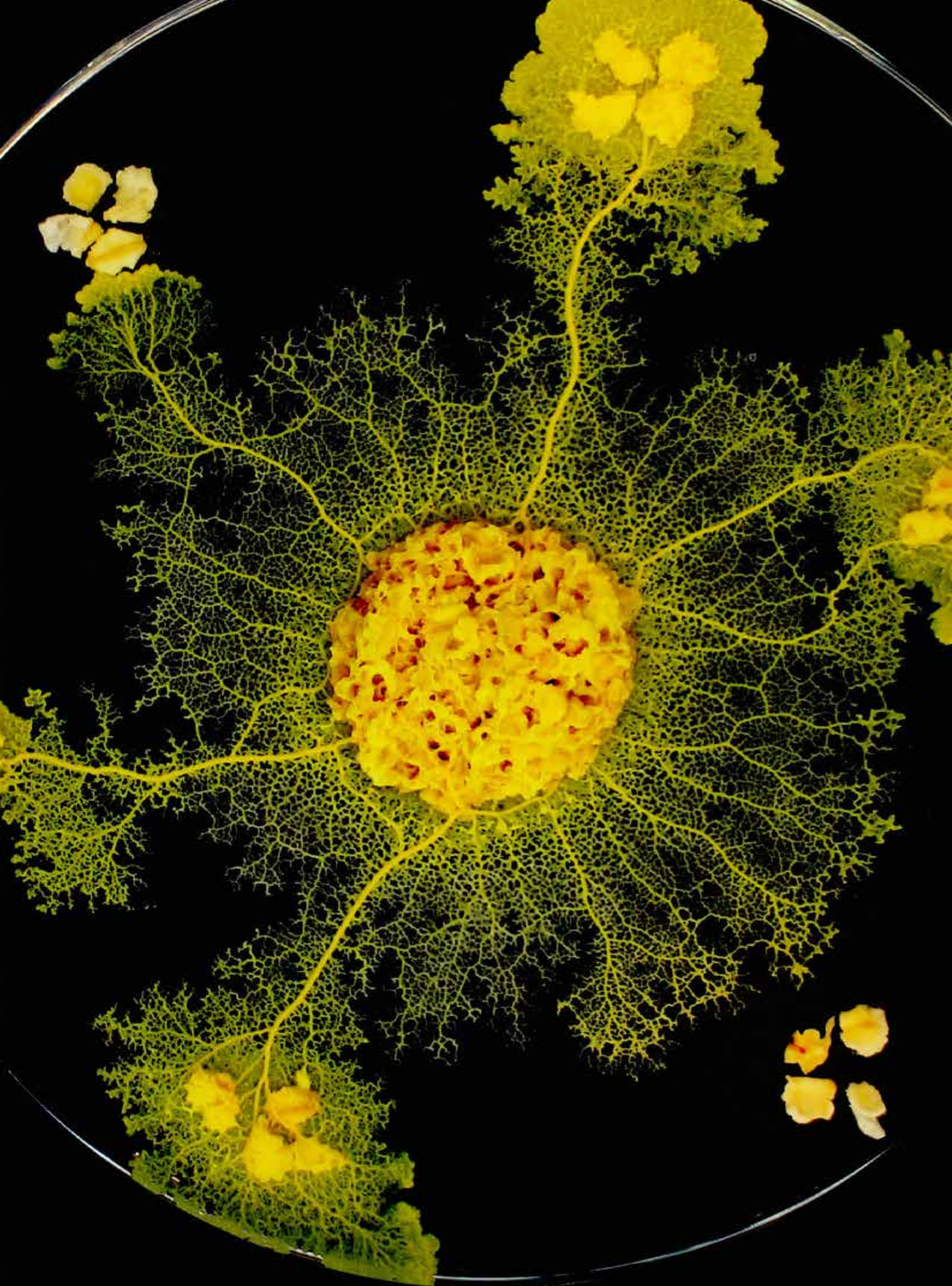
PARTE SECONDA

**Caso studio per la sperimentazione progettuale:
bagno mobile TopSan NoTouch 2.0 prodotto da Sebach S.p.A.**

Capitolo 3

Raccolta e selezione di prodotti industriali con dichiarazioni e certificazioni ambientali

- 3.1 Le etichette di qualità ambientale d'interesse per il design
- 3.2 Individuazione e analisi di prodotti certificati attualmente in commercio
- 3.3 Definizione dei criteri per la selezione del caso studio progettuale
- 3.4 Selezione del caso studio: analisi preliminare dei dati in possesso e scelta del prodotto



3 Raccolta e selezione di prodotti industriali con dichiarazioni e certificazioni ambientali

3.1 Le etichette di qualità ambientale di interesse per il design

La ricerca per l'individuazione e selezione del prodotto da considerare come caso studio per la riprogettazione in chiave bioispirata si è orientata fin da subito nell'esplorazione conoscitiva delle etichette di qualità ambientale, in quanto i primi parametri individuati prevedono prodotti attualmente in commercio e in possesso di certificazione di qualità ambientale valida. Le etichette e marchi di qualità ambientale sono incluse nelle Politiche Integrate di Prodotto (IPP) e inserite nella strategia comunitaria per lo sviluppo sostenibile. Sono politiche orientate a migliorare le prestazioni dei prodotti attraverso un approccio life cycle^[66].

Le etichette ambientali vengono applicate su un prodotto o un servizio e forniscono informazioni sulle prestazioni ambientali del prodotto, e si pongono l'obiettivo di promuovere il "consumo responsabile", evidenziando le migliori prestazioni dei prodotti rispetto a quelli dei concorrenti che ne sono sprovvisti, al fine di facilitare gli acquirenti nella scelta consapevole e diminuire l'asimmetria informativa tra offerta e domanda.

I sistemi di etichettatura si suddividono in obbligatori e volontari: nella prima categoria i tipi di etichette vincolano produttori, utilizzatori e distributori ad attenersi alle prescrizioni legislative e vengono applicati, principalmente, su prodotti quali: sostanze tossiche e pericolose, prodotti alimentari, imballaggi, elettricità da fonti rinnovabili, etc.; nella seconda i fabbricanti, importatori o distributori possono decidere se aderire o meno al sistema di etichettatura, dopo aver verificato che i propri prodotti o servizi possiedono i requisiti previsti dallo specifico sistema.

[66] Pietroni, Barbera. *L'eco-innovazione di prodotto nelle imprese italiane*. Atti di convegno, Università di Roma "La Sapienza", 2001.

Fig. 30. *Physarum polycephalum*: Il *Physarum polycephalum* viene spesso definita melma policefala. In realtà è un mixomiceto melmoso unicellulare appartenente al clade Amoebozoa che prospera in ambienti ombreggiati, freschi e umidi, come le foglie in decomposizione e i tronchi. Questo organismo unicellulare crea reti efficienti e resilienti espandendosi e ritraendosi costantemente in molte direzioni.

Ai fini della ricerca sono stati analizzati i sistemi di etichettatura volontaria, definiti dalle norme UNI EN ISO 14020, e se ne distinguono tre tipi:

- Tipo I - ISO 14024: Etichetta ambientale del tipo B2C basate su un sistema che considera diversi criteri in modo da poter valutare l'intero ciclo di vita di un prodotto;
- Tipo II - ISO 14021: Asserzioni ambientali autodichiarate B2C/B2B;
- Tipo III - ISO 14025: Dichiarazioni ambientali che contengono una quantificazione degli impatti ambientali associati al ciclo di vita del prodotto calcolato attraverso un sistema LCA.

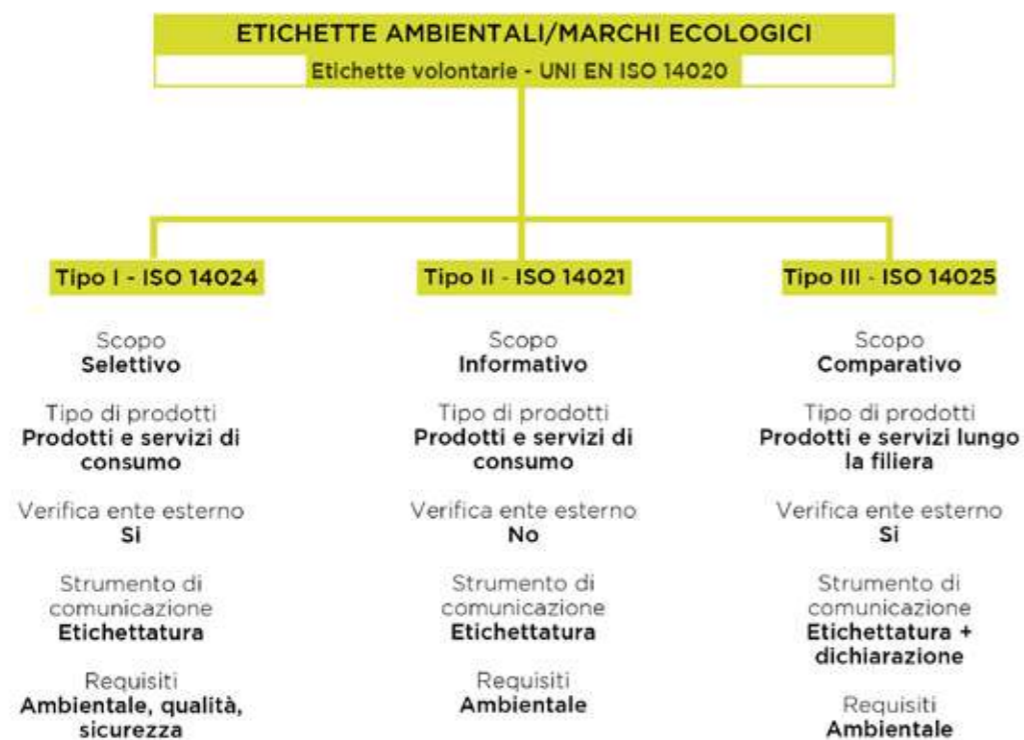


Fig. 31. Immagine sintetica delle differenze principali tra i marchi ecologici afferenti alla normativa UNI EN ISO 14020.

Le etichette ambientali di Tipo I sono marchi ambientali volontari di tipo B2C (Business to Consumer) in quanto indirizzata all'utilizzatore finale. Queste etichette sono basate su un sistema che considera diversi criteri in modo da poter valutare l'intero ciclo di vita di un prodotto e certificano l'applicazione di criteri di categoria di prodotto. Dopo una prima visione generale sui marchi di tipo I esistenti, la ricerca si è focalizzata sui sistemi di etichettatura per prodotti diffusi nel panorama europeo, partendo dal marchio comunitario di qualità ecologica Ecolabel UE, oggi il più diffuso. Secondo il rapporto aggiornato a Settembre 2021 (Fig.32), il numero di prodotti e licenze rilasciate continua a crescere negli anni, anche in concomitanza della pandemia sanitaria Covid-19, dimostrando così l'aumento di interesse collettivo verso i prodotti e servizi green. Delle licenze rilasciate, la maggior parte appartengono ai seguenti gruppi di prodotti: servizi di ricezione turistica (22%), prodotti per la pulizia delle superfici dure (14%) e carta velina e prodotti in tessuto (9%).

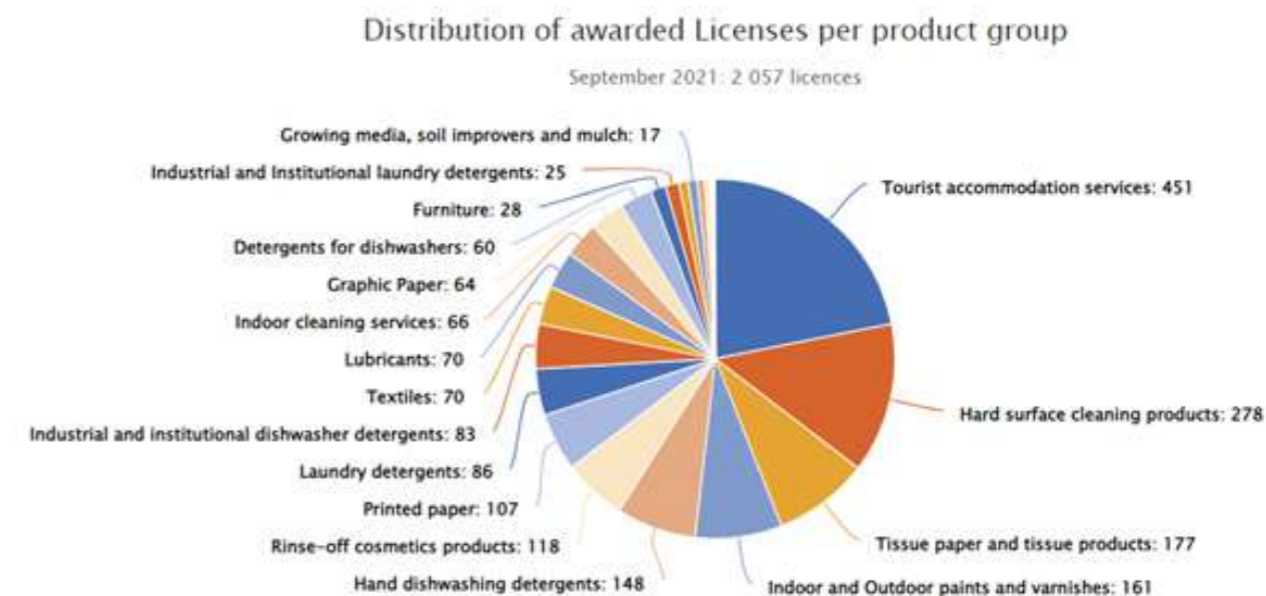


Fig. 32 Distribuzione delle licenze Ecolabel UE per gruppi di prodotti, aggiornato a settembre 2021. Fonte: sito ufficiale europeo ec.europa.eu

Attraverso la consultazione del database istituzionale europeo si possono trovare prodotti suddivisi in 24 categorie merceologiche e 2 categorie relative ai servizi. È stato possibile raccogliere, analizzare e archiviare i criteri ecologici per l'assegnazione del marchio, criteri che mirano in particolare a promuovere la riduzione degli impatti sugli habitat naturale e sulle rispettive risorse, la riduzione del consumo di energia, la riduzione delle sostanze tossiche o inquinanti rilasciate nell'ambiente, nonché la riduzione dell'uso di sostanze pericolose nei materiali e nei prodotti finiti, ed infine la sicurezza e l'assenza di rischi per la salute nell'ambiente abitativo.

Seppur predisposto alla consultazione di prodotti per ogni categoria, il database non risulta aggiornato^[67] e quindi privo di informazioni di prodotti attualmente in commercio. Tale mancanza di informazioni ha orientato la ricerca verso l'indagine di altri marchi di qualità ecologica europei, cui il Der Blauer Angel, marchio tedesco nato nel 1978, Nordic Swan (Paesi nordici: Danimarca, Islanda, Finlandia, Svezia, Norvegia), Umweltzeichen marchio austriaco, NF Environment della Francia, ottenendo come risultato intermedio della ricerca un quadro chiaro sulla crescente diffusione dei marchi di qualità ecologica nel mercato europeo e l'elaborazione grafica di una matrice nella quale è indicizzata la raccolta di criteri di certificazione in relazione alle categorie tipologiche di prodotto (Fig. 33).

Parallelamente sono state indagate le etichette ambientali di Tipo II, ovvero le asserzioni ambientali autodichiarate B2C/B2B. Sono definite "claims" fornite dai produttori, non è prevista la certificazione da parte di un organismo indipendente e riguardano in genere autodichiarazioni su un singolo aspetto ambientale.

Seppur non risultano di potenziale interesse per la ricerca in quanto claims, tra queste è stata analizzata approfonditamente l'etichetta PlasticaSecondaVita, primo marchio italiano ed europeo dedicato alla plastica, nato dall'esigenza di rendere maggiormente

[67] Database consultato nell'anno 2020.

BENI DI CONSUMO	Criteri di prodotto disponibili
Categorie merceologiche	
Prodotti di carta	<ul style="list-style-type: none"> Carta trasformata e carta stampata Filtri di carta sbiancata per l'uso con acqua calda o bollente Sacchetti per aspirapolvere ecologici Carta da parati Tessuto-carta
Prodotti per la cura personale e dell'ambiente	<ul style="list-style-type: none"> Prodotti igienici assorbenti Detersivi
Rivestimenti	<ul style="list-style-type: none"> Coperture dure Materiali a pannelli a bassa emissione per l'edilizia interna Rivestimenti del tetto a basso contenuto di solventi o adesivi Materiale per isolamento termico Sistemi composti per isolamento termico esterno
Abbigliamento e tessuti	<ul style="list-style-type: none"> Calzature Prodotti tessili
Mobili e accessori	<ul style="list-style-type: none"> Mobili indoor Materassi da letto Mobili outdoor Attrezzature da giardino Scoffioni doccia
Giocattoli	<ul style="list-style-type: none"> Giocattoli
Imballaggi	<ul style="list-style-type: none"> Imballaggi di trasporto a rendere
Elettrodomestici	<ul style="list-style-type: none"> Pompe di calore elettriche o a gas Riscaldamento ad acqua Caldie ad acqua, bollitori elettrici Condizionatori d'aria fissi Macchine da caffè per uso domestico Cappe da cucina per uso domestico Toasters
Equipaggiamento elettrico e elettronico	<ul style="list-style-type: none"> Televisori Prodotti ad energia solare Lampade Moduli toner per stampanti Attrezzatura per ufficio con funzione di stampa Computer e tastiere Cellulari Distruggi documenti Ciabatte e adattori con spegnimento automatico Contatori di energia domestica Asciugacapelli Aspirapolveri Decoder
Prodotti illuminotecnici	<ul style="list-style-type: none"> Illuminazione Pubblica Lampade Indoor
Mobilità	<ul style="list-style-type: none"> Autobus Cicli elettrici

Fig. 33. Elaborazione grafica di una matrice nella quale è indicizzata la raccolta di criteri di certificazione in relazione alle categorie tipologiche di prodotto.

visibili e identificabili i beni in materie plastiche da riciclo che vengono destinati alle PA e/o alle società a prevalente capitale pubblico. I prodotti certificati PlasticaSecondaVita rientrano nel gruppo di prodotti degli Acquisti Pubblici Verdi (GPP- Green Public Procurement), e che prevedono l'applicazione di ulteriori criteri, definiti Criteri Ambientali Minimi (CAM). L'analisi del marchio PSV ha orientato la ricerca verso l'indagine e lo studio dei CAM attualmente in vigore, incrementando così la matrice di base di tipologie di prodotti e criteri di progettazione disponibili.

Pur avendo raccolto informazioni sia sui prodotti certificati, sia sui i criteri e requisiti per il rilascio delle etichette considerate linee guida per la progettazione, non era emerso materiale idoneo per la selezione del caso studio da considerare per la fase di sviluppo progettuale sperimentale in chiave biomimetica volto alla quantificazione e comparazione degli impatti ambientali a ciclo di vita.

Tale fase di ricerca ha permesso di comprendere quindi che l'individuazione del caso studio doveva orientarsi verso l'esplorazione delle etichette di Tipo III, ovvero le etichette ecologiche che riportano dichiarazioni basate su parametri stabiliti e che contengono una quantificazione degli impatti ambientali associati al ciclo di vita del prodotto calcolato attraverso un sistema LCA. Tra di esse rientrano le "Dichiarazioni Ambientali di Prodotto" (in inglese Environmental Product Declaration, siglato EPD), documento con il quale si comunicano informazioni relative alla prestazione ambientale di prodotti e servizi. Questa tipologia di dichiarazione di qualità ambientale risulta di particolare interesse ai fini della ricerca dottorale, in quanto i dati contenuti all'interno del documento favoriscono la valutazione quantitativa comparativa tra caso studio e relativo re-design bio-ispirato.

La dichiarazione ambientale di prodotto è uno strumento che consente la comunicazione ambientale dei prodotti o servizi fra distributori e i consumatori, e tra gli stessi produttori. Il suo scopo è quello di migliorare tale comunicazione attraverso l'uso di informazioni oggettive, confrontabili e credibili. La DAP/EPD si sviluppa dalle Norme della serie ISO 14020: in particolare si basa sulla UNI EN ISO 14025:2010 (Etichette e dichiarazioni ambientali - Dichiarazioni ambientali di tipo III) e sulla EN 15804. Tale prestazione trova il suo fondamento sull'Analisi del Ciclo di Vita (Life Cycle Assessment, LCA), sviluppata a sua volta sulle Norme della serie ISO 14040.

Schematizzando, la DAP:

- utilizza la Valutazione del Ciclo di Vita (LCA - Life Cycle Assessment) come metodologia per l'identificazione e la quantificazione degli impatti ambientali. L'applicazione della LCA deve essere in accordo con quanto previsto dalle norme della serie ISO 14040, in modo da garantire l'oggettività delle informazioni contenute nella dichiarazione.
 - è applicabile a tutti i prodotti o servizi, indipendentemente dal loro uso o posizionamento nella catena produttiva; inoltre, viene effettuata una classificazione in gruppi ben definiti in modo da poter effettuare confronti tra prodotti o servizi funzionalmente equivalenti.
 - viene verificata e convalidata da un organismo indipendente che garantisce la credibilità e veridicità delle informazioni contenute nello studio LCA e nella dichiarazione. Oggettività, confrontabilità e credibilità sono, pertanto, le caratteristiche principali sulle quali si basano le dichiarazioni. Per questo motivo è previsto che un organismo accreditato e indipendente verifichi e convalidi la metodologia applicata per l'analisi (in accordo con la norma ISO 14040) e garantisca la veridicità delle informazioni contenute nello studio del ciclo di vita e nella dichiarazione ambientale di prodotto.
- Anche di marchi EPD ne esistono diversi, a seconda del Paese di riferimento:
- JEMAI Type III declaration programme - Giappone (<http://www.jemai.or.jp>)
 - KELA EPD programme - Corea del Sud (<http://www.koeco.or.kr>)
 - NHO Type III programme - Norvegia (<http://www.epd-norge.no>)

- SCS Certified Eco-Profile program - USA (<http://www.scs-certified.com>)
- The international EPD scheme - Svezia (<http://www.environdec.com>)

La differenza principale tra un Eco-label di Tipo III EPD e gli altri Eco-label di Tipo I e Tipo II Green Claims è che è che una EPD non definisce né i requisiti ambientali né quelli minimi da soddisfare, ma mostra i risultati di una LCA per fornire dati sul comportamento ambientale di un prodotto. Un prodotto etichettato con un'EPD non è più ecologico di uno che n'è sprovvisto, poiché l'obiettivo EPD è di informare sul comportamento ambientale di un prodotto lungo il suo ciclo di vita e consentirne il confronto con prodotti simili.

Obiettivi di una dichiarazione ambientale di Tipo III sono quindi fornire informazioni sulla base dell'LCA e dati aggiuntivi riguardanti aspetti ambientali di un prodotto. Permette di valutare gli impatti lungo l'intero LCA di un prodotto; aiutare gli acquirenti a confrontarli utilizzando dati reali: facilitare la comunicazione obiettiva, comparabile e credibile delle prestazioni ambientali dei prodotti; promuovere il miglioramento delle performance ambientali.

Per maggiori approfondimenti sulle fasi di sviluppo e verifica della Dichiarazione Ambientale di Prodotto si rimanda all'allegato n.01.

3.2 Individuazione e analisi di prodotti certificati attualmente in commercio

Sono stati individuati e analizzati i principali Programm Operator europei (Fig.34), e a seguito una visione preliminare, il campo di indagine si è ristretto a due P.O., ovvero: International EPD® System (Svezia) e EPD Norge (Norvegia) in quanto risultano essere gli unici a disporre di EPD di prodotti industriali di interesse per il design, mentre gli altri programmi di certificazione si concentrano soprattutto su materiali da costruzione, prodotti chimici e prodotti alimentari.

All'interno del sito web del Programm Operator The International Epd System è possibile accedere al database contenente documenti di prodotti in possesso di



Fig. 34. Principali Programm Operator europei che verificano le dichiarazioni ambientali di prodotto (Environment Product Declaration-EPD) e ne rilasciano il marchio di Tipo III.

certificazione ambientale di Tipo III. Le categorie di prodotto sono molto varie, è possibile trovare prodotti afferenti ai servizi, macchinari e attrezzature, prodotti alimentari di vario genere, tessili, mobili, nonché prodotti monomaterici, come ad esempio carta per imballaggi o tessuti, materiali da costruzione e veicoli di diversa natura.

Il database del P.O. The Norwegian EPD Foundaton dispone invece di una indicizzazione dei prodotti ristretta, ovvero mobili, imballaggio, energia, e materiali da costruzione e prodotti chimici.

Sono stati quindi raccolti i documenti di prodotti presenti all'interno dei due database, e grazie all'attività di archiviazione in fogli di calcolo utile per ottenere una visione più chiara sulle tipologie di prodotto, il totale emerso è pari a 224 EPD, suddivise nelle seguenti categorie:

- n. 27 EPD _ Elettricità, vapore, combustibile, cui all'interno si trovano prodotti ingegneristici per la generazione di energia elettrica, vapore, acqua calda e fredda, quali pale eoliche e sistemi per dighe;

- n. 08 EPD_ Tessili, ovvero abiti chirurgici monouso per usi sanitari;

- n. 66 EPD_Mobili (eccetto sedute), categoria contenete dichiarazioni ambientali di prodotto su mobili contenitori (quali armadi o cassettiere), tavoli per diversi usi (living, tavoli da riunione, scrivanie);

- n. 112 EPD _Sedute, con all'interno sgabelli di diversa altezza, sedute living, sedie da ufficio, panchine pubbliche, ma anche sedute imbottite come poltrone e pouf;

- n. 08 EPD_Prodotti in metallo, plastica, vetro. Macro categoria in cui sono presenti prodotti per l'imballaggio di bevande e sistemi di erogazione per detergenti liquidi;

- n. 03 EPD_Veicoli e attrezzature da trasporto, contenente i carrelli per la pulizia ad uso professionale.

L'archiviazione dei prodotti in fogli di calcolo, cui si riportano informazioni base, come ad esempio la categoria di prodotto, tipologia del prodotto, nome e breve descrizione, azienda e ID delle Regole di Categoria di Prodotto utilizzate per l'analisi LCA, ha permesso di ottenere una visione chiara sulla quantità dei dati raccolti^[68].

3.3 Definizione dei criteri per la selezione del caso studio progettuale

La consistente raccolta di documenti ha indotto la ricerca a definire i criteri di selezione al fine di restringere il numero di prodotti da valutare, e in ultimo selezionare il caso studio per lo sviluppo progettuale bio-ispirato.

Oltre ai parametri iniziali che hanno consentito lo sviluppo della prima parte di ricerca, ovvero (1) prodotti in possesso di certificazione di qualità ambientale valida, in quanto rispettano i criteri che il prodotto deve soddisfare

[68] La raccolta dei prodotti in possesso è visionabile nell'Allegato n.2. Schede di sintesi prima raccolta di prodotti in possesso di certificazione di Tipo III.

per l'ottenimento della certificazione e (2) prodotti attualmente in commercio; i parametri definiti successivamente sono i seguenti:

3- Esclusione delle categorie di prodotto le cui prestazioni sono date dall'utilizzo esclusivo del materiale, come ad esempio i prodotti in carta, in tessuto, o in ceramica, in cui il processo di progettazione potrebbe non avere ricadute significative a ciclo di vita del prodotto;

4- Esclusione di prodotti energivori, in quanto l'impatto ambientale si verifica soprattutto nella fase d'uso;

5- Aziende "Made in Italy" e Design Oriented, al fine di relazionarsi e collaborare con le aziende con un alto interesse verso il design e la tematica della sostenibilità ambientale;

6- Selezione prodotti per qualità e quantità dei dati disponibili.

L'applicazione dei primi cinque parametri di selezione ha ottenuto come risultato un campo ristretto di 13 prodotti appartenenti a 4 categorie merceologiche:

- Mobili: n.7 EPD, azienda italiana Arper S.p.A.

- Altri mobili: n. 1 EPD, azienda Sebach S.p.A.

- Imballaggi: n.2 EPD, Aptar Italia

- Attrezzature per la pulizia professionale: n.3 EPD, aziende Filmop International Srl, Falpi srl e TTS Cleaning Srl.

Successivamente si è ritenuto necessario avviare un processo di archiviazione dei prodotti certificati attraverso una schematizzazione dei dati raccolti, con il fine di comprendere la qualità e la quantità delle informazioni in possesso. Tali informazioni vanno da quelle basilari quali tipologia di prodotto, nome prodotto, nome azienda, e informazioni sul documento EPD, alle informazioni di dettaglio del prodotto (cataloghi, disegni 2D, modelli 3D, schede tecniche) e di tutto ciò che è attorno ad esso, come ad esempio il possesso di altre certificazioni di qualità ambientale, in modo da poter pianificare al meglio la fase di sperimentazione progettuale bio- ispirata.

Tale attività ha consentito di restringere ulteriormente la rosa di prodotti, permettendo così di avanzare ulteriori riflessioni solo su quattro prodotti, tra i quali:

1. Il bagno mobile TopSan NoTouch 2.0 dell'azienda Sebach s.p.a.;
2. Dispenser per saponi GS del gruppo Aptar;
3. Kubi 1 Pro Big-Foot, carrello per pulizie professionali prodotto dalla Falpi;
4. Sedia Catifa dell'azienda Arper.

categoria MOBILI sottocategoria SEDUTE
EPD raccolte: n. 30 n. 27_Koleksiyon Mobilya Sanayi A.S. (Turchia)
n. 7_Arper S.p.A. (Italia) n. 1_Suministros Técnicos Galicia SL (Spagna)

Sedie living

Sedie ufficio

Sgabelli

Sedute imbottite

categoria MOBILI sottocategoria TAVOLI
EPD raccolte: n. 11 n. 9_Koleksiyon Mobilya Sanayi A.S. (Turchia)
n. 1_Arper S.p.A. (Italia) n. 1_Burdinola S. COOP (Spagna)

Tavoli bassi

Tavoli

Piani da lavoro

categoria MOBILI sottocategoria MOBILI CONTENITIVI
EPD raccolte: n. 14 n. 9_Koleksiyon Mobilya Sanayi A.S. (Turchia)
n. 4_Balei (Regno Unito) n. 1_Sebach (Italia)

Arredi contenitivi

categoria PRODOTTI AD USO COLLETTIVO
EPD raccolte: n. 3 n. 2_Ecolean AB (Svezia)
n. 2_Aptar Italia (Italia)

Spazio di lavoro autonomo e isolato

Bagno mobile

categoria IMBALLAGGI
EPD raccolte: n. 4 n. 2_Ecolean AB (Svezia)
n. 2_Aptar Italia (Italia)

Tipologia

Imballaggi per alimenti

Imballaggi per detersivi

categoria IMBALLAGGI
EPD raccolte: n. 3 n. 1_Falpi (Italia)
n. 1_Filmop (Italia) n. 1_TTS (Italia)

Carrelli per la pulizia degli ambienti

Fig. 35. Scheda riassuntiva dei prodotti filtrata attraverso i parametri di selezione definiti.

Azienda selezionata

arper

CERTIFICAZIONI AZIENDALI

ISO 14001
Sistema di gestione ambientale
UNI EN ISO 14001:2015

Descrizione (estratto sito web)

Arper è un'azienda italiana che produce e distribuisce in tutto il mondo sedute e tavoli per la collettività, il lavoro e la casa. Arper realizza il progetto imprenditoriale nato nel 1989, dall'attività artigianale di lavorazione del cuoio di Luigi Feltrin, attuale Presidente. La creatività e la passione del fondatore, insieme alla ricerca e alla volontà di innovazione dei figli Mauro e Claudio - quest'ultimo Amministratore Delegato della società -, caratterizzano un'azienda che oggi esprime competenze interdisciplinari e capacità organizzative e manageriali. Alla fine degli anni '90, Arper avvia un progetto industriale che permetterà il passaggio al design, con l'impiego di materiali e tecnologie nuove, e un decisivo cambio di scala. Contemporaneamente, **l'incontro con lo studio Lievore Altherr Molina segna una tappa significativa per Arper: nasce una fruttuosa collaborazione che si esprimerà attraverso una sequenza di nuovi prodotti, diventati "long seller": tra questi, la collezione di sedute Catifa, declinata in 5 diverse versioni e, dal 2001, venduta in oltre un milione di pezzi.**

Qualità e sostenibilità ambientale, e uso di materiali poco inquinanti e riciclabili, sono punti cardine della politica produttiva di Arper. Per questo, nel 2005 Arper ha creato un team di lavoro dedicato all'ambiente, il cui impegno principale è il controllo e la gestione dell'impatto ambientale, dalla progettazione allo smaltimento di fine vita. Per rendere concreto il proprio impegno ecologico, Arper ha conseguito la certificazione ISO 14001 e utilizza la metodologia LCA (Life Cycle Assessment); parte dei prodotti Arper rispettano inoltre importanti certificazioni internazionali (EPD, GreenGuard, GECA, Greenstar).



Impegno ambientale

Premio Speciale sostenibilità ambientale Fsc Furniture Award 2019

"Il premio è stato assegnato ad un'azienda che si è particolarmente distinta nello sviluppo sostenibile con un crescente impegno nel tempo, integrando sempre di più la sostenibilità nel proprio processo produttivo e progettuale. Oltre ad essersi dotata della certificazione FSC, è la prima azienda in Italia ad aver ottenuto la "Certificazione ambientale EPD di processo" per la categoria di prodotto Sedute e Arredi, basata sul sistema di certificazione svedese. Tali azioni hanno permesso all'azienda di ottenere un miglioramento del proprio impatto ambientale anche attraverso l'utilizzo di una percentuale di materiale riciclato nei prodotti realizzati. L'azienda ha dimostrato, infine, un forte impegno nella "Ricerca e Sviluppo" con attività di ricerca di materiali polimerici alternativi di fonte bio e/o contenuto riciclato, al fine di limitare la produzione di plastica proveniente da fonti fossili."



Certificazione Greenguard

Il programma Greenguard certifica che i prodotti soddisfano i limiti di emissione previsti per una salubre qualità dell'aria degli ambienti interni. Il rispetto dei criteri più rigorosi previsti dalla certificazione Greenguard Gold garantisce un utilizzo sicuro dei prodotti nelle scuole e nelle strutture sanitarie.



Certificazione GECA (Good Environmental Choice Australia)

L'ecolabel Good Environmental Choice Australia (GECA) è una certificazione tra le più rigorose e autorevoli a livello internazionale, sinonimo di elevate prestazioni di sostenibilità.



Forest Stewardship Council (FSC)

La certificazione Forest Stewardship Council (FSC) garantisce una gestione responsabile delle foreste e la massima rintracciabilità dei prodotti in legno.

Forest Stewardship Council (FSC)
n. DNV-COC-001822
FSC 100%, FSC Mix, FSC Recycled

Prodotti analizzati | Raccolta dati e documenti

Catifa 53 Chair



Descrizione del prodotto (estratto catalogo)

Catifa 53 è l'originale: l'ispirazione che riporta all'identità stessa di Arper. La linea armoniosa e curva della seduta e la raffinatezza del profilo si combinano in una sintesi perfetta: la purezza concettuale è ottenuta riducendo il superfluo senza tuttavia perdere in sensualità. Utilizzando una vasta gamma di finiture, fusti e accessori, questa sedia può essere personalizzata per le applicazioni e i contesti più diversi, senza alterare il suo carattere originale e universale. Creata ad uso sia residenziale sia contract, per esterni o per interni, la scocca e il fusto di Catifa 53 sono realizzati in una grande varietà di materiali, colori e finiture. La scocca è disponibile in legno multistrato bicurvato, in polipropilene monocoloro, rivestita in pelle, similpelle, tessuto o con finitura imbottita.

Designer

Studio Lievore Altherr Molina,
progetto del 2001



Premi

Interior Innovation Award 2010 Classic Innovation, Germania
ICFF Editors Awards 2010, USA
Interior Innovation Award 2010, Germania
"Best of Best 2010", Germania
IF Gold Award 2006, Germania
MD International Magazine of Design "50 Jahre" award 2004, Germania
Delta ADI-FAD Spagna 2003, Catifa 53, plata award
FX International Interior Design Award UK 2002, "Catifa" chair,
Winner Best Leisure Product

Certificazione ambientale di prodotto



PRODUCT CERTIFIED
FOR LOW CHEMICAL
EMISSIONS
UL.COM/001
UL 2818



ARP-2009
GECA 28-2006 -
Furniture and Fittings



Environmental
Product Declaration
(EPD)
obtained according to
the Norwegian system
- Nat. NEPD nr: 0906

Materiale a disposizione

- ✓ Certificazione ambientale
- ✓ Cataloghi
- ✓ 2D
- ✓ 3D Model
- ✓ Scheda tecnica
- ✓ Istruzioni di montaggio

Oltre alla dichiarazione ambientale di tipo III - EPD, sono disponibili informazioni di tipo funzionale del prodotto e del trasporto del prodotto, come le informazioni riguardanti gli accessori da poter integrare alle sedute, le specifiche di spedizione, dettagli di impilabilità del prodotto e istruzioni di montaggio (sia in pdf che video), nonché le informazioni tecniche e prestazionali come i test di resistenza e i test ignifughi. I modelli 3D non sono modelli di dettaglio, ma risultano comunque utili per la comprensione degli spessori dei componenti a vista.

Fig. 36. Esempio del layout utilizzato per la raccolta di informazioni aggiuntive dei prodotti a seguito dell'applicazione dei criteri di selezione.

Le schede complete sono visionabili nell'allegato n. 3 - Schede di sintesi dell'attività di ricerca e raccolta informazioni dei prodotti certificati EPD a seguito dell'applicazione dei criteri di selezione.

3.4 Selezione del caso studio: analisi preliminari dei dati in possesso e scelta del prodotto

L'ultimo passaggio orientato alla selezione del caso studio riguarda l'analisi preliminare dei dati in possesso dei quattro prodotti industriali individuati, tra cui quelli presenti all'interno della Dichiarazione Ambientale di Prodotto, e le successive riflessioni sulle potenziali ipotesi di intervento progettuale che determinerà la selezione del caso studio. Le tabelle presenti nelle EPD sono una sintesi delle molteplici voci che confluiscono nello studio LCA. Per ogni prodotto preso in esame vengono analizzati le singole parti per i fattori quali, ad esempio, il peso e le percentuali dei materiali, i processi di lavorazione, il numero dei pezzi prodotti, il consumo energetico dei macchinari. Vi confluiscono i dati di ogni fornitore, le percentuali di scarto, i dati sull'imballaggio, distribuzione e trasporto in base alla tipologia. I risultati che emergono dall'analisi LCA stimano l'impatto sul riscaldamento globale (espresso in Co2 equivalente), la riduzione dello strato di ozono, l'eutrofizzazione e l'acidificazione delle acque, ovvero il loro degrado, e l'esaurimento delle risorse abiotiche, non rinnovabili.

Considerando quindi che le tabelle presenti nelle Dichiarazioni Ambientali di Prodotto riportano solo il totale di questi valori, è difficile comprendere a quale aspetto o parte del prodotto si possa attribuire il maggior impatto ambientale potenzialmente migliorabile. In quest'ultima fase di analisi quindi si è tentato di analizzare le assunzioni relative ai confini di sistema di ogni studio LCA per comprendere le possibili implicazioni, vincoli e vantaggi in vista della selezione, del processo di re-design biomimetico del prodotto da affrontare e del successivo studio e comparazione LCA.

La prima Dichiarazione Ambientale di Prodotto sottoposta ad analisi è relativa al GSA Dispenser dell'azienda Aptar Italia. L'azienda è stata fondata nel 1979 e riportava il nome SAR SpA, con sede nel distretto industriale di Sambuceto a San Giovanni Teatino (Chieti). Il core business dell'azienda è la produzione di micropompe e distributori di atomizzazione. Dal 1985 la Pittway Corporation di Chicago acquistò gradualmente le società, tra cui la realtà italiana, Airlessystems, Emsar, Indigo di Valois, Pfeiffer, Seaquist Closures, Seaquist Perfect Dispensing e Valois, raggruppando così le società mondiali dominanti nella distribuzione di sistemi nebulizzanti per prodotti di alto consumo e per prodotti farmaceutici, istituendo il Gruppo Aptar nel 1993. Nel gennaio 2010, Aptargroup ha attuato un riassetto strategico delle sue linee di prodotto organizzando il suo business in tre principali segmenti di mercato: Beauty+Home, Food+Beverage e Farmacia. I siti di produzione italiani sono diventati parte della divisione Beauty Home nella regione europea.

Nella Dichiarazione Ambientale di Prodotto è riportato il calcolo degli impatti ambientali a ciclo di vita del dosatore per liquidi. Il confine del sistema descritto all'interno del documento colloca nel range Upstream la produzione di materie prime e degli imballaggi, nel Core i processi di produzione e i sistemi ausiliari, la gestione dei rifiuti e il trasporto dei componenti. Nel confine Downstream vi sono i dati relativi alla consegna del prodotto ai clienti finali.

Come riportato nel documento, il processo produttivo dell'erogatore GSA inizia con una prima fase in cui lo stabilimento riceve i componenti semilavorati prodotti da fornitori con diversi processi produttivi, come lo stampaggio a iniezione, l'estrusione, la vulcanizzazione, e prosegue con l'assemblaggio del prodotto finale presso gli stabilimenti di Aptar Italia.

Le prestazioni ambientali associate alle attività di produzione e assemblaggio dei componenti sono state valutate considerando i dati primari provenienti dai principali fornitori che incorporano i consumi di materie prime, energia e rifiuti.

Tra gli assunti finali presenti nella EPD si esplicita chiaramente che i miglioramenti delle prestazioni ambientali rispetto agli anni precedenti sono dovuti principalmente alla riduzione dei consumi energetici. Miglioramenti ottenuti grazie alla sostituzione

di macchinari nei reparti produttivi di Aptar Italia, all'uso di energia rinnovabile da pannelli fotovoltaici nei processi di estrusione e all'ottimizzazione dei consumi energetici del reparto stampaggio.

Il secondo prodotto analizzato è la sedia Catifa 46 dell'azienda Arper. Si tratta di una seduta realizzata per uso residenziale o contract, sia per ambienti indoor che outdoor. Nata nel 1989, l'azienda Arper sviluppa e produce sedute, tavoli e complementi d'arredo sia per la collettività che per il lavoro e la casa.

L'EPD presa in considerazione riassume gli indicatori relativi all'impatto ambientale di Catifa 46 la cui unità funzional è rappresentata da una seduta con una durata di vita di 15 anni.

La scocca e la base di Catifa 46 sono realizzate in una vasta gamma di materiali, colori e finiture. La scocca è realizzata in compensato a doppia curvatura, polipropilene mono o bicolore, rivestita in pelle, tessuto o rifinita con imbottitura. La base è in acciaio cromato, acciaio inox satinato, alluminio, alluminio verniciato a polvere o legno. legno, ed è disponibile nelle seguenti configurazioni: a slitta, a quattro gambe, a cavalletto e a cinque piedi. La dichiarazione presa in esame descrive Catifa 46 con scocca in propilene bianca e base a 4 gambe (in acciaio verniciato o cromato) o a cavalletto (in alluminio o finitura verniciata).

I confini del sistema comprendono la produzione di materie prime, la produzione di componenti e materiali di imballaggio, l'assemblaggio, il trasporto di materie prime e componenti, lo stoccaggio, la distribuzione, la fase di utilizzo e il fine vita del prodotto e del suo imballaggio. In particolare, i processi a monte (Upsteam) sono costituiti dalle materie prime, dal loro trasporto, dalla produzione dei componenti della sedia, dall'assemblaggio e dall'imballaggio.

I processi Core comprendono il trasporto al magazzino di stoccaggio e il consumo di elettricità e acqua per lo stoccaggio. La produzione e l'assemblaggio del prodotto non sono inclusi nei processi core, poiché Arper non produce o assembla i suoi prodotti internamente, affidandosi quindi a fornitori esterni.

I processi a valle comprendono la distribuzione del prodotto imballato (la singola sedia può essere imballata singolarmente o in 4 pezzi.), la fase di utilizzo e la fase di fine vita del prodotto e dell'imballaggio.

Lo studio LCA si basa su dati primari per gli aspetti fondamentali come il peso dei componenti e dei materiali dell'imballaggio. I dati primari sono stati raccolti presso i fornitori di Arper, mentre i dati generici provengono dal database ecoinvent v3.4.

Alcuni processi di produzione presenti nel database ecoinvent v3.4 sono stati modificati per adattare il mix energetico sia alla realtà produttiva italiana, o vietnamita nel caso della produzione della base a cavalletto.

Il terzo studio LCA riguarda il carrello per le pulizie professionali prodotto dall'azienda Falpi. non è uno studio dedicato ad un singolo carrello, ma più prodotti appartenenti alla famiglia Microrapid, Smart e Kubi.

I carrelli, seppur realizzati con lo stesso telaio e struttura, all'interno della stessa famiglia si diversificano per la presenza di componenti o moduli aggiuntivi, quali ad esempio micro-pensile, coperchio in plastica e ruote in acciaio di diametro differente. Dopo un'analisi per valutare quali modelli potevano essere ritenuti simili secondo le procedure del programma Operator The International EPD System (General Programme instructions for Environmental Product Declarations GPI- version 2.5) l'EPD riporta i risultati degli impatti ambientali di 12 studi LCA distinti, e includono 34 carrelli per le pulizie professionali Microrapid, 12 carrelli Smart e 21 carrelli KUBI.

I confini di sistema considerati nel calcolo sono i seguenti:

- UP-STREAM PROCESSES: include la produzione delle materie prime costituenti i componenti del carrello (acciaio, plastica, ecc...) e il trasporto dei materiali verso l'impianto di manufacturing, ovvero di produzione dei componenti;

- CORE MODULE: coincidente con la fase di produzione del carrello e comprensiva del trasporto dei componenti presso lo stabilimento di assemblaggio (Falpi) e dell'imballaggio del prodotto;

- DOWN-STREAM PROCESSES: coincidenti con il trasporto con automezzi per la fornitura del prodotto finito al cliente finale, la manutenzione del carrello una volta in uso, il fine vita del prodotto e del packaging.

Da quanto riportato nel documento, i carrelli sono realizzati principalmente con materiali riciclabili (circa 90% del peso totale del carrello) eccetto le ruote. I carrelli Smart e Microrapid hanno una vita media di 10 anni, mentre quelli KUBI hanno una vita media pari a 5 anni, al termine dei quali il carrello viene sostituito interamente. Sulla base dei risultati finali dello studio LCA risulta evidente che la maggior parte degli impatti ambientali sono generati dalle attività degli Up-Stream Processes, nella totalità delle categorie d'impatto analizzate.

L'Upstream Process rappresenta i processi a monte dello stabilimento di FALPI SRL, mentre le fasi del Core-Module riguardano la produzione, ovvero le attività di assemblaggio, saldatura, consumo elettrico e di materie prime, svolte direttamente all'interno di FALPI SRL, comprensive del trasporto dei componenti. Nel Down-Stream Processes invece sono considerate le attività svolte a valle dello stabilimento: distribuzione, manutenzione, smaltimento.

Un aspetto interessante riguarda la potenziale possibilità di poter vedere all'interno del sito aziendale la gran parte dei processi di produzione dei carrelli.

Ultima dichiarazione EPD è relativa ai bagni mobili dell'azienda Sebach. Nel documento sono presenti gli studi LCA effettuati sul bagno mobile TopSan NoTouch e sul bagno mobile TopSan® HN, modello realizzato per garantire l'accesso e l'utilizzo ai disabili. L'azienda Sebach offre il servizio noleggio dei bagni mobili, movimentando contemporaneamente circa 40.000 prodotti grazie a 80 società concessionarie e 1500 punti noleggio presenti sul territorio nazionale.

Il servizio Sebach comprende l'installazione presso i clienti, la manutenzione e la riparazione periodica dei bagni mobili, la disinfezione e il lavaggio, l'aspirazione e il successivo smaltimento dei reflui presso i depuratori autorizzati, il reintegro dei materiali di consumo (carta igienica) e il ritiro a fine locazione.

Come riportato nella documentazione, i bagni Sebach TopSan® e Sebach TopSan® HN sono prodotti per conto di Sebach nello stabilimento Armal di Certaldo (Firenze).

Trattandosi di un servizio noleggio di prodotti, i confini di sistema presi in considerazione nello studio LCA includono ulteriori fasi rispetto alle Dichiarazioni Ambientali del prodotto precedentemente descritte: infatti oltre alle fasi che caratterizzano l'Upstream process (materie prime) e il Core process (trasporto, produzione), nel Downstream process, tra il trasporto del prodotto ai concessionari e il fine vita, troviamo le fasi di manutenzione e riparazione caratterizzanti il servizio noleggio.

Entrambi i bagni mobili sono denominati TopSan® in quanto sono caratterizzati da tre funzioni: la copertura del vano reflui e il loro conseguente occultamento, il sistema meccanico di pulizia mediante rasatore a ogni utilizzo, il wc irrorato dal liquido sanificante profumato. Oltre quindi a tutti i dati relativi alla produzione dei bagni mobili, nello studio sono stati analizzati anche gli impatti ambientali derivanti ad esempio dal liquido sanificante, che diluito in acqua viene inserito dal concessionario nel serbatoio del wc.

Al termine di quest'ultima fase che aveva l'obiettivo di comprendere maggiormente gli studi LCA di ogni Dichiarazione Ambientale di Prodotto, individuando i processi interni ed esterni al sito aziendale di ogni caso studio laddove esplicitati nella documentazione, sono state effettuate riflessioni e ragionamenti volti alla selezione del caso studio. Considerando l'obiettivo principale della ricerca di dottorato e del

processo che si intende affrontare, la selezione del caso studio si è orientata al bagno mobile dell'azienda Sebach S.p.a. per le seguenti motivazioni:

- Il prodotto è realizzato da un'azienda partner Armal S.p.a, quindi i dati degli impatti ambientali riportati nella EPD non sono stati calcolati con funzioni di approssimazione;

- l'azienda Sebach gestisce il servizio noleggio su tutto il territorio nazionale, e nel calcolo a ciclo di vita sono incluse sia le fasi del prodotto che del servizio; le scelte bio-ispirate applicate al re-design potrebbero avere ricadute anche in altre fasi del ciclo di vita del prodotto, e quindi si potrebbero avviare le valutazioni qualitative nelle fasi del servizio noleggio;

- Il prodotto è parte integrante del servizio, e quindi assume un valore sociale.

Ulteriori motivi di esclusione dei tre casi, a favore del bagno mobile, riguardano riflessioni effettuate per pianificare al meglio il processo di riprogettazione del prodotto al fine di convalidare il contributo, in termini di sostenibilità ambientale, dato dalla biomimesi. È stata esclusa infatti dalla selezione finale la sedia Catifa 46 dell'azienda Arper S.p.a. in quanto esistono già esperienze di progettazione biomimetica di una seduta, come ad esempio il progetto Biomimicry Chair di Lilian Van Daal del 2014. Ulteriore motivo di esclusione è la poca possibilità di interfacciarsi con i reparti produttivi in quanto, come è esplicitamente riportato nella EPD, la Arper non produce né assembla i prodotti, e questo, in ottica di collaborazione e sperimentazione industriale, potrebbe risultare un ostacolo a processo programmatico.

Capitolo 4

Il bagno mobile TopSan NoTouch 2.0: analisi, requisiti e strategie di re-design

- 4.1 Il bagno mobile: azienda, prodotto, normative e linee guida del prodotto-servizio
- 4.2 Analisi tecnica del prodotto: architettura, funzionalità e servizi
- 4.3 Analisi ambientali del prodotto: Environmental Product Declaration (EPD) e Life Cycle Assessment (LCA) di verifica e integrazione
- 4.4 Strategie di re-design per il miglioramento ambientale del prodotto e individuazione dei componenti prioritari



4 Il bagno mobile TopSan NoTouch 2.0: analisi, requisiti e strategie di re-design

4.1 Il bagno mobile: azienda, prodotto, normative e linee guida del prodotto-servizio

Il bagno mobile è un'unità portatile indipendente destinata all'utilizzo da parte di una singola persona, munita di serbatoio per i rifiuti non collegato alla rete fognaria^[69]. Sono strutture igieniche mobili, indipendenti e collocabili temporaneamente in luoghi in cui è prevista la presenza di un numero ampio di persone che debbano farne uso in mancanza o per insufficienza di strutture igieniche fisse. Si tratta di strutture semplici ed essenziali che hanno funzioni simili a quelle delle strutture igieniche fisse situate negli insediamenti abitativi e allacciate alla rete fognaria.

I bagni mobili sono generalmente caratterizzati da una forma a parallelepipedo ad asse maggiore verticale (cabina) a base quadrata o rettangolare. Il tetto posto nella parte superiore del bagno è tendenzialmente bombato o spiovente per permettere all'acqua piovana di scorrere lungo i lati, mentre la pedana è dotata di slitte laterali per consentire il sollevamento del prodotto tramite le forche del carrello elevatore. Le pareti laterali sono fissate al tetto e alla pedana per garantire rigidità strutturale, e su uno dei quattro lati è prevista la porta incernierata all'imbotte che, aprendosi verso l'esterno, permette l'ingresso degli utenti del bagno mobile che potranno usufruire del gruppo wc posto all'interno della cabina.

Nata nel 1987 a Certaldo, in Toscana, l'azienda Sebach s.r.l. è stata la prima azienda ad importare i bagni mobili dagli Stati Uniti, risultando oggi leader in Italia nel servizio noleggio del prodotto. Per merito dell'orientamento pionieristico del prodotto e delle politiche di qualità adottate, vanta oggi una rete di oltre 80 concessionari e più di 1500 punti noleggio disposti in modo capillare sul territorio nazionale, movimentando circa 25.000 bagni al giorno.

L'azienda nel corso dei suoi trent'anni di attività ha sempre mostrato un'alta predisposizione verso l'innovazione, rinnovando le strategie di comunicazione

[69] Definizione presente nella normativa UNI EN 16194 "Bagni mobili non collegati alla rete fognaria. Requisiti per i prodotti ed i servizi necessari per l'utilizzo di bagni mobili e relativi prodotti sanitari."

Fig. 37. Bagno mobile TopSan NoTouch 2.0



Fig. 39. Schema di commercializzazione del bagno mobile.

a partire dal restyling del marchio e delle cabine curate da Oliviero Toscani, la cui campagna di marketing apportava alla funzionalità dei bagni mobili un'immagine ironica, rendendo così riconoscibile il brand.

Azienda design-oriented, Sebach mira a migliorare il profilo ambientale del prodotto e del servizio noleggio. È dotata infatti della Certificazione Integrata di Sistemi di gestione aziendale, nello specifico: alla normativa ISO 9001 (qualità) ed alle norme OHSAS 18001 (sicurezza) e ISO 14001 (ambiente) - garantite Bureau Veritas. Ulteriore dimostrazione di impegno verso l'ambiente è dimostrata dall'introduzione della Carta degli Impegni per la Sostenibilità nel 2012, e l'anno successivo con la pubblicazione della Dichiarazione Ambientale di prodotto.

Nel 2009 nasce YLDA Group S.p.A, una nuova holding tra Sebach e altri due importanti società: LBO FRANCE e YLF S.p.A. Le tre parti hanno sottoscritto un contratto per l'acquisizione di quote del Gruppo Daimont, che controlla le società Sebach s.r.l e Armal s.r.l. nella produzione di bagni chimici mobili. L'obiettivo primario è quello di proporre a livello internazionale un business basato su innovazione e qualità, ricerca e sviluppo, per incrementare ulteriormente la diffusione dei marchi Sebach e Armal^[70]. Come mostrato nello schema di commercializzazione del bagno mobile (Fig.39), i prodotti sono realizzati dall'azienda Armal, key partners nel business model di Sebach. Quest'ultima provvede alla distribuzione dei bagni mobili in comodato d'uso alle società concessionarie presenti sul territorio nazionale, il quale gestiranno il servizio stipulando contratti con clienti (enti pubblici o privati) per la ripartizione del noleggio dei bagni mobili nei differenti siti di ubicazione, garantendone il trasporto e la manutenzione.

L'azienda Sebach oggi è riconosciuta per aver dotato i bagni mobili del sistema di pulizia ad acqua pulita TopSan: il contenitore reflui è caratterizzato da due serbatoi separati (uno dedicato al contenimento dei rifiuti e uno per il liquido sanificante) ed di uno specifico meccanismo di pulizia. Attraverso l'automatismo a pedale - da qui la denominazione NoTouch - si attiva il risciacquo, permettendo al nastro in acciaio di ruotare e far defluire i rifiuti verso l'interno del serbatoio e di rimanere pulito grazie all'azione nebulizzante sanificante dell'ugello, assicurando sia la copertura completa del vano reflui rispetto all'utente, sia igienicità ad ogni utilizzo (Fig. 40).

La Sebach s.r.l. offre una moltitudine di servizi igienico-sanitari: con la linea mobile, che include il caso studio selezionato, è possibile personalizzare l'ambiente interno attraverso una diversificata offerta di accessori. Infatti la linea mobile è customizzabile ad esempio con la tanica estraibile al posto del gruppo wc, oppure con gli accessori tipici dei sanitari allacciati alla rete idrica e fognaria, rendendo così la cabina predisposta o

[70] www.ylda.it



Fig. 38. Oliviero Toscani rinnova lo storico marchio. L'azienda da quel momento ha cercato sempre nuovi modi di comunicare, non solo con le stampe sulle superfici del bagno mobile, ma che attraverso i social media.

Fig. 40.
Sistema di pulizia ad acqua pulita TopSan.
A sinistra: il nastro in acciaio assicura la copertura completa del vano reflui rispetto all'utente e all'ambiente esterno.
A destra: automatismo a pedale che attiva il risciacquo, permettendo al nastro di ruotare e far defluire i rifiuti verso l'interno del serbatoio.



Fig. 41. Da sinistra verso destra: cabina multifunzione All In One, bagno mobile con tanica estraibile, bagno mobile linea Flus con sanitari allacciati alla rete idrico-fognaria.



al wc o alla doccia. Ulteriore utilizzo della cabina mobile è predisporre gli interni per ottenere uno spazio spogliatoio oppure box per lo stivaggio di materiale. Con la stessa cabina della linea mobile è possibile comporre una struttura modulare con due o più unità, offrendo quindi la possibilità di personalizzare gli interni delle cabine, che siano allacciate alla rete idrica fognaria o meno (Fig.40).

Oltre alla moltitudine di usi che può offrire una sola cabina e versatilità degli accessori, la Sebach ha ampliato il servizio noleggio dei prodotti igienici-sanitari offrendo anche la possibilità di scegliere diverse tipologie di strutture (Linea Modular, Linea Box, Linea Deluxe) che mirano a soddisfare le possibili esigenze del cliente in relazione alla finalità e siti di ubicazione^[71].

Essendo parte di un servizio, il bagno mobile non è esente da normative di riferimento e da linee guida nazionali per la gestione del servizio noleggio, nate a seguito della forte crescita di richieste di tali prodotti e servizi.

La normativa europea UNI EN 16194 "Bagni mobili non collegati alla rete fognaria. Requisiti per i prodotti ed i servizi necessari per l'utilizzo di bagni mobili e relativi

[71] Per ulteriori informazioni si rimanda al sito web dell'azienda: www.sebach.it/prodotti

prodotti sanitari" si applica ai bagni mobili non collegati alla rete fognaria^[72].

Essa specifica i requisiti di qualità minima per i servizi relativi all'installazione dei bagni mobili e i requisiti pertinenti ai bagni mobili e ai prodotti sanitari, tenendo conto di fattori quali igiene, salute e sicurezza.

I bagni mobili possono essere impiegati per garantire il servizio igienico per utilizzi di diversa natura, come ad esempio eventi, opere di soccorso in caso di disastri naturali, presso i cantieri, oppure nelle aree pubbliche, parchi e parcheggi. Per garantire un buon servizio, la normativa descrive al suo interno come valutare la quantità di bagni mobili da disporre in relazione al sito di ubicazione e alla frequenza di utilizzo, con conseguente calcolo degli intervalli dei servizi di pulizia e approvvigionamento della soluzione acqua-disinfettante all'interno del serbatoio reflui e degli altri materiali di consumo, quali carta igienica o disinfettante per le mani.

Per quanto riguarda il prodotto, la normativa specifica i requisiti minimi relativi alle dimensioni, all'accessibilità e sicurezza degli utenti all'interno del bagno mobile, e i requisiti inerenti al servizio noleggio e la comunicazione dello stesso^[73].

Il manuale "Linee Guida Nazionali per la gestione e la pulizia dei bagni mobili" adottate dall'Associazione ASPI (Associazione Nazionale Gestori Rifiuti Manutenzioni e Spurghi reti fognarie e idriche, Allegato n.4) riporta informazioni per la gestione e la pulizia dei prodotti, nonché la regolamentazione dei servizi, con riferimento la normativa UNI EN 16194 e alle norme del Ministero dei Trasporti e del Ministero dell'Ambiente e Tutela del Territorio.

Oltre a riportare le definizioni, le caratteristiche costruttive, tipologie e tecniche di impiego dei bagni mobili, fornisce informazioni dettagliate inerenti alla gestione del servizio noleggio con focus sui veicoli per il trasporto dei prodotti, della gestione, delle operazioni di pulizia con raccolta reflui e trasporto dei rifiuti di risulta, nonché la modalità di registrazione e delle stipule di contratto con enti pubblici e privati per la fornitura del servizio.

In sintesi, i documenti normativi di riferimento regolamentano:

- la locazione del bagno mobile in relazione al periodo di tempo;
- l'operazione di installazione comprensiva dell'approvvigionamento della soluzione acqua-disinfettante all'interno del serbatoio reflui e degli altri materiali di consumo, (ad esempio carta igienica, disinfettante per le mani, etc. etc.);
- gli interventi di pulizia e spurgo periodici su ciascun bagno locato che si articola in (i) aspirazione dei rifiuti liquidi prodotti dall'uso del bagno mobile ed accumulatisi all'interno del serbatoio reflui dello stesso; (ii) pulizia e disinfezione della cabina con lavaggio interno ed esterno effettuato con getti d'acqua calda (100° C) e ad alta pressione (70 atm), con eventuale aggiunta di prodotti disinfettanti; (iii) manutenzione ordinaria di ciascuna cabina wc e dei componenti e/o accessori (sostituzione dei pezzi usurati, serraggio di viti lente etc. etc.); (iiii) trasporto dei liquami prelevati (sino all'impianto autorizzato per operazioni di smaltimento/recupero).

Il quadro di sintesi dei requisiti minimi di qualità che il bagno mobile deve possedere e garantire è stato elaborato estrapolando le informazioni prioritarie dai documenti normativi di riferimento, suddividendoli in requisiti minimi dimensionali, di accessibilità e sicurezza degli utenti, di usabilità e comfort in fase d'uso, ed infine i requisiti minimi inerenti alla funzionalità del gruppo wc. Tale suddivisione si è resa necessaria affinché fossero chiari i vincoli progettuali da considerare nella fase di riprogettazione del prodotto in chiave biomimetica.

[72] Ad esclusione dei bagni a secco, ovvero la tipologia di bagni mobili che non richiedono l'uso dell'acqua e che trattano i rifiuti solidi umani attraverso processi di compostaggio e disidratazione.

[73] Ulteriori approfondimenti saranno riportati nel capitolo 4.2 Analisi tecnica del prodotto: architettura, funzionalità e servizi.

BAGNO MOBILE - REQUISITI MINIMI DI QUALITÀ QUADRO DI SINTESI

Documenti di riferimento:

UNI EN 16194 NORMATIVA EUROPEA APRILE 2012

Bagni mobili non collegati alla rete fognaria. Requisiti per i prodotti ed i servizi necessari per l'utilizzo di bagni mobili e relativi prodotti sanitari.

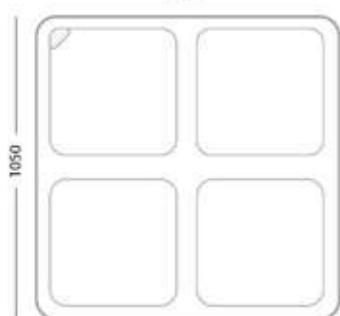
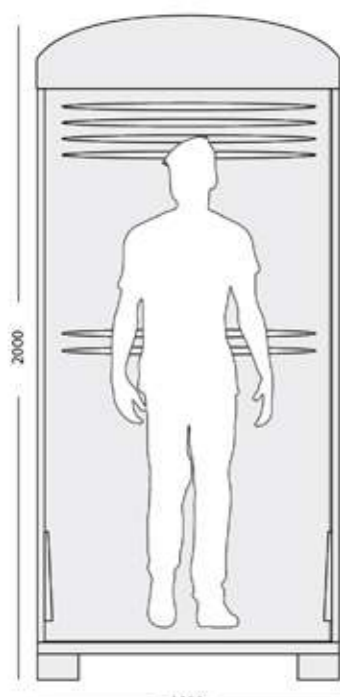
Linee Guida Nazionali per la gestione e la pulizia dei bagni mobili, Associazione ASPI

Requisiti minimi dimensionali

Area e altezza minima

L'area interna, misurata da parete a parete, deve essere almeno 1 m².

L'altezza interna deve essere almeno 2 m, misurata nel punto più alto del bagno mobile.



Requisiti minimi accessibilità e sicurezza degli utenti

Quando il bagno mobile è chiuso, non deve essere possibile intravedere l'interno da fuori;
la porta deve poter essere chiusa a chiave dall'interno e deve poter essere aperta dall'esterno in caso di emergenza;
deve essere disponibile un indicatore di "occupato";



Requisiti minimi servizio noleggio, pulizia e comunicazione

il bagno mobile deve essere lavabile e facilmente pulibile (per esempio mediante l'utilizzo di superfici di plastica e materiali refrattari alla polvere);
le slitte del bagno mobile devono essere idonee al trasporto mediante carrello elevatore o in pallet;
devono essere disponibili superfici esterne idonee per l'affissione di adesivi o segnali;

Requisiti minimi usabilità e comfort in fase d'uso

Deve essere predisposta sufficiente incidenza di illuminazione;
la parte interna del bagno deve avere un'adeguata ventilazione;
la porta si deve chiudere da sola;
deve essere disponibile un contenitore per una quantità sufficiente di carta igienica;
all'interno del bagno mobile deve essere presente un gancio appendiabiti;



Requisiti minimi unità funzionale wc

all'interno del bagno mobile devono essere presente un serbatoio dei reflui;
l'apertura del serbatoio deve essere dotata di una tavoletta per wc o consentire la posizione accovacciata;
il serbatoio deve disporre di una sistema di ventilazione con sfiato all'esterno;
il sistema del serbatoio deve essere uno dei seguenti: a caduta, a ricircolo con lavaggio del vaso, ad acqua pulita con lavaggio del vaso.



- il sistema del serbatoio deve essere uno dei seguenti:
- a caduta (Tipo 1)
- a ricircolo con lavaggio del vaso realizzato mediante pompa a mano o a pedale
- ad acqua pulita con lavaggio del vaso realizzato mediante pompa a mano o a pedale

Fig. 42. Sintesi dei requisiti minimi di qualità che il bagno deve possedere secondo la normativa UNI EN 16194 e il manuale "Linee Guida Nazionali per la gestione e la pulizia dei bagni mobili" dell'associazione ASPI.

4.2 Analisi tecnica del prodotto: architettura, funzionalità e servizi

Le analisi tecniche sul prodotto sono state elaborate in seguito alla ricezione del materiale fornito dall'azienda Sebach. Grazie infatti al prodotto fisico e al materiale digitale - tra cui il modello 3D del bagno mobile TopSan NoTouch 2.0, datasheet dei componenti, e manuali di riferimento - è stato possibile elaborare le analisi tecniche al fine di comprendere gli aspetti formali e funzionali del prodotto, nel suo insieme e nelle sue singole parti. È importante sottolineare che le analisi riportate nel seguente paragrafo non sono caratterizzate da descrizioni di dettaglio in alcune parti del prodotto, a garanzia della riservatezza pattuita con l'azienda.

In apparenza molto semplice, in realtà il bagno mobile è un prodotto complesso per essenzialità dei componenti in relazione alle qualità prestazionali che nel suo insieme e nelle sue parti deve saper garantire, per poter essere considerato un prodotto durevole, facilmente assemblabile e disassemblabile, rispettando i requisiti normativi e agevolando le fasi del servizio svolte dall'operatore autorizzato.



Prodotto dall'azienda partner Armal s.r.l. quasi interamente in HDPE stampato ad iniezione, la cabina del bagno mobile misura circa 1060x1060x2420 mm per un peso totale di 83 Kg.

Secondo la normativa, il bagno mobile che deve essere completamente e facilmente pulibile per garantire igiene, deve soddisfare requisiti prestazionali quali la facilità di collocazione in ambienti, agevolare le attività di servizio svolte dall'operatore, garantire resistenza strutturale; deve poter accogliere adeguatamente gli utenti al suo interno permettendogli l'accesso in sicurezza. Il bagno mobile deve quindi soddisfare i requisiti dimensionali, requisiti in relazione sia alle attività svolte dall'operatore autorizzato Sebach per la movimentazione e igienizzazione, sia all'uso da parte degli utenti, nonché la comunicazione del servizio noleggiato.

Nell'insieme, il bagno mobile è composto da macro-componenti fissati tra loro a tolleranze minime per impedire il deposito o l'accumulo di sporco.

Per comprendere in dettaglio le qualità prestazionali e le funzioni svolte di ogni parte del prodotto, è stata elaborata una scheda di sintesi dell'architettura del bagno mobile. Quest'ultima si compone di quattro parti (Fig.44), di cui tre inerenti alle qualità prestazionali della cabina, ed una inerente al cuore funzionale del prodotto, ovvero il gruppo wc.

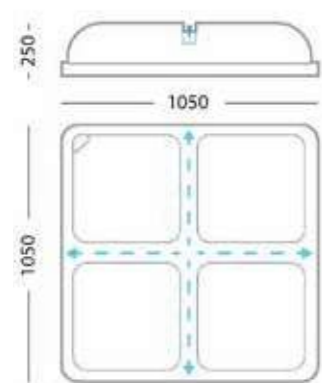


A sinistra. Fig. 43. Esploso della cabina del bagno mobile e informazioni principali delle caratteristiche del prodotto (queste ultime estratte dal sito www.sebach.it).

Sopra. Fig. 44. Architettura del prodotto.

PARTE SUPERIORE

Copertura superiore della cabina



● Fughe di scolo per l'acqua piovana



● Fughe per il posizionamento delle cinghie per il trasporto



Fig. 45. Insieme di immagini della copertura del bagno mobile: disegno 2D semplificato del tetto con vie di scolo per l'acqua piovana evidenziate; vista interna del bagno mobile e cavità d'accoglimento del tubo di sfiato sul componente; posizionamento del bagno mobile sull'automezzo cui le vie di scolo fungono da guida per il posizionamento delle cinghie di sicurezza.

La prima parte analizzata è composta dal tetto, ovvero l'elemento la cui funzione è di definire la parte superiore del bagno mobile e di preservare l'ambiente interno dagli agenti atmosferici e dall'invasione di animali. Il componente si presenta a base quadrata con angoli arrotondati e profilo a semi-cupola. Quest'ultima caratteristica permette all'acqua piovana di scivolare sui lati limitandone così il deposito di liquidi sul tetto. Ulteriore incentivo di scivolamento è dato dalla presenza di scanalature ricavate sulla superficie superiore, che fungono da guide per il posizionamento delle cinghie, facilitando così il fissaggio del prodotto sui mezzi di trasporto (Fig. 45).

È l'elemento di copertura che contribuisce a tener salda l'intera struttura del bagno mobile: il perimetro della base infatti funge da cornice per gli elementi centrali del bagno mobile (pareti laterali e imbotte), il cui fissaggio avviene tramite rivetti (n.5 rivetti per lato).

Il tetto è il componente influenzato dalla normativa per la predisposizione di incidenza luminosa sufficiente verso l'interno. Questa prestazione è data dal colore chiaro del materiale con cui è realizzato, che permette sia di filtrare la luce ambientale esterna verso l'interno della cabina, sia la riduzione dell'eccessivo accumulo di calore nelle giornate caratterizzate da alte temperature. Il problema si pone nell'utilizzo serale e notturno dei bagni mobili che normalmente sono posizionati vicino alle fonti di luce artificiale anche in modo da evidenziare la presenza. In realtà questo non è sempre possibile per cui, se ritenuto importante, la Sebach s.r.l. offre apparecchi illuminotecnici da applicare all'interno del prodotto.

Infine, il tetto non presenta grate per la ventilazione naturale dell'interno cabina, ma

CORPO CENTRALE

Copertura laterale del prodotto

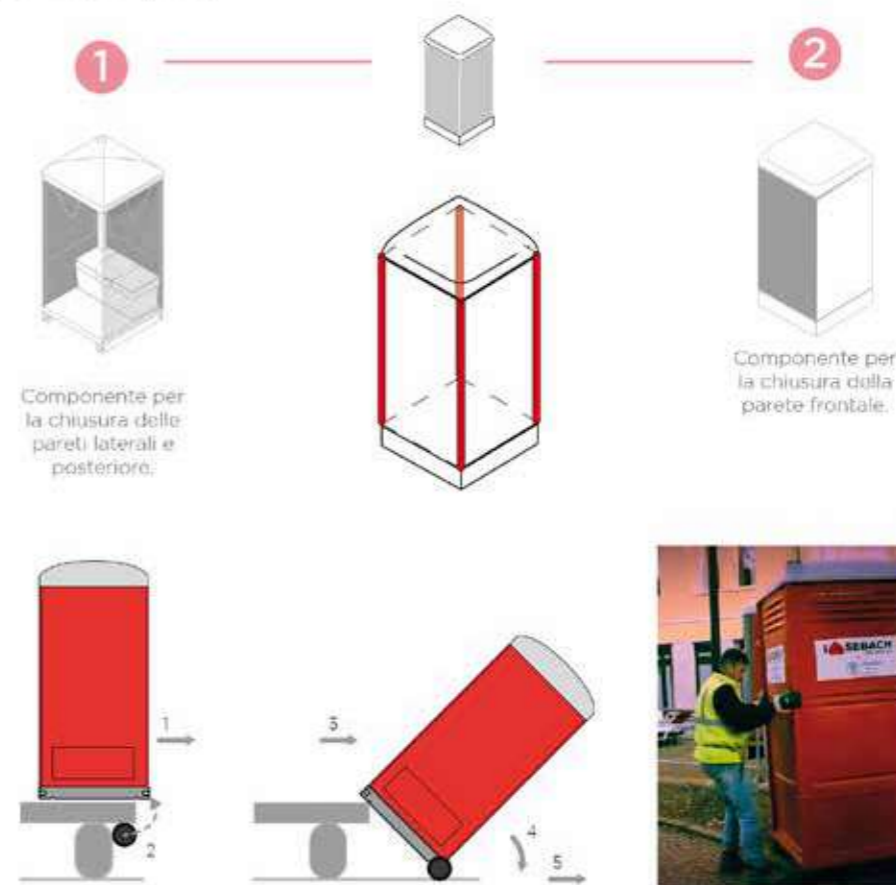


Fig. 46. Corpo centrale del bagno mobile e divisione per funzioni. Sintesi delle fasi per la movimentazione del bagno mobile.

contribuisce a espellere cattivi odori e gas di fermentazione accogliendo il tubo di sfiato nell'angolo posteriore destro.

La parte centrale del prodotto costituisce il corpo a sviluppo verticale del bagno mobile, ed è possibile dividerla in due funzioni ben distinte: la prima dedicata alla copertura dei lati, la seconda dedicata alla transizione dell'utente dall'esterno verso l'interno e viceversa, ed entrambe le distinzioni dimostrano di possedere ruoli definiti (Fig. 46).

Nel complesso è la parte del bagno mobile che deve possedere ottime qualità di resistenza strutturale dato l'importante sviluppo verticale degli elementi. Questi ultimi devono potersi giutare tra di loro per formare i lati della cabina che fungono da punto di presa per l'operatore autorizzato nelle attività di sollevamento e abbassamento del prodotto (verso e dall'automezzo) e di trascinamento quando il bagno è inclinato e appoggia sulle ruote applicate alla base.

Analizzando in dettaglio, il primo macro-gruppo è costituito da pannelli in polietilene ad alta densità stampato ad iniezione che vengono successivamente rivettati tra di loro, sulla base e sul tetto. Le due pareti laterali e quella posteriore sono realizzate con lo stesso stampo per contenere i costi di produzione. Si tratta di un elemento a sviluppo verticale leggermente curvato verso l'esterno, irrigidito nella parte superiore da nervature di rinforzo in cui sono ricavate le griglie di areazione, e nella parte inferiore dalla superficie inclinata verso l'interno cabina per accostarsi a tolleranze minime al gruppo wc. Configurata in questo modo e avente uno spessore costante di 4 mm, la parete laterale riesce a garantire un'adeguata durabilità e resistenza strutturale.

Le pareti laterali, nella configurazione unità bagno mobile, accolgono all'interno

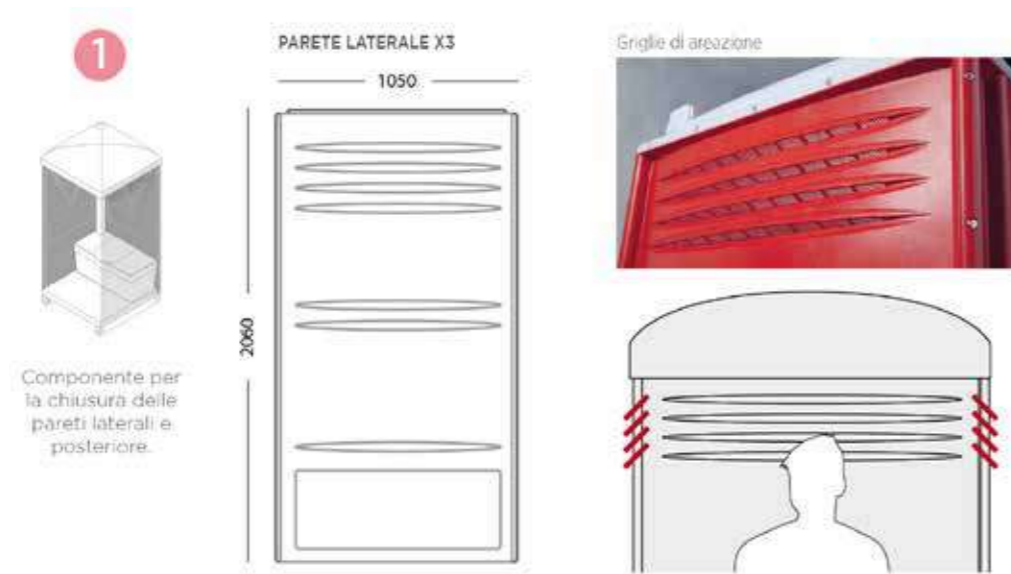
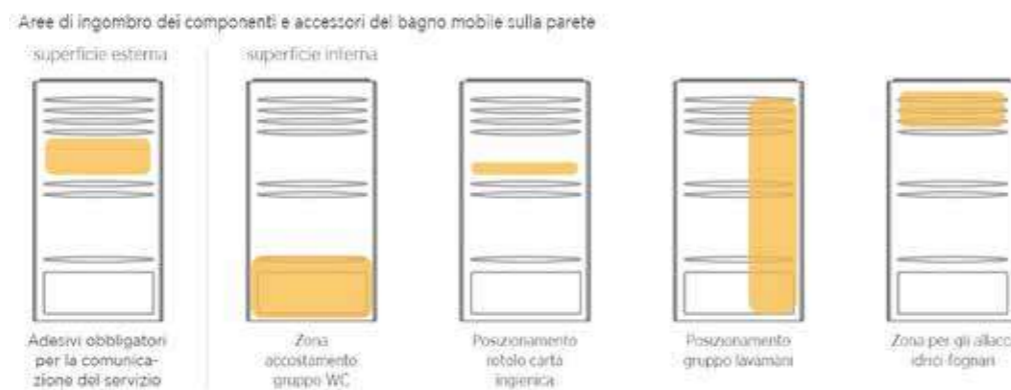


Fig. 47. Focus parete laterale con disegno 2D semplificato, griglie di areazione e schema di sintesi delle aree di ingombro dei componenti e accessori del bagno mobile sulla parete.



cabina gli accessori di base (contenitore carta igienica) e su richiesta gli accessori extra (quali dispenser sapone mani, lavamani), mentre sulla superficie esterna vengono affissi gli adesivi con le informazioni obbligatorie del servizio noleggio di riferimento. Quando l'unità bagno è invece collegata alle reti idriche e fognarie, sulla parete di fondo vengono posizionati le convenzionali cassette di scarico wc, o nella versione doccia, il sistema del soffione (Fig.47).

In fase di assemblaggio contribuisce a mantenere stabile il gruppo wc, accostandosi ad esso a tolleranze minime grazie all'inclinazione della superficie posta nella parte bassa della parete, a cui vengono applicate 1-2 viti di fissaggio. Le estremità laterali della parete invece sono curvate per permettere l'assemblaggio tra una parete e l'altra, presentando una logica di incastro continuo che prevede che l'angolare sinistro vada all'interno all'angolare destro della parete adiacente.

La parete frontale invece funge da zona d'ingresso dall'esterno verso l'interno e viceversa, ed è costituita da due elementi principali: la porta e l'imbotte. Quest'ultima è una cornice fissa che assicura rigidità alla parete frontale del bagno mobile e predispone dell'alloggio dei perni per il fissaggio e l'apertura della porta.

Le estremità laterali dell'imbotte hanno le stesse caratteristiche degli angolari delle pareti, fissandosi ad esse in modo analogo, attraverso l'uso di rivetti. E sempre come le pareti, l'imbotte è fissata internamente al tetto ed esternamente alla pedana.

Insieme alla porta, l'imbotte contribuisce alla ventilazione naturale dell'interno cabina, grazie alla presenza di fori in cui vengono inserite piccole griglie di ventilazione.

Sull'estremità superiore (all'interno della cabina) è generalmente fissato con viti un

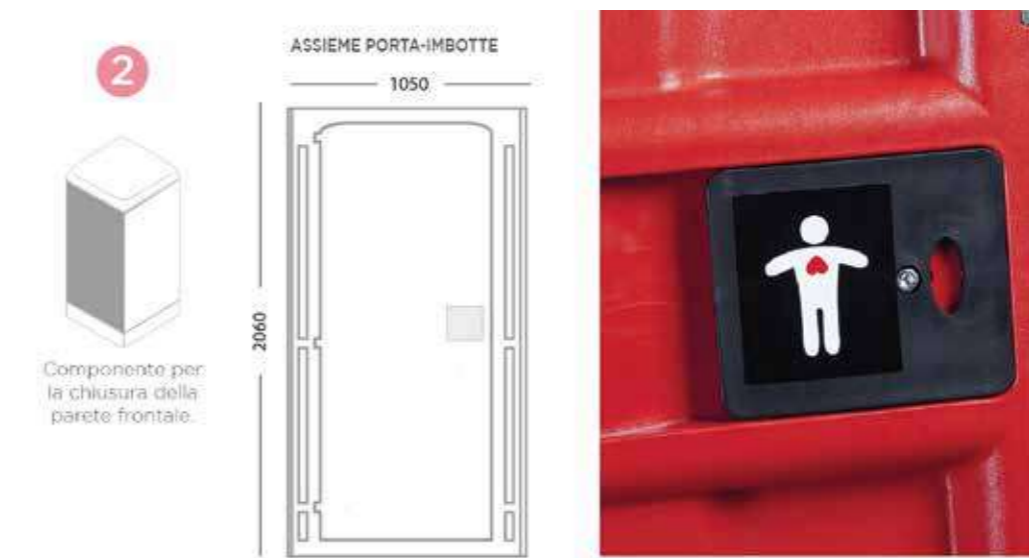


Fig. 48. Immagini dell'assieme porta/imbotte, con focus sul sistema di chiusura della porta e vista dall'interno cabina del maniglione.



appendi abiti in metallo. Oltre a predisporre le cerniere per il posizionamento e rotazione della porta, è presente la molla per l'auto-chiusura della stessa, mentre sul lato sono presenti i componenti della serratura a scatto.

La porta invece è dotata degli accessori per l'apertura e la chiusura facilitata per permettere l'accesso dell'utente. Dal punto di vista ergonomico, la larghezza della porta risulta idonea per far transitare in sicurezza l'utente, mentre il peso del componente non risulta eccessivo (la molla oppone resistenza all'apertura), essendo apribile verso l'esterno.

Una considerazione critica è relativa alle fasi di manutenzione che l'operatore deve svolgere accedendo fisicamente all'interno del bagno mobile, portando con sé gli strumenti necessari. La molla è fissa, e quindi l'operatore svolge le sue attività cercando con il corpo di tenere aperta la porta. In questo modo la molla è soggetta a carico maggiore che ne pregiudica la durata, costringendo a frequenti interventi di manutenzione.

Secondo i documenti normativi presi in esame, la porta deve poter essere (1) chiusa a chiave dall'interno e deve poter essere aperta dall'esterno in caso di emergenza: stando all'interno è possibile ruotare il lucchetto per bloccare la porta e in caso di emergenza è possibile aprire la porta dall'esterno con apposita chiave di sicurezza; (2) deve essere disponibile un indicatore di "occupato", ruotando quindi il lucchetto dall'interno ruota anche la palette interna alla maniglia posta sul lato esterno con colori rosso e blu. Per completezza è predisposto un ulteriore componente plastico stampato per formare la maniglia. È posizionata alla stessa altezza della serratura e ha la funzione di disporre all'utente una presa solida per tirare o spingere la porta quando egli è all'interno del bagno mobile (Fig. 48).

La parte inferiore del bagno mobile è composta da due gruppi di elementi, ovvero la pedana e le slitte laterali, ed è una parte piuttosto interessata per mantenere in posizione l'intera cabina (Fig. 49).

La pedana è il componente di collegamento con gli elementi verticali e del gruppo wc, infatti lungo il suo perimetro vengono fissati con rivetti le pareti laterali e l'imbotte, mentre metà della sua superficie orizzontale è occupata dal gruppo wc che incastrandosi su di essa mantiene una posizione stabile. La restante superficie orizzontale costituisce il piano calpestabile durante l'uso del wc da parte degli utenti, ed è caratterizzata da una superficie antiscivolo e da fori per lo scolo dell'acqua di risulta.

Al di sotto del piano calpestabile troviamo una serie di nervature utili a non far flettere la superficie sotto il peso dell'utente e nelle zone laterali, in corrispondenza

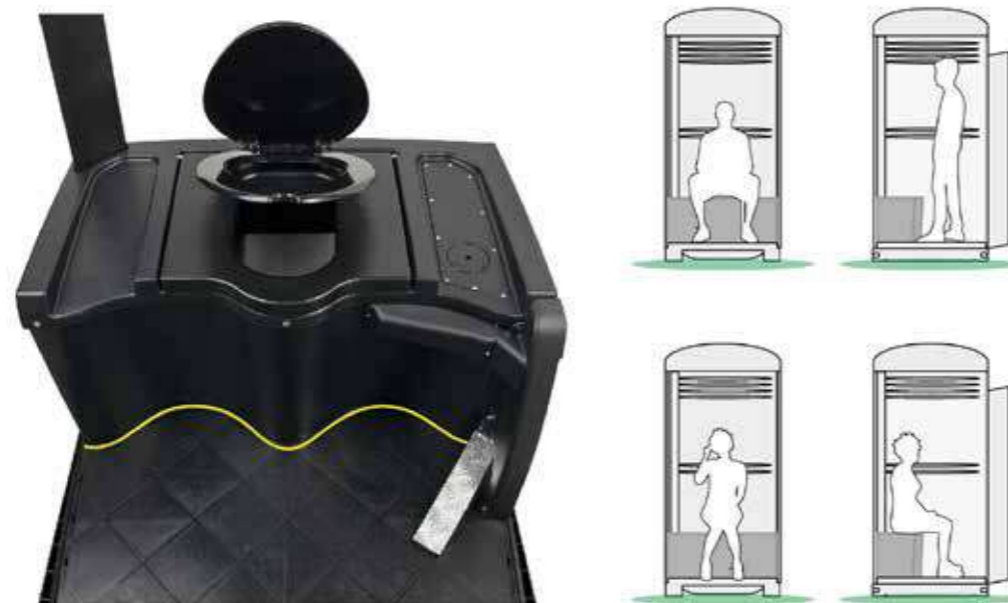
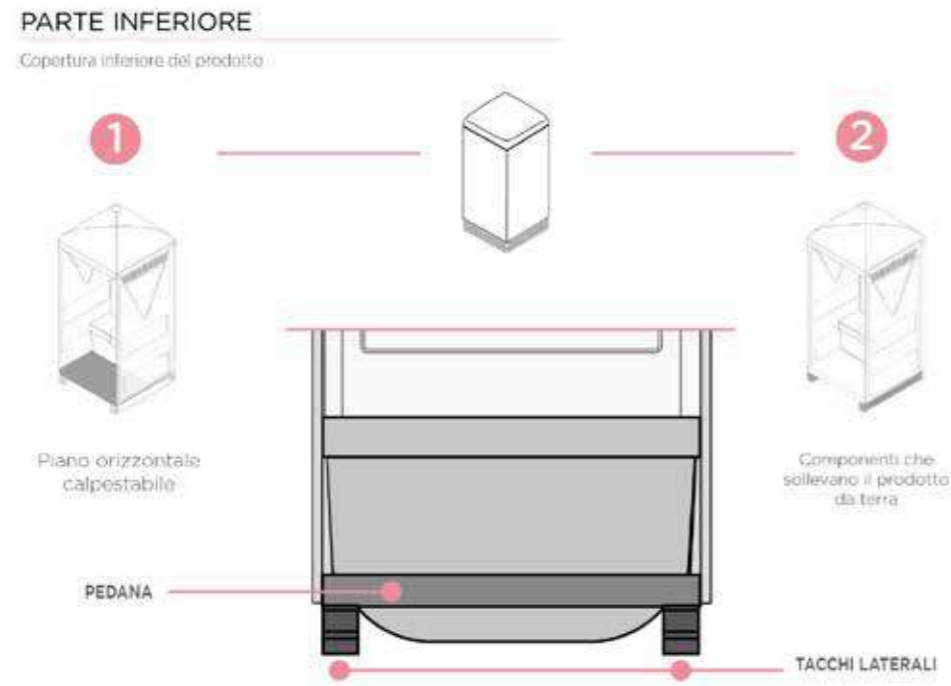


Fig. 49. Sintesi dei componenti presenti nella parte inferiore del prodotto e focus sull'acostamento a tolleranze minime tra pedana e gruppo wc, e area calpestabile sul componente nella fase d'uso del bagno mobile.

delle pareti sinistra e destra rispetto alla porta/imbotte sono predisposti gli alloggi per fissare attraverso l'uso di rivetti le slitte. Queste ultime svolgono la funzione di rialzare l'intera cabina da terra, e il vuoto presente tra di essi sarà occupato dalle forche del carrello elevatore nelle fasi di movimentazione del bagno mobile. La movimentazione avviene anche tramite barra di acciaio con ruote, quindi attualmente le slitte laterali presentano delle depressione per accogliere tale barra.

L'ultima parte analizzata dell'architettura del prodotto è relativa all'unità funzionale del bagno mobile, ovvero il gruppo wc. Si presenta come un insieme corposo di sottocomponenti volti a garantire il corretto utilizzo da parte dell'utente, e soprattutto a garantire un corretto contenimento dei reflui senza compromettere la salubrità dell'ambiente interno del bagno.

Sono stati individuati quattro sottocomponenti: il contenitore dei reflui, la copertura del contenitore, il tubo di sfiato e il meccanismo TopSan, core business aziendale. Per tali ragioni, seppur analizzato nel dettaglio, nella descrizione del meccanismo verranno riportate le informazioni presenti sul sito dell'azienda.

Partendo da quest'ultima componente, secondo la normativa di riferimento, il sistema del serbatoio deve essere uno dei seguenti: a caduta (Tipo 1), a ricircolo con lavaggio



Fig. 50. Schema di sintesi dei componenti del gruppo funzionale WC.

del vaso realizzato mediante pompa a mano o a pedale, oppure ad acqua pulita con lavaggio del vaso sempre realizzato mediante pompa a mano o a pedale. Il sistema di pulizia TopSan della Sebach è relativo all'ultima tipologia descritta dalla normativa. Infatti, sono previsti due serbatoi separati: uno per la raccolta dei reflui e l'altro per l'acqua e liquido di pulizia. In questo modo viene garantito il maggior livello di igienizzazione dopo ogni utilizzo del WC, grazie al sistema di pulizia a nastro rotante e rasatore in acciaio inox, che garantisce la copertura totale del vano reflui schermato totalmente la vista dell'utente. Inoltre, è presente un ugello nebulizzante, il quale consente un'adeguata erogazione del liquido di pulizia salvaguardando dai cattivi odori, riducendo così l'impiego di acqua per ogni utilizzo e garantendo una notevole livello di pulizia.

Il sistema ad acqua pulita TopSan è azionato dall'utente utilizzando la pompa a pedale posta in basso a destra del wc. La superficie del pedale utilizzabile è realizzata in lamiera punzonata e presenta un grip superficiale per garantire maggior attrito con la calzatura dell'utente.

L'utente deve poter usufruire del bagno mantenendo una postura ergonomicamente corretta, sia da seduto che in piedi. Le misure del gruppo wc presenti nel bagno TopSan

NoTouch 2.0 sono analoghe a quelle del bagno collegato a rete fognaria, e rispetto alla versione precedente, la superficie verticale del gruppo wc presenta delle rientranze che permette all'utente di potersi avvicinare maggiormente al bordo, facilitando così qualsiasi posizione si voglia adottare.

Il serbatoio per il contenimento dei reflui e del liquido sanificante è realizzato in materiale plastico con stampo unico, ed è connessa alla parte inferiore con la pedana, occupando il vuoto presente su di essa, e fissato alle pareti laterali attraverso i rivetti. Il contenitore reflui ha una capacità contenitiva pari a 220 l. Come anticipato, il serbatoio del bagno mobile TopSan è suddiviso in due parti tramite una paratia ricavata dallo stampo del componente, dividendo lo spazio disponibile come segue: i primi due terzi dello spazio partendo da sinistra è dedicato ai reflui, l'ultimo terzo a destra dedicato al contenimento del liquido sanificante. Per limitare l'accumulo di sporco, le superfici si presentano lisce e dai bordi arrotondati e anche in questo caso l'accostamento con le pareti e con la pedana è a tolleranze minime.

La copertura superiore del serbatoio reflui è il componente su cui vengono fissati gli elementi necessari per favorire l'interazione tra utente e gruppo wc, ovvero l'asse, la tavoletta e il coperchio, che sono giunti alla scocca tramite cerniere e molle.

Gli accessori non presentano caratteristiche particolari che li differenziano rispetto ai sanitari casalinghi, realizzati con materiali differenti che permettono una produzione più economica e un peso più leggero.

Inoltre, la copertura del serbatoio accoglie nella parte posteriore destra il tubo di sfiato che indirizzerà gli odori verso l'esterno. Quest'ultimo componente è realizzato con apposito tubo a sezione triangolare avente superficie liscia. Nello specifico si tratta di due componenti stampati accoppiati tra loro tramite incastro a scorrimento. Mentre l'estremità inferiore del tubo di sfiato è posizionata in un foro presente sul serbatoio per prelevare i gas di fermento che si generano al suo interno, l'efflusso verso l'esterno di tale gas avviene attraversando il condotto che termina nell'apertura ricavata nel tetto. Altre caratteristiche analizzate sul prodotto TopSan NoTouch sono relative alla modularità. Come anticipato nel capitolo 4.1, l'unità mobile può essere affiancata e connessa ad altre unità al fine di creare la linea box, offrendo la possibilità di personalizzare gli interni a seconda delle necessità pattuite con il cliente.

Tale versatilità della cabina è resa possibile dall'accostamento di due unità, in cui per creare una zona di passaggio è necessario rimuovere una delle due porte interne e connettere le imbottite tra di loro mediante l'uso di viti, mentre la continuità di superficie della pedana è data dall'aggiunta di un pannello plastico che va a coprire il vuoto creatosi dall'unione delle due cabine (Fig. 51).

Il ruolo dei concessionari Sebach inizia quando il prodotto, spedito dall'azienda disassemblato e imballato su pallet, arriva al deposito, dando così avvio all'assemblaggio del bagno mobile TopSan NoTouch 2.0.



Sopra. Fig. 51. Modularità dell'unità bagno mobile: i lati evidenziati in rosso coincidono con le pareti laterali, quelle in blu con il posizionamento dell'imbottite.

Secondo il manuale fornito dall'azienda, è una fase costituita da numerosi step, e in questa descrizione verrà sintetizzata in sei macro-passaggi, escludendo le singole fasi del meccanismo ad acqua pulita TopSan.

La prima operazione prevista per l'assemblaggio del prodotto è posizionare e fissare il contenitore dei reflui sulla pedana già accoppiata con le slitte laterali. Successivamente verrà completato l'assemblaggio di tutti i componenti previsti per formare il gruppo wc (meccanismo ad acqua pulita comprensivo di pedale a pompa, coperchio di copertura serbatoio reflui con tavolette, coperchio per il serbatoio dedicato all'acqua con sanificante).

Le fasi successive prevedono l'assemblaggio dei macro-componenti della cabina, posizionando dapprima la parete posteriore inserendola negli incastri presenti sulla pedana e assicurandola sia ad essa che al gruppo wc attraverso rivetti affinché la parete si autosostenga. Segue il posizionamento e il fissaggio delle pareti laterali utilizzando rivetti sia per connettere gli elementi verticali alla pedana, sia per connetterli tra di loro lungo le due colonne posteriori.

A completamento dei lati della cabina sarà fissata l'imbotte, anch'essa assicurata sia alla pedana che lungo le colonne posteriori create da l'unione dell'imbotte e delle pareti laterali. La fase successiva prevede quindi il posizionamento del tetto che, grazie alla sua cornice perimetrale, conterrà al suo interno gli elementi verticali.

Le fasi successive prevedono l'applicazione degli accessori utili al funzionamento della porta, come ad esempio la chiusura antivento regolabile nell'imbotte e l'inserimento dei cardini che permetterà installazione della porta stessa.

Tra gli ultimi passaggi troviamo l'installazione del tubo di sfiato posizionato alla base sul foro presente nel coperchio del serbatoio reflui, e in cima sul foro presente sul tetto. A completare l'operazione saranno inserite le piccole griglie di areazione sia sull'imbotte che sulla porta, e il fissaggio degli accessori interni quali portacarta igienica sulla parete e l'appendi abiti sul lato superiore interno dell'imbotte.

Assemblato il prodotto, i concessionari autorizzati Sebach possono dare inizio al servizio noleggio dei bagni mobili, caratterizzato da diversi step il cui focus è l'attenzione alla manutenzione effettuata per ogni fase del servizio.

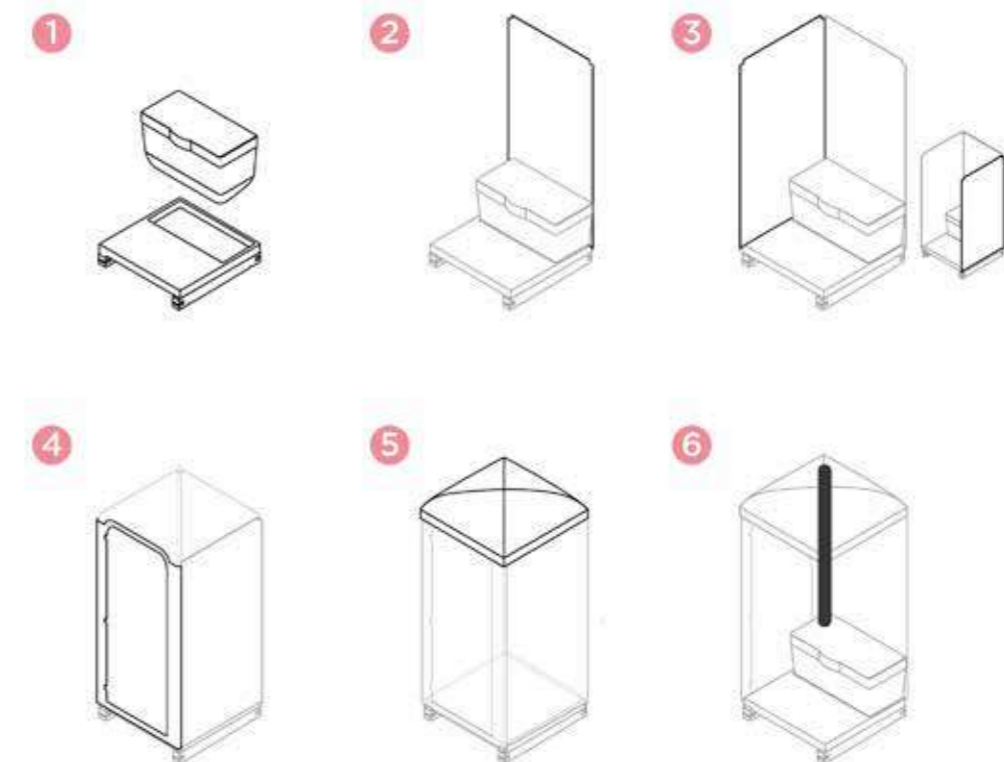


Fig. 52. Macrofasi semplificate dell'assemblaggio del prodotto.

Prima di ogni movimentazione del bagno mobile avviene la stipula del contratto, in cui si concordano:

1. il numero di bagni mobili determinato sulla base del numero di utilizzatori, compresi i bagni mobili accessibili per sedia a rotelle;
2. il tipo di bagno mobile;
3. il periodo di noleggio previsto;
4. gli intervalli di pulizia;
5. l'ubicazione;
6. la data di consegna;
7. i termini di pagamento.

Una volta concordato i termini, il bagno prima di essere trasferito al sito di ubicazione deve attraversare una fase di preparazione, che comprende in primo luogo il lavaggio e l'igienizzazione della cabina e del gruppo wc, e in secondo luogo il carico e fissaggio del bagno mobile sul carrello dell'automezzo, assicurandolo attraverso l'uso di

cinghie. Il trasporto del prodotto avviene con mezzi di trasporto predisposto.

Una volta arrivati sul sito di ubicazione avviene lo scarico del bagno mobile dal carrello automezzo, il posizionamento del bagno sul sito e il rifornimento del liquido sanificante e prodotti sanitari obbligatori.

Le fasi di manutenzione periodica hanno una frequenza che varia in base al numero di utilizzi previsti del bagno mobile da parte degli utenti, e comprende l'aspirazione dei reflui attraverso attrezzatura specializzata, il lavaggio e igienizzazione del gruppo wc e della cabina, il ripristino liquidi e materiali di consumo. Se necessario all'operazione di manutenzione segue anche la riparazione o la sostituzione di componenti danneggiati o usurati.

Anche nella fase di ritiro del prodotto avverrà l'aspirazione dei reflui e tutte le operazioni inerenti al lavaggio e igienizzazione, per poi proseguire con il carico e il fissaggio del bagno mobile sul mezzo di trasporto, a seconda delle esigenze, potrà ritornare in magazzino oppure direttamente su un altro sito di ubicazione.

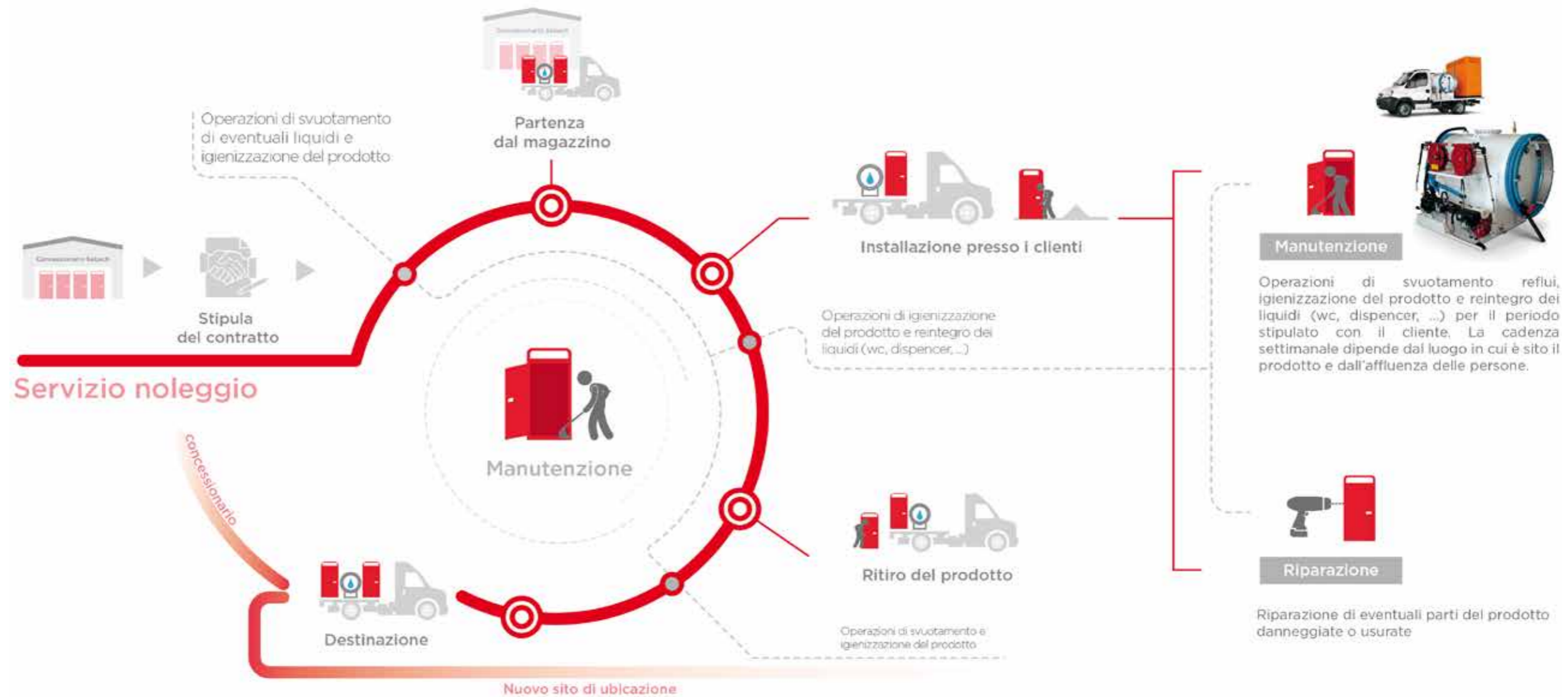
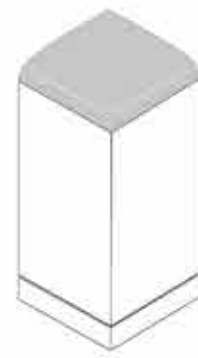
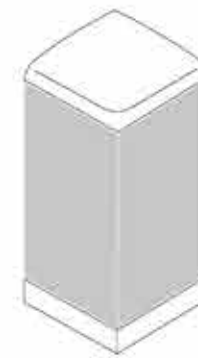


Fig. 53. Schema di sintesi delle fasi del servizio noleggio del bagno mobile.



PARTE SUPERIORE

Copertura superiore della cabina



CORPO CENTRALE

Copertura laterale del prodotto

1



Componente per la chiusura delle pareti laterali e posteriore.

2



Componente per la chiusura della parete frontale.



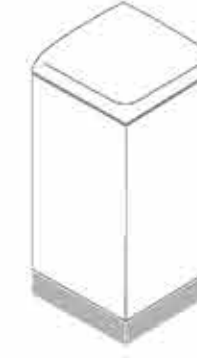
PORTA

SHORT INFO

Materiale componente	HDPE
Tecnologia di produzione	Stampag. iniezione
Colore	Rosso
Peso	7,28 Kg
Quantità per prodotto	1

Descrizione componente

Per la sua realizzazione è stato creato uno stampo che prevede movimenti stampi. Presenta delle nervature di rinforzo ed è dotata di maniglia dalle dimensioni contenute con indicatori "occupato" all'esterno, mentre all'interno è presente una maniglia che occupa tutta la sua larghezza con serratura manovella posto sul lato di apertura.



PARTE INFERIORE

Copertura inferiore del prodotto

1

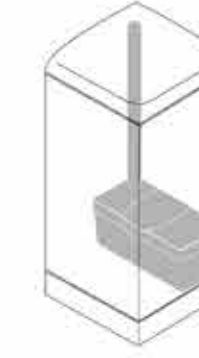


Piano orizzontale calpestabile

2

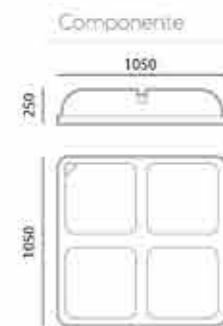


Componenti che sollevano il prodotto da terra



GRUPPO WC

Unità funzionale del prodotto



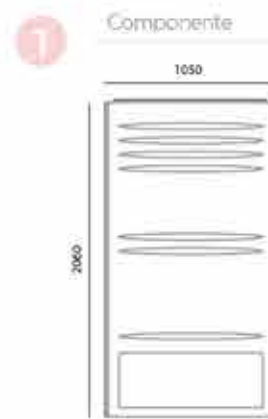
TETTO

SHORT INFO

Materiale componente	HDPE
Tecnologia di produzione	Stampag. iniezione
Colore	Bianco
Peso	5,75 Kg
Quantità per prodotto	1

Descrizione componente

Il tetto è l'elemento di copertura del prodotto. Ha la funzione di definire la parte superiore del bagno mobile e di preservare l'ambiente interno dagli agenti atmosferici e dall'invasione di animali. Si presenta a base quadrata con profilo a cupola.



PARETE LATERALE

SHORT INFO

Materiale componente	HDPE
Tecnologia di produzione	Stampag. iniezione
Colore	Rosso
Peso	9,7 Kg
Quantità per prodotto	3

Descrizione componente

Pannelli in materiale plastico stampato ad iniezione che vengono successivamente rivettati tra di loro, sulla base e sul tetto. Le due pareti laterali e quella posteriore sono realizzate con lo stesso stampo per contenere i costi di produzione (la parte frontale, che deve fare da stipite per la porta, proviene da uno stampo indipendente).



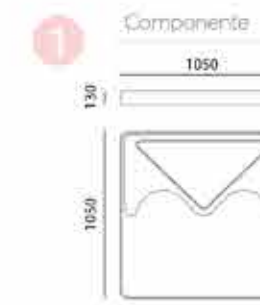
SERRATURA INDICATORE L/O

SHORT INFO

Materiale componente	HDPE
Tecnologia di produzione	Stampag. iniezione
Colore	Nero Rosso Verde
Peso Kg	///
Quantità per prodotto	1 set

Descrizione componente

Serratura composta da n.3 componenti da fissare alla porta, e n.3 componenti da fissare all'imbotte per la chiusura a scatto.



PEDANA

SHORT INFO

Materiale componente	HDPE
Tecnologia di produzione	Stampag. iniezione
Colore	Rosso
Peso	7,8 Kg
Quantità per prodotto	1

Descrizione componente

La pedana è un elemento fondamentale per la struttura della cabina: funge da base d'appoggio per gli elementi strutturali verticali del bagno mobile e del corpo wc al suo interno. Il componente agevola in modo attivo le attività di trasporto del bagno mobile.



INBOTTE

SHORT INFO

Materiale componente	HDPE
Tecnologia di produzione	Stampag. iniezione
Colore	Rosso
Peso	7,06 Kg
Quantità per prodotto	1

Descrizione componente

Imbotte è una cornice solida che accoglie al suo interno la porta, e attraverso le cerniere sostiene la rendo libera di ruotare verso l'esterno.



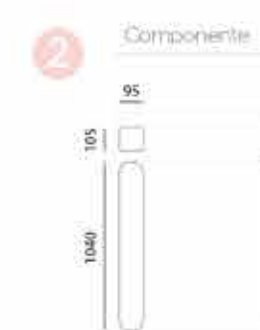
MANIGLIA INTERNA

SHORT INFO

Materiale componente	HDPE
Tecnologia di produzione	Stampag. iniezione
Colore	Nero
Peso Kg	///
Quantità per prodotto	1

Descrizione componente

Maniglia per la parete interna della porta realizzata in materiale plastico stampato ad iniezione.



TACCHETTI LATERALI

SHORT INFO

Materiale componente	HDPE
Tecnologia di produzione	Stampag. iniezione
Colore	Rosso
Peso	2 Kg
Quantità per prodotto	2

Descrizione componente

I tacchi laterali sono posti al di sotto della pedana alle estremità laterali per sollevare l'intero prodotto da terra e agevolare in modo attivo le attività di trasporto del bagno mobile.



SERBATOIO

SHORT INFO

Materiale componente	HDPE
Tecnologia di produzione	Stampag. iniezione
Colore	Grigio scuro
Peso Kg	///
Quantità per prodotto	1

Descrizione componente

Serbatoio per il contenimento dei reflui e del liquido sanificante realizzato in materiale plastico con stampo unico.



TUBO DI SFIATO

SHORT INFO

Materiale componente	HDPE
Tecnologia di produzione	Stampag. iniezione
Colore	Grigio scuro
Peso Kg	///
Quantità per prodotto	1

Descrizione componente

Sfiato verso l'esterno del serbatoio/vasca con efflusso all'esterno della cabina. Il condotto è realizzato con apposito tubo a sezione triangolare avente superficie liscia. Nello specifico si tratta due componenti stampati accoppiati tra loro, tramite giunzione a scorrimento.

Fig. 54. Architettura del bagno mobile TopSan NoTouch 2.0 e abaco dei macro componenti che configurano il prodotto.

4.3 Analisi ambientale del prodotto: Enviromental Product Declaration (EPD) e Life Cycle Assessment (LCA) di verifica e integrazione

La Dichiarazione Ambientale di Prodotto (in inglese Enviromental Product Declaration – EPD) riporta al suo interno le tabelle di sintesi degli impatti ambientali a ciclo di vita del bagno mobile calcolati con la metodologia standardizzata del Life Cycle Assessment. Ai fini della ricerca è stato necessario avviare una fase di calcolo integrativa degli impatti ambientali in possesso così da poter individuare quelli relativi ai singoli componenti che configurano il prodotto. Utilizzando quindi la stessa metodologia adottata nel redigere l’EPD, l’analisi LCA di verifica e integrazione seguirà le fasi previste dalle normative inerenti al Life Cycle Assessment.

Come stabilito dalla ISO 14041, la prima fase prevede la definizione dello scopo e degli obiettivi dello studio (Goal and Scope Definition), che per il nuovo calcolo si concentrano nell’individuazione dei componenti del bagno mobile che generano il maggior impatto ambientale e che potrebbero essere considerati prioritari nello sviluppo progettuale del bagno mobile in chiave bio-ispirata. Si mantiene l’unità funzionale (u.f.) adottata nella EPD, ovvero dieci anni di utilizzo del bagno mobile Sebach TopSan®.

Il confine di sistema individuato è il Cradle to Gate, ovvero dalla culla al cancello. Si considerano quindi le fasi del ciclo di vita del prodotto dall’estrazione dei materiali (A1), il trasporto di semilavorati al sito di produzione (A2), la produzione (A3), e il trasporto del prodotto disassemblato verso i concessionari Sebach (A4).

La seconda fase del calcolo LCA è relativa all’analisi dell’inventario (Life Cycle Inventory Analysis, LCI), ovvero la costruzione del modello analogico del sistema produttivo reale, ed è normata dalla ISO 14041. La costruzione dell’inventario è stata effettuata incrociando e mettendo a sistema le informazioni presenti nell’EPD (ad esempio la tabella di sintesi in cui si riportano i materiali e le sostanze del bagno mobile Sebach TopSan versione singolo)^[74], e il materiale fornito dall’azienda, tra cui la distinta base dei componenti, il modello 3D del bagno mobile, nonché il prodotto fisico.

Successivamente è stato necessario un confronto con lo studio che ha redatto il calcolo LCA presente nell’EPD per conto della Sebach, al fine di collocare i dati nelle relative fasi comprese nel Cradle to Gate.

È necessario rimarcare che il calcolo LCA è stato effettuato sulle attività dell’azienda Sebach, ovvero sul servizio noleggio dei bagni mobili, quest’ultimi prodotti dall’azienda partner Armal s.r.l. Il confine di sistema risultante è così configurato:

- Upstream, in cui viene collocata la fase “Materie prime” (A1). In questa fase del ciclo di vita del prodotto vengono inseriti i dati relativi alla quantità del materiale plastico dei componenti della cabina e relative lavorazioni con tecnologia a stampaggio ad iniezione realizzati dall’azienda Armal s.r.l.;
- Core, in cui sono presenti le fasi “Trasporto” (A2) e “Produzione” (A3). La fase A2 comprende il trasporto dei semilavorati metallici provenienti da aziende terze, mentre nella fase di “Produzione” vengono inseriti il quantitativo dei diversi materiali metallici e relative lavorazioni (quali tornitura, laminazione, fusione, estrusione).
- Downstream, ovvero la fase di “Trasporto” (A4) dei bagni mobili disassemblati verso i concessionari Sebach.

[74] Allegato n. 5. Dichiarazione Ambientale di prodotto – Bagno mobili TopSan® e TopSan HN® Sebach: servizio a noleggio completo. Data di pubblicazione: 24-07-2013, Data di aggiornamento: 22-07-2021, Data di Validità: 07-07-2024. Programme Operator: EPD International AB. Pag. 10



Categorie d'impatto	Unità	Produzione del bagno			Trasporto al concessionario
		Upstream	Core		
		Materie prime (A1)	Trasporto (A2)	Produzione (A3)	Trasporto (A4)
Potenziale di riscaldamento globale	Fossile	275,54	13,23	34,24	5,39
	Biogenico	0,25	4,15E-03	0,47	1,69E-03
	Uso e trasformazione del suolo	0,02	3,90E-03	0,06	1,59E-03
	Totale	275,80	13,23	34,78	5,39

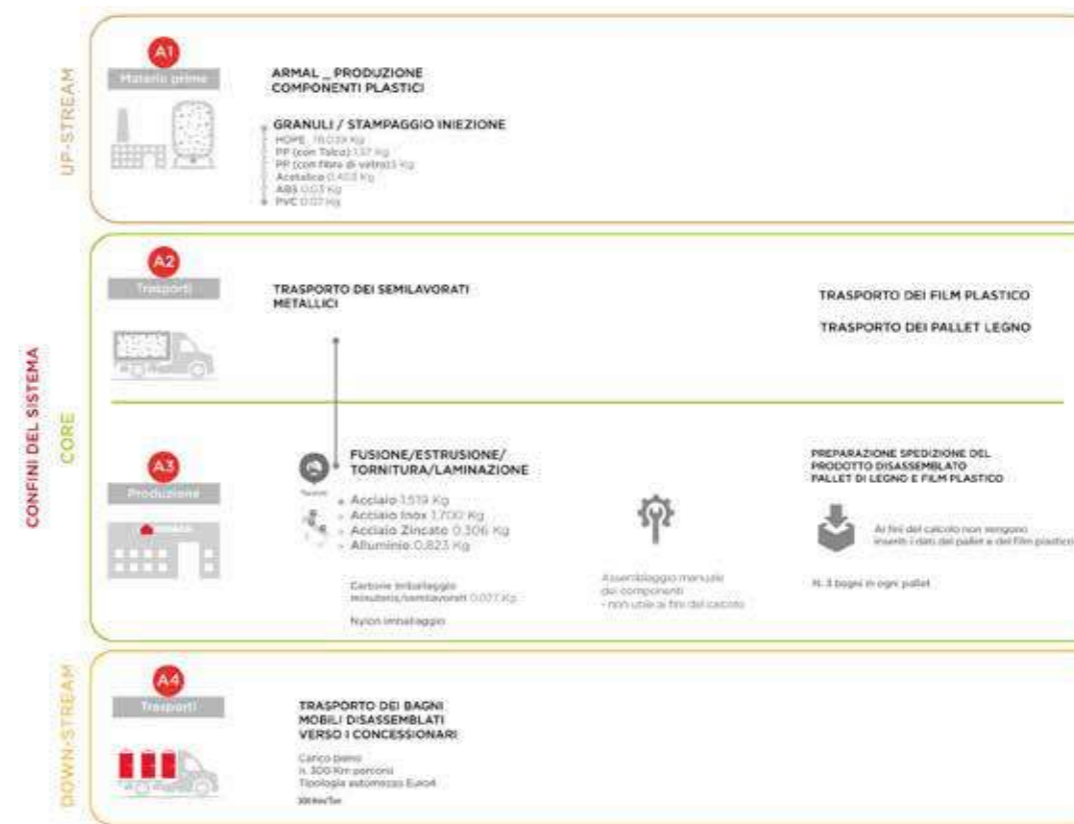


Fig. 55. Cradle to Gate, confine di sistema individuato per l’analisi degli impatti ambientali integrativa dell’EPD. Sopra: estratto del documento EPD con le fasi del ciclo di vita del bagno mobile e tabella di sintesi degli impatti ambientali. Sotto: confine del sistema ricostruito con indicazioni delle attività e lavorazioni in ogni fase.

Il calcolo degli impatti ambientali è stato eseguito con il software di calcolo ECO-it PRé Consultants che consente l'analisi LCA semplificata, la cui banca dati di riferimento è IPCC 2007. Per avere maggior sicurezza degli indicatori d'impatto della banca dati in possesso, è stato effettuato un confronto con gli indicatori presente nel software CES, (in allegato n.6 il confronto tra i valori riportati in Eco-it e nel CES).

Inserendo quindi tutti i dati raccolti nel software di calcolo è stato possibile comparare i valori estrapolati dall'analisi condotta individualmente con i valori presenti nella Dichiarazione Ambientale di prodotto, ottenendo come risultato impatti ambientali molto simili.

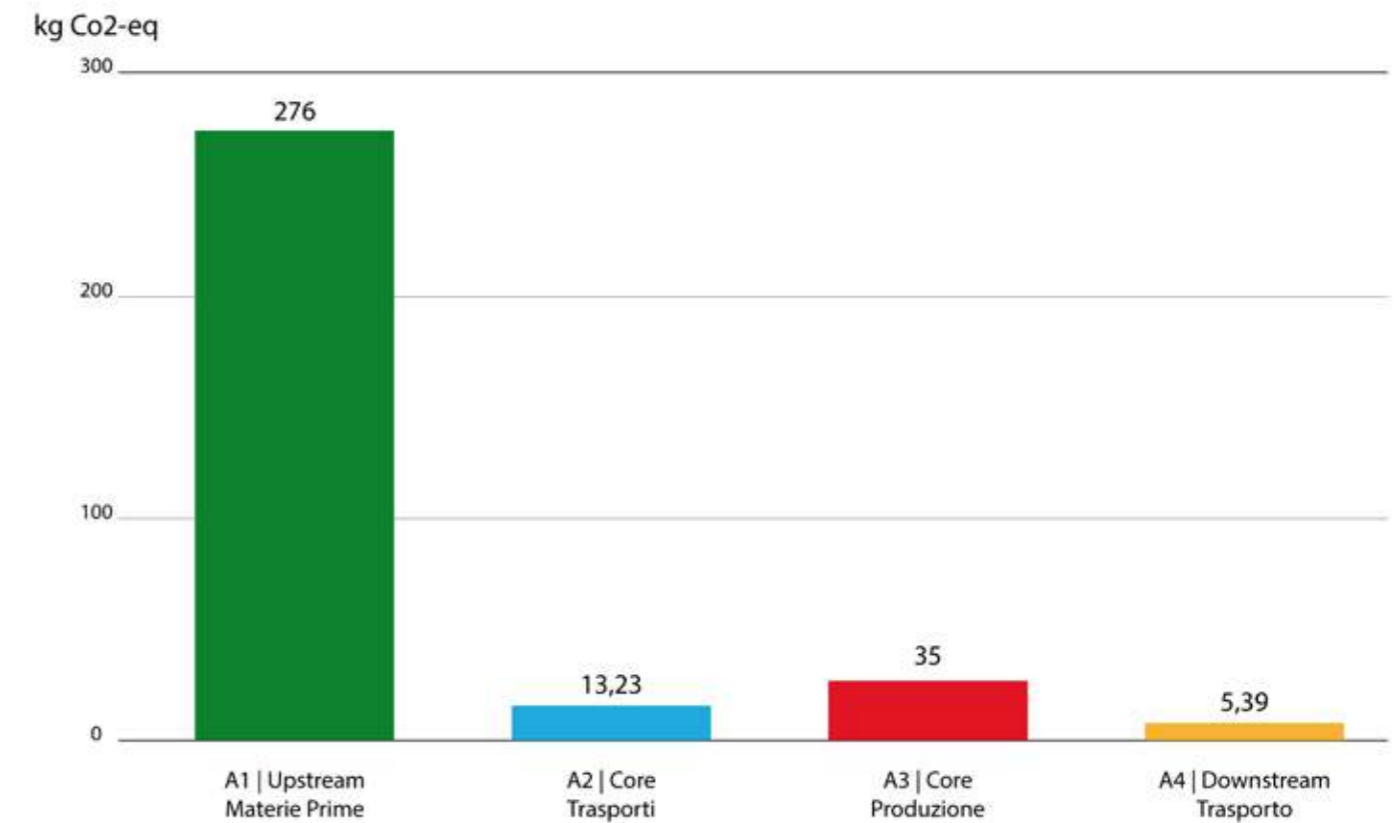
La terza fase (Life Cycle Impact Assessment, LCIA. ISO 14042) prevista dalla normativa riguarda la valutazione dell'impatto ambientale provocato dal processo o attività, con lo scopo di evidenziare l'entità dei danni generati a seguito dei rilasci nell'ambiente e dei consumi di risorse calcolati nell'inventario.

Come visibile dal grafico di sintesi degli impatti ambientali a ciclo di vita del bagno mobile, la fase maggiormente impattante è quella denomina A1_Upstream, in cui si colloca principalmente la produzione dell'azienda Armal dei componenti plastici del bagno mobile, costituendo circa l'80% degli impatti ambientali nelle fasi interne al Cradle to Gate.

Grazie alla possibilità di poter individuare gli impatti ambientali dei singoli componenti nelle singole fasi, le considerazioni sul miglioramento (Life Cycle Interpretation) sono orientate verso i componenti inclusi nella fase maggiormente impattante, ovvero A1-Upstream, considerando quindi i macro componenti che compongono la cabina del bagno mobile per il re-design in chiave bio-ispirata.

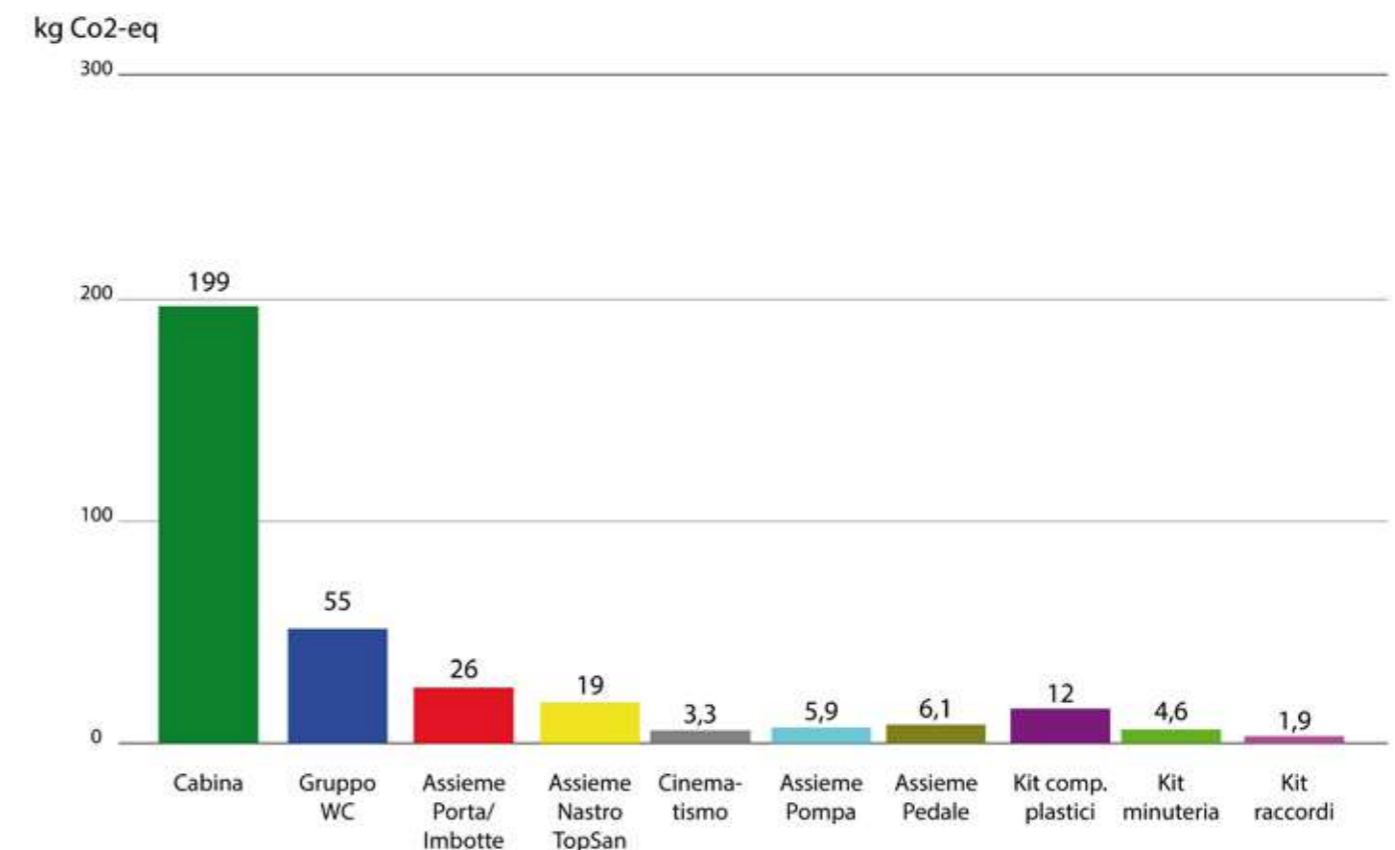
← A1_UpStream_MATERIE	1 p	1	276
← HDPE	1 p	1	257
/ HDPE	78,92 kg	1	152
Injection moulding	78,92 kg	1	106
← PP/20	1 p	1	15
Fleece, polyethylene	3,53 kg	1	10
Injection moulding	3,53 kg	1	4,7
← ACETALICA	1 p	1	1,9
/ PU, rigid foam	0,343 kg	1	1,5
Injection moulding	0,343 kg	1	0,46
← ABS	1 p	1	0,16
/ Copolymer ABS	0,03 kg	1	0,12
Injection moulding	0,03 kg	1	0,04
← ENERGIA E CALORE	1 p	1	1,3
/ Electricity, Italy	2 kWh	1	1,3
/ Heat, heat pump	1 MJ	1	0,048
← A2_Core_Trasporti	1 p	1	0
← A3_Core_Produzione	1 p	1	35
← ACCIAIO ZINCATO	1 p	1	1,5
/ Ferrochromium, 68% Cr	0,306 kg	1	0,65
Turning, cast iron	0,306 kg	1	0,9
← ACCIAIO INOX	1 p	1	14
/ Chromium steel 18/8	1,7 kg	1	8,9
Turning, cast iron	1,7 kg	1	5
← ACCIAIO	1 p	1	12
/ Chromium steel 18/8	1,519 kg	1	8
Turning, cast iron	1,519 kg	1	4,5
← ALLUMINIO	1 p	1	7,3
/ Aluminium alloy, AlMg3	0,823 kg	1	4,9
Turning, cast iron	0,823 kg	1	2,4
← A4_DownStream_Trasp.	1 p	1	0

Fig. 56. Immagine estrapolata dal software ECO-it PRé Consultants inerente ai dati inseriti in ogni fase del ciclo di vita del prodotto.



Sopra. Fig. 57. Grafico degli impatti ambientali delle fasi A1 -A2 - A3 - A4 ricavati dal calcolo LCA integrativa dell'EPD.

Sotto. Fig. 58. Dettaglio degli impatti ambientali della fase A1 - Materie prime.



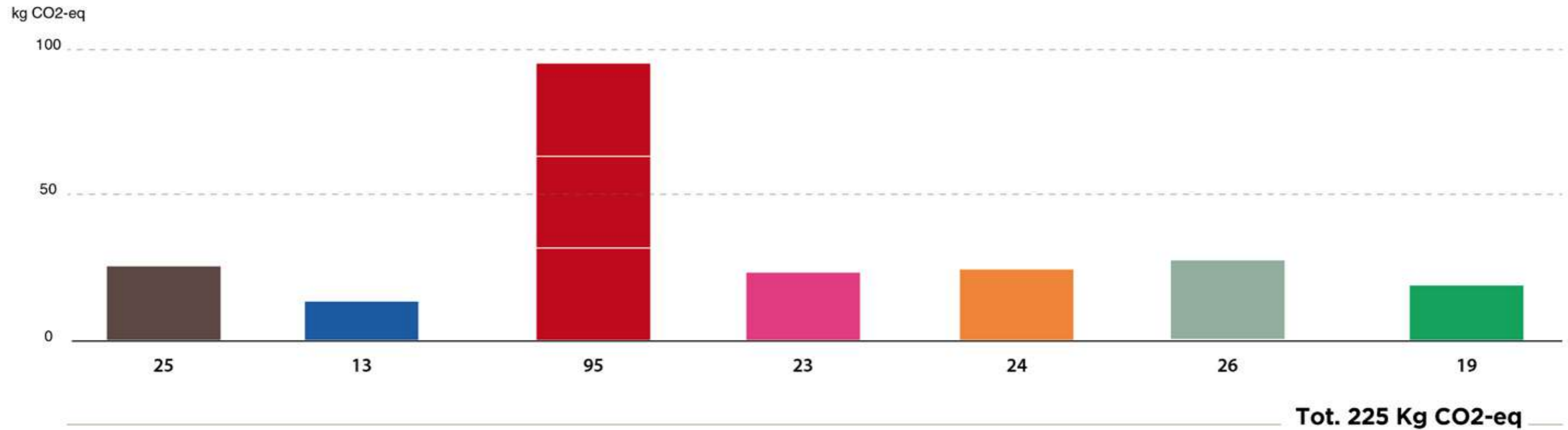
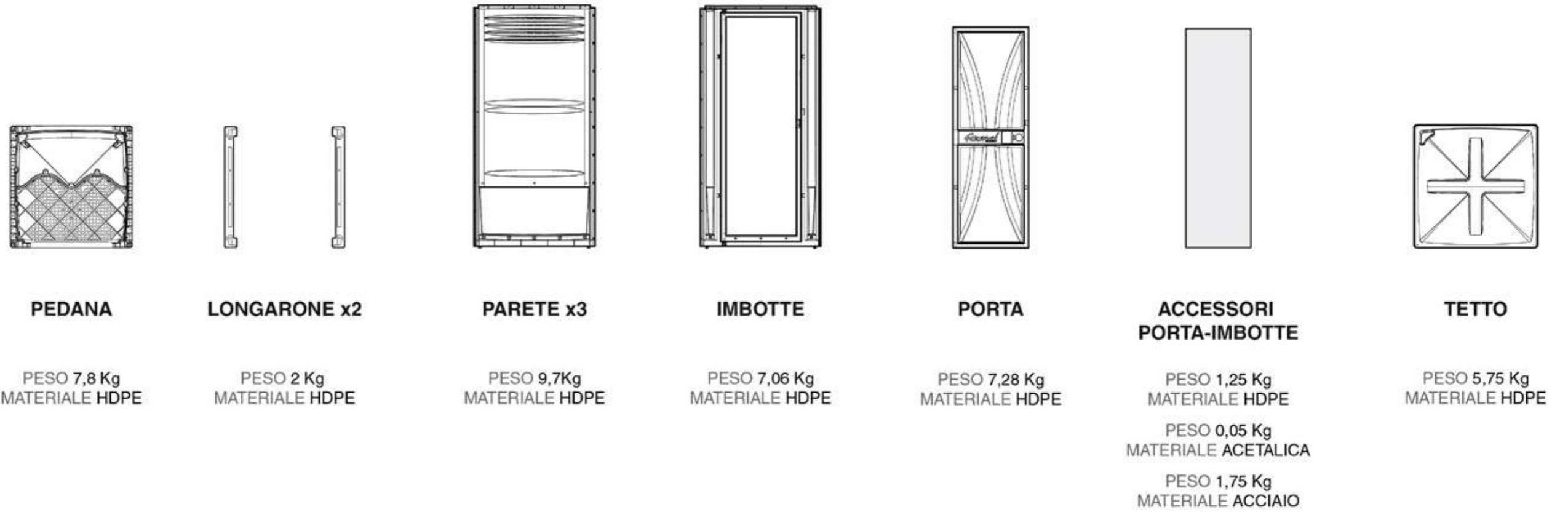


Fig. 59.
Schema di sintesi
dei componenti
maggiormente impattanti
a ciclo divita del bagno
mobile TopSan NoTouch
2.0 comprensiva dei valori
di KO2-eq per ciascuno
di essi.

4.4 Strategie di re-design per il miglioramento ambientale del prodotto e individuazione degli interventi prioritari

Nel paragrafo 4.2 è stata descritta l'architettura del prodotto e analizzata nelle sue parti approfondendo gli aspetti formali e funzionali dei componenti che compongono il bagno mobile TopSan NoTouch 2.0, individuando il ruolo del prodotto nelle fasi del servizio noleggio e la versatilità che caratterizza la cabina in relazione a possibilità di customizzare l'ambiente interno. Dalle analisi si evince che il prodotto è stato pensato e progettato seguendo le linee guida dell'eco-design, in quanto ogni componente è ottimizzato per garantire al prodotto la durata appropriata, rendendo possibili le operazioni di manutenzione e riparazione qualora fosse necessario. È un prodotto che, grazie sia alla configurazione formale che all'impiego del polietilene ad alta densità per la realizzazione dei componenti, riesce a resistere alle sollecitazioni provenienti dalle fasi di movimentazione del bagno mobile, dagli atti vandalici e dalle differenti condizioni dell'ambiente esterno in cui viene ubicato. Pertanto, il prodotto risulta per il 95% riciclabile a fine vita,

L'individuazione delle ipotesi di miglioramento ambientale e funzionale del prodotto da considerare per il processo di re-design in chiave biomimetica si concentra sui componenti maggiormente impattanti evidenziati dall'analisi LCA del paragrafo precedente, considerando quindi gli elementi che configurano la cabina bagno mobile, escludendo il gruppo wc dal quadro di sintesi in quanto al suo interno è posizionato il core business dell'azienda, ovvero il sistema ad acqua pulita TopSan.

Benché risulti essere un prodotto ben fatto, sono stati individuati due obiettivi di re-design: eliminazione di connessioni di tipo irreversibile per le giunzioni tra le parti e minimizzare l'impiego di materiale per la produzione dei componenti.

Il primo obiettivo di re-design riguarda l'eliminazione delle giunzioni non reversibili, afferendo quindi alla strategia di eco-design "facilitare l'assemblaggio e il disassemblaggio del prodotto". Le parti del prodotto sono connesse mediante l'uso di rivetti, tipologia di connessione che non consente il riuso degli stessi qualora si intendesse sostituire un componente o modificare la configurazione dell'unità bagno mobile.

Come mostrato in figura 60, attualmente sono impiegati n. 73 rivetti solo per assemblare la macrostruttura della cabina, escludendo dal conteggio quindi le viti dedicate al fissaggio del gruppo wc e delle slitte laterali alla pedana, e le viti per l'ancoraggio degli accessori interni alle pareti laterali (quali ad esempio il porta carta igienica o il gruppo lavamani).

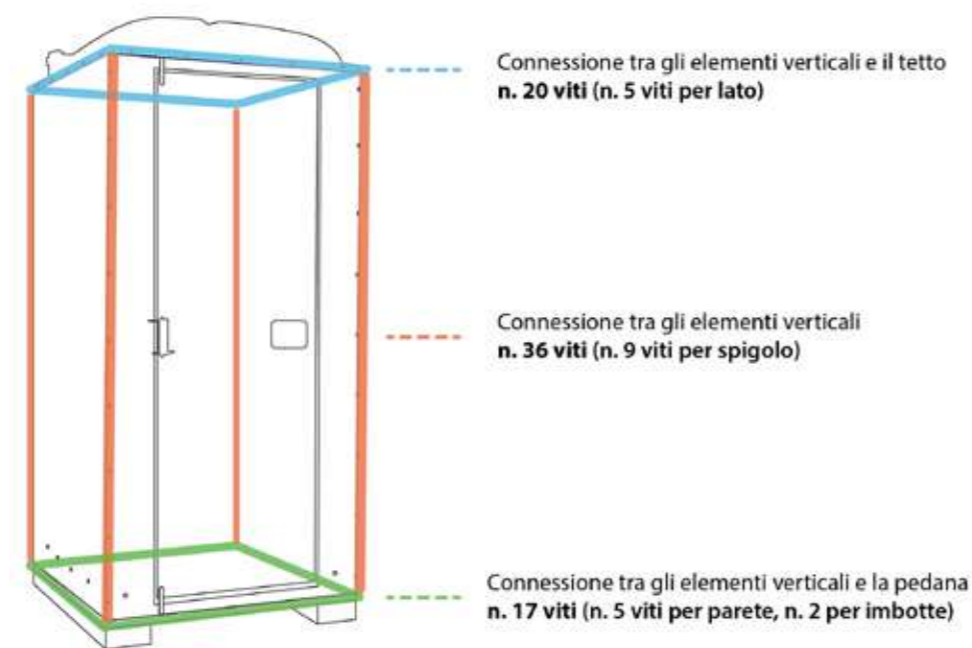


Fig. 60. Connessioni tra le parti del bagno mobile attraverso rivetti non reversibili.

Si hanno quindi un totale di n.36 rivetti per connettere gli elementi centrali lungo gli spigoli verticali, mentre la parte centrale del prodotto si connette alla pedana mediante l'uso di n. 17 rivetti e al tetto impiegandone n.20. Considerando lo scenario di sostituzione di componente, ad esempio di una parete laterale, si dovrebbero rompere 18 rivetti verticali (n.9 per spigolo) e 10 rivetti disposti in orizzontale in prossimità del tetto (n.5) e della pedana (n.5), impiegandone di nuovi per il fissaggio del nuovo componente. Il risultato è una generazione di materiale di scarto in quanto non riutilizzabile e l'adozione di nuovi rivetti. Uno scenario che si amplia maggiormente se si considera la possibilità di realizzare moduli box con le singole unità bagni mobili, in cui la sostituzione di componenti per far fronte alle necessità previste nelle configurazioni a 2 box o a 3 box prevederebbe una quantità maggiore sia di scarto che di impiego di nuove viti di connessione.

La riprogettazione delle connessioni di tipo reversibile tra i componenti che configurano la cabina apporterebbe vantaggi sia in termini ambientali, ma anche benefici relativi al tempo da impiegare nelle fasi di assemblaggio e riconfigurazione del bagno mobile da parte degli operatori Sebach.

Il secondo obiettivo è relativo alla strategia di eco-design di "minimizzare il consumo di risorse ambientali" intervenendo progettualmente attraverso, ad esempio, la riduzione della quantità di materiale impiegato e la riduzione del numero di componenti favorendo l'integrazione di funzioni. Tale obiettivo di re-design può considerare i componenti a sviluppo verticale posizionati nella parte centrale del prodotto, ovvero i pannelli laterali e l'assieme porta-imbotte. Gli elementi, realizzati in HDPE mediante stampaggio ad iniezione, presentano uno spessore costante di circa 4 mm, spessore che orienta le riflessioni a ipotizzare ad uno snellimento di parti mirate dei componenti. Inoltre, sia la porta che l'imbotte prevedono movimenti stampo per la loro produzione al fine di irrigidire strutturalmente l'intero assieme. Tale qualità prestazionale potrebbe essere migliorata attraverso un nuovo disegno bio-ispirato, ottenendo ulteriormente benefici anche in termini di costi di produzione.

Ulteriori componenti che potrebbero essere riprogettati considerando il primo obiettivo di re-design sono la pedana e le slitte laterali. Attualmente sono componenti distinti e uniti tra di loro attraverso viti (n.4 per slitta). L'azienda Armal ha a catalogo una pedana che integra le slitte in un unico componente, ma avendo un'area d'appoggio minima (solo perimetrale, Fig.61) non risulta idonea per agevolare gli operatori autorizzati Sebach nelle fasi di movimentazione del bagno mobile, preferendo quindi le slitte separate dalla pedana in quanto offrono una maggiore area di appoggio.

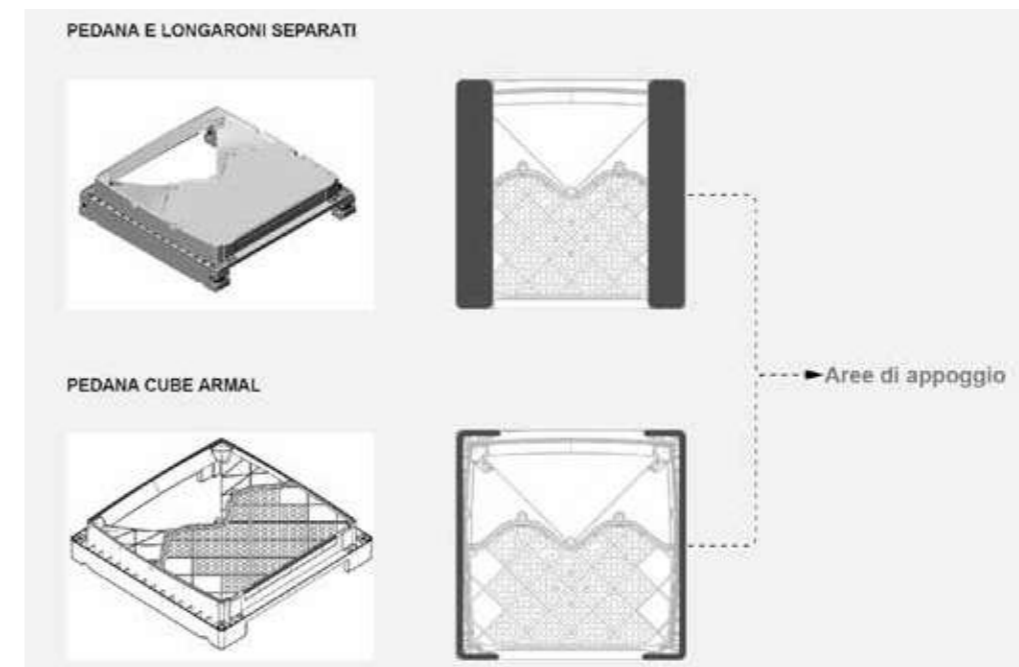


Fig. 61. Confronto tra l'area d'appoggio generata dall'assieme pedana-slitte laterali e dalla pedana Cube con slitte integrate.

Ipotizzando quindi di integrare le funzioni al fine di impiegare minor materiale nella realizzazione dei componenti, si devono considerare sia le qualità prestazionali che la pedana e le slitte devono garantire individualmente, che gli aspetti ergonomici e di sicurezza relative all'interazione tra prodotto e operatore Sebach.

Successivamente all'individuazione dei due obiettivi principali per il re-design, sono state individuate ulteriori ipotesi di miglioramento del prodotto, nel suo insieme e nelle sue parti.

Ad esempio, la ventilazione naturale del prodotto potrebbe essere maggiormente agevolata predisponendo in modo sistemico le griglie di ventilazione non solo sulla parte superiore dei pannelli laterali e, seppur di minore capacità, sulla parete frontale (porta/imbotte), ma coinvolgendo altri componenti come la pedana e il tetto. Sfruttando così lo scambio d'aria che si innesca naturalmente tra l'ambiente interno e quello esterno, la ventilazione naturale maggiormente efficiente permette il raggiungimento del giusto livello di comfort e di salubrità degli ambienti interni, evitando condensa e riducendo la concentrazione di sostanze inquinanti (si pensi ad esempio alle giornate particolarmente calde in cui il calore tende a depositarsi con forza all'interno della cabina).

Riprendendo l'ordine dell'architettura del prodotto, le possibili migliorie sono le seguenti:

- il tetto che definisce la parte superiore del bagno mobile potrebbe evolvere da semplice cornice a elemento contenitivo per contribuire e mantenere in posizione e serrare gli elementi verticali.

- La parete laterale potrebbe essere predisposta maggiormente nell'accogliere gli accessori che da collocare all'interno della cabina, al fine di limitare il fissaggio con viti che causerebbero forature sulla superficie dell'elemento, avanzando ipotesi di incastri formali e fissaggi con giunzioni reversibili. Ulteriori ipotesi di miglioramento è l'ampliamento della capacità di mantenere in posizione il gruppo wc con soluzione ad incastro senza l'uso di rivetti e di migliorare gli incastri tra parete e parete, e con la pedana e il tetto cercando di favorire l'autosostentamento dell'elemento in fase di assemblaggio.

- l'assieme porta-imbotte potrebbe essere caratterizzata dalle stesse migliorie di connessione con altri elementi come previsto per la parete laterale. Ulteriori riflessioni sono relative all'ottimizzazione e durabilità dell'auto chiusura della porta, attualmente realizzata mediante l'utilizzo di molla e soggetta a usura meccanica, che potrebbe avere un sistema regolabile, ovvero in tensione quando il bagno è in sito, morbida quando l'operatore deve svolgere le operazioni di manutenzione.

- la pedana, così come ipotizzato per il tetto, potrebbe passare da semplice base-cornice a elemento contenitivo per mantenere in posizione e serrare gli elementi verticali. Ulteriore ipotesi riguarda l'integrazione delle slitte laterali alla pedana, considerando l'esigenza degli operatori autorizzati Sebach di poter movimentare il prodotto in sicurezza, avendo una buona area d'appoggio in prossimità delle slitte. Ulteriori migliorie sulla superficie della pedana riguardano l'aumento della capacità drenante attraverso le vie di scolo e fori.

Fig. 62. Schema di sintesi delle funzioni mantenute del bagno mobile integrate dalle ipotesi di miglioramento.

OBIETTIVI RE-DESIGN

1. Eliminazione delle giunzioni non reversibili

2. Minimizzare l'impiego di materiale

STRATEGIE DI ECO-DESIGN

Facilitare l'assemblaggio e il disassemblaggio

Minimizzare il consumo di risorse ambientali

INTERVENTI PROGETTUALI

Incastri e giunzioni di tipo reversibile

Riduzione del n. di componenti
Riduzione della quantità di materiale impiegato a parità di prestazioni



PARTE TERRZA

**Re-design bio-ispirato del prodotto
e valutazione dei benefici ambientali**

Capitolo 5

TopSan NoTouch 2.0: il processo di ri-progettazione biomimetica del bagno mobile

- 5.1 Metodologia e strumenti dello sviluppo progettuale
- 5.2 Individuazione delle strategie biomimetiche per l'ottimizzazione ambientale del prodotto e selezione del componente da sottoporre a re-design
- 5.3 La parete laterale: minimizzazione dell'impiego di materiale e riduzione dei componenti
 - 5.3.1 Sviluppo di un sistema di connessione bio-ispirato reversibile
 - 5.3.2 Ottimizzazione della resistenza strutturale attraverso l'analisi topologica e l'approccio bio-ispirato



5 TopSan NoTouch 2.0: il processo di ri-progettazione biomimetica del bagno mobile

Il presente capitolo si focalizza sul processo di riprogettazione in chiave bio-ispirata del caso studio selezionato. A partire dagli obiettivi di re-design individuati nel capitolo precedente, saranno descritti la metodologia e gli strumenti adottati per lo sviluppo progettuale. Successivamente saranno esplicitate le analogie tra gli obiettivi di re-design e le soluzioni offerte dalla natura, seguite dall'individuazione delle logiche adottate da essa in relazione alle parti del prodotto ritenute prioritarie per l'avvio della sperimentazione progettuale. Infine l'applicazione delle logiche astratte in termini progettuali applicativi descrivendo step by step il processo di riprogettazione biomimetica del bagno mobile.

5.1 Metodologia e strumenti dello sviluppo progettuale

Il processo di ri-progettazione in chiave bio-ispirata del bagno mobile prende in considerazione le fasi previste nella metodologia dell'approccio Top-Down, la quale prevede dapprima l'individuazione del problema tecnologico da risolvere. Seppur ci siano stati tentativi nell'articolare e sotto-articolare tale processo^[75], nella presente ricerca sono state prese in considerazione le principali fasi che caratterizzano la progettazione biomimetica: partendo dall'individuazione di un problema da risolvere, il processo prosegue con la fase di ricerca di soluzioni attraverso le analogie col mondo naturale, l'identificazione dei principi rilevanti, l'astrazione del modello biologico e l'applicazione al progetto.

[75] Fayemi PE, Wanieck K, Zollfrank C, Maranzana N, Aoussat A. Biomimetics: process, tools and practice. *Bioinspir Biomim*. 2017 Jan 23;12(1):011002. doi: 10.1088/1748-3190/12/1/011002.

Fig. 63. Nautilus, sezione del guscio.

A seguito della fase di identificazione, in cui sono stati individuati e definiti gli obiettivi di ri-progettazione compresi i criteri e vincoli (Capitolo 4.4), le fasi successive affrontate per lo sviluppo progettuale sono le seguenti:

- *Fase di ricerca e identificazione della fonte dell'analogia biologica*, ovvero il processo di ricerca esplorativa dei modelli biologici (organismi ed ecosistemi) che offrono soluzioni potenzialmente utili da trasferire al progetto, caratterizzata da attività di ricerca e raccolta di informazioni.

L'individuazione delle strategie biologiche rispondenti agli obiettivi di re-design può avvenire grazie al continuo scambio di informazioni tra la disciplina del progetto e la disciplina della biologia, scambio supportato dal ragionamento analogico e dall'interazione con esperti del mondo biologico, di fondamentale importanza in un processo di progettazione biomimetica in quanto tendono ad avere un'ampia conoscenza dei diversi tipi di organismi e visione sistemica sulle capacità di interazione tra loro e l'ambiente circostante^[76]. Tale fase è supportata dalla consultazione di database specifici, ad esempio AskNature.org del Biomimicry Institute, in quanto le informazioni inserite al suo interno sono organizzate per funzioni e strategie svolte dalla natura con relativi esempi di innovazione di prodotto e letteratura di riferimento;

- *Fase di astrazione della soluzione biologica in strategie progettuali e selezione dei componenti per lo sviluppo progettuale*, vale a dire la traduzione degli elementi, caratteristiche o funzioni essenziali del modello biologico individuato per applicarli al dominio tecnologico. L'astrazione e traduzione in strategie di progettazione risulta essere uno dei passaggi più difficili del processo biomimetico. Infatti la continua interazione con esperti di biologia rende possibile la comprensione del modello biologico al fine di riassumerlo e illustrarlo fedelmente nella strategia di progettazione. Una volta individuate le strategie biologiche e tradotte in strategie di progettazione è possibile usare tecniche come il brainstorming, la mappatura e gli schizzi per stimolare nuove idee, in modo da organizzare le strategie di progettazione di ispirazione biologica in un formato visivo o grafico, e di individuare i componenti di maggior interesse per l'avvio dello sviluppo progettuale biomimetico;

- *Fase di trasferimento e applicazione della soluzione bio-ispirata allo sviluppo progettuale*, cioè il processo di trasposizione dei criteri e principi biologici delineati alle funzionalità tecniche, dando così inizio allo sviluppo progettuale del nuovo disegno in chiave bio-ispirata, e considerando la multidisciplinarietà come caratteristica fondamentale del processo biomimetico. Gli strumenti per lo sviluppo progettuale comprendono le tecniche di rappresentazione grafica per l'ideazione del nuovo disegno, software per la modellazione 3D in ambiente parametrico per poter avere maggior controllo sulle modifiche da apportare, software di ultima generazione per le analisi di verifica delle prestazioni funzionali e strutturali che il prodotto deve possedere e garantire, e i modelli fisici di studio e prototipazione rapida con l'utilizzo di stampa 3D per la verifica puntuale degli aspetti formali e funzionali del nuovo disegno.

Successivamente alle tre fasi fondamentali che caratterizzano l'approccio biomimetico alla progettazione, è prevista una fase di valutazione e iterazione del risultato della progettazione sviluppata. Quest'ultima fase, così come la prima fase di identificazione dei miglioramenti da apportare al prodotto, non è esclusiva della progettazione biomimetica, ma caratterizza ogni processo di progettazione.

[76] ToolBox, Biomimicry Institute, dal sito www.biomimicry.org

5.2 Selezione delle strategie biologiche corrispondenti agli obiettivi di re-design

La ricerca esplorativa dei modelli biologici per l'individuazione delle soluzioni del mondo naturale corrispondenti agli obiettivi di re-design è stata svolta interagendo con esperti di biologia. È un processo che si è caratterizzato da micro fasi, ovvero l'individuazione e la messa a sistema di informazioni appartenenti anche a studi svolti in precedenza, che hanno visto una fase di ipotesi di strategie biologiche di carattere sistemico nel complesso del bagno mobile, fino a scendere in profondità per individuare nel dettaglio le strategie del mondo naturale corrispondenti agli obiettivi di redesign, orientando così la ricerca alla selezione del componente del prodotto per avviare lo sviluppo progettuale biomimetico del bagno mobile TopSan NoTouch 2.0.

Di seguito un tentativo di ragionamento analogico tra il bagno mobile e i sistemi viventi, al fine di comprendere nelle considerazioni generali quali aspetti possono essere maggiormente astratti per avviare il processo di re-design bioispirato e raggiungere gli obiettivi preposti.

Il bagno mobile, con le sue parti apparentemente semplici ma con articolazioni funzionali complesse, presenta caratteristiche condivise da tutte le forme di vita. Così come i sistemi viventi, il prodotto nel suo insieme un ordine, ovvero una struttura gerarchizzata e bene organizzata, le cui parti svolgono un ruolo ben preciso e riconoscibile.

Sebbene sia un prodotto statico, ovvero posizionato in un luogo senza capacità di auto-movimentarsi, il bagno mobile deve rispondere agli stimoli provenienti dall'ambiente esterno, come le condizioni meteorologiche che determinano ad esempio la temperatura e la ventosità del sito di ubicazione. Molti organismi reagiscono in modi complessi agli stimoli esterni: una farfalla monarca riesce a percepire l'avvicinarsi dell'autunno e dare inizio alla sua annuale migrazione verso sud, oppure le piante che si orientano nel modo migliore per le proprie esigenze. La risposta agli stimoli non per forza sono classificati per capacità di movimento, ma possono anche approfittare degli stimoli esterni per migliorare sé stessi. Allo stesso modo il colore superficiale del tetto attualmente trae vantaggio dalla luce ambientale esterna per poter illuminare l'interno cabina, garantendo maggiore agli utilizzatori del bagno mobile, e al contempo potrebbe trasformare l'incidenza luminosa di superficie in calore per creare un ambiente meno freddo nelle giornate invernali, ad esempio ipotizzando di strutturare parti del tetto al fine di consentire la regolazione dell'ambiente interno.

Perché un organismo possa sopravvivere è indispensabile che mantenga un certo equilibrio interno, capacità conosciuta come omeostasi. Indici come la temperatura, il livello di idratazione, l'acidità e altri parametri corporei devono restare nell'intervallo di tolleranza tipico di ciascun organismo. L'omeostasi viene mantenuta da appositi sistemi che controllano le condizioni interne e compiono gli adeguamenti necessari senza che sia implicata alcuna attività consapevole. Nell'analogia con il bagno mobile questa caratteristica può avvenire tramite le griglie di areazione poste in modo sistemico sull'intero prodotto, inserendole non solo negli elementi verticali che compongono la cabina, ma creando un effetto camino che vede quindi l'inserimento di asole di areazione sia nei componenti posti alla base, la pedana, sia nei componenti posti nella parte superiore, ovvero il tetto.

Altre interessanti caratteristiche riscontrabili nei sistemi viventi riguardano gli aspetti formali e funzionali che il prodotto può migliorare. Esplorando le funzioni svolte dalla natura indicizzate nel database AskNature.org, sono stati individuati principi e soluzioni potenzialmente trasferibili al progetto al fine di realizzare un quadro di visione d'insieme delle strategie biologiche rispondenti alle ipotesi di miglioramento prestazionale e ambientale del bagno mobile TopSan NoTouch 2.0 precedentemente individuate.

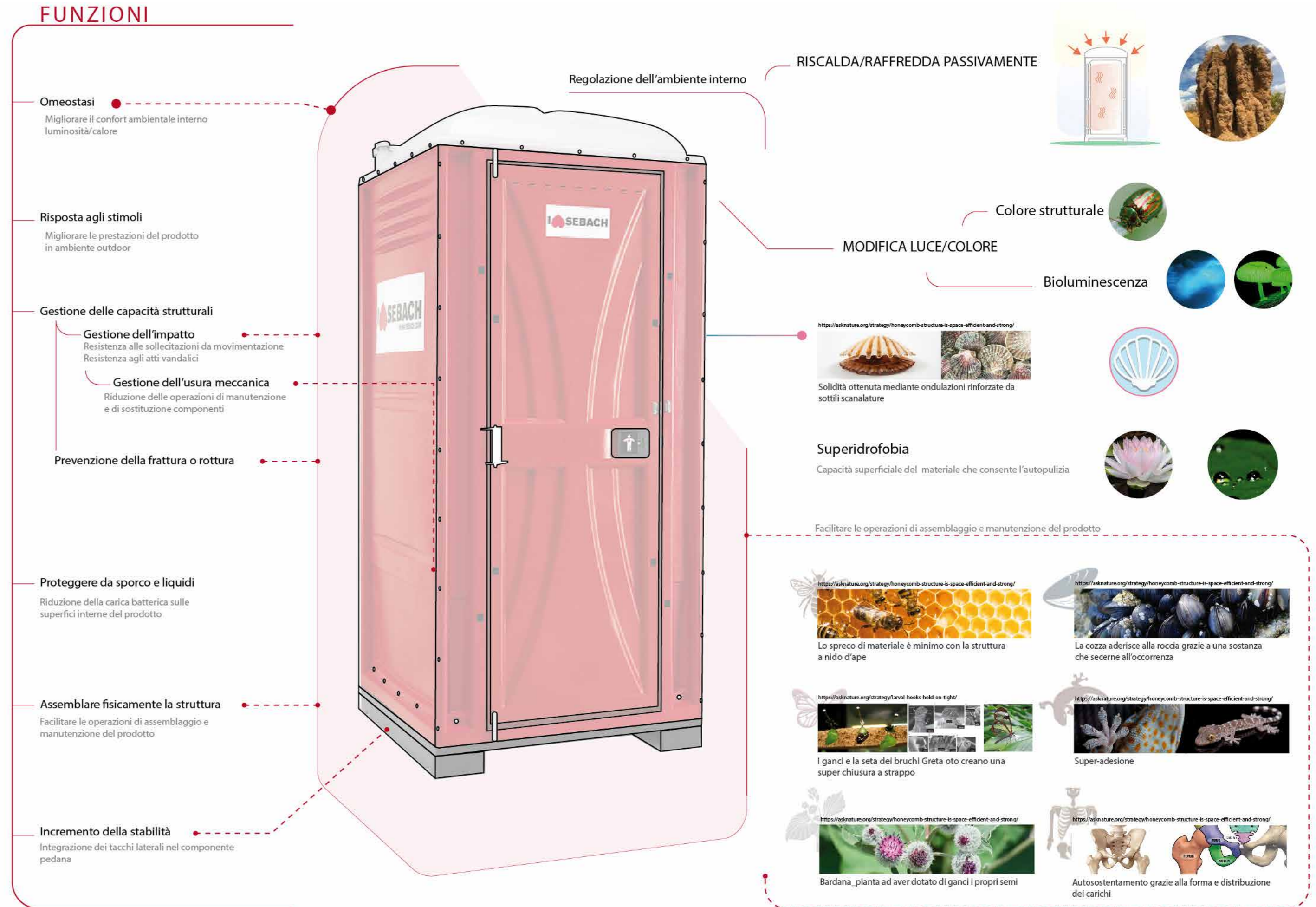
Ad esempio, la funzione “gestione delle forze strutturali” riporta al suo interno esempi di esseri viventi che adottano un insieme di strategie per respingere o ridurre al minimo le forze provenienti dall’ambiente esterno, come l’impatto, la tensione e la compressione, che sono potenzialmente dannose o letali. Questi includono strategie come lo sviluppo di superfici esterne dure adottate dalle lumache; usare la forma e il materiale per dissipare l’energia di una forza come fanno i tucani; e flessibilità per muoversi con forze, come la turbolenza, piuttosto che rimanere rigidi contro, . Come mostrato dalle analisi tecniche nel capitolo precedente, anche il bagno mobile deve resistere a sollecitazioni provenienti dalle fasi di movimentazione e trasferimento da o verso il sito di ubicazione, dallo stress proveniente dall’ambiente esterno in generale, ma anche da eventuali atti vandalici cui tendenzialmente il prodotto è soggetto. Infatti nella categoria “gestione delle forze strutturali” si ha accesso a un ventaglio di strategie che la natura adotta per ogni singola situazione e che possono essere attribuibili alle condizioni che il bagno mobile si trova ad affrontare. Tra queste troviamo ad esempio la gestione dell’impatto, ovvero una forza elevata o uno shock meccanico che si verifica in un breve periodo di tempo, e a causa della loro velocità e forza possono provocare crepe, superficiali o profonde, o persino rottura. I sistemi viventi adottano strategie che possono assorbire, dissipare o sopravvivere all’impatto senza ricorrere alla necessità di aggiungere quantità di materiale nella zona sottoposta alla ricezione di forze. Ad esempio, il grande becco del tucano Toco è molto leggero, ma può resistere agli urti perché è fatto di un materiale composito con schiuma rigida all’interno e strati di un materiale duro e fibroso all’esterno. Si pensi ad esempio all’assieme pedana-slitte laterali, attualmente composta da componenti multipli per garantire maggior resistenza all’impatto generato dalla discesa del prodotto dall’automezzo, nell’ipotesi di integrare le slitte laterali direttamente nel componente pedana si possono considerare le soluzioni di tipo formale-strutturale offerte dagli esseri viventi.

La gestione dell’impatto conduce la ricerca ad indagare il tema della prevenzione della frattura o rottura poiché si tradurrebbe in estensione della vita utile del prodotto nel suo insieme, limitando la frequenza degli interventi di manutenzione e sostituzione delle parti del prodotto. Infatti l’impatto o lo stress di una forza elevata possono causare la separazione o la rottura improvvisa dei materiali che compongono il prodotto. In natura vi sono esempi di prevenzione di cedimento strutturale da frattura, come ad esempio il guscio della Capasanta, composto da due materiali di rigidità variabile. Quando una fessura si sposta dal materiale rigido della Capesanta a quello meno rigido, quest’ultimo riduce la forza sulla punta della fessura, impedendo così che si diffonda ulteriormente.

Non solo forti impatti, ma anche piccole sollecitazioni che causerebbero micro lesioni superficiali. In tal caso potenziali soluzioni applicative provengono dagli ultimi sviluppi avvenuti nel campo dei materiali bioispirati, che consentirebbero l’applicazione di finiture superficiali autoriparanti, capaci quindi di ripristinare la qualità estetica a seguito di graffi o minime sollecitazioni esterne.

La protezione di tale qualità estetica superficiale porta ad avanzare proposte per migliorare la qualità igienica delle superfici interne della cabina bagno mobile, indagando la funzione “proteggere da sporco/solidi e da liquidi in eccesso”. Quando lo sporco e altri piccoli solidi aderiscono ai sistemi viventi, possono rallentarli, creare blocchi, ridurre la loro capacità di svolgere funzioni vitali o causare usura superficiale. Oppure i liquidi in eccesso possono, ad esempio, promuovere un’eccessiva crescita di batteri o funghi. Per prevenire l’accumulo di liquidi in eccesso, i sistemi viventi devono controllare il movimento dei liquidi attraverso i loro confini o superfici. Lo fanno utilizzando materiali o strutture impermeabilizzanti, rallentando il flusso e/o facilitando il flusso per allontanare il liquido. Le foglie delle piante, ad esempio, hanno

Fig. 64. Sintesi grafica delle funzioni svolte dalla natura potenzialmente utili per il miglioramento ambientale del prodotto.



comunemente superfici cerosse composte da sostanze chimiche idrorepellenti per impedire all'acqua di gonfiare le foglie o facilitare la crescita di batteri e funghi. Le finiture superficiali ispirate al meccanismo autopulente delle piante di loto e di altri organismi (ad es. molti insetti dalle ali grandi) sono state ora applicate a vernici, vetro, tessuti e altro, riducendo la necessità di detergenti chimici e manodopera costosa.

Quando invece un sistema vivente è soggetto ad usura meccanica - due parti che si sfregano l'una contro l'altra o quando il sistema vivente viene a contatto con componenti abrasivi nel suo ambiente, come sabbia o corallo - utilizza strategie adeguate al livello e alla frequenza della sorgente, come avere superfici resistenti all'abrasione, parti sostituibili o lubrificanti. Si pensi quindi a soluzioni che possono allungare la vita utile ad esempio della molla che consente alla porta di potersi chiudere da sola sempre soggetta a rottura, o alle superfici interessate dell'interno cabina che sono sottoposte all'acqua ad alta pressione per le fasi di pulizia e igienizzazione del bagno mobile.

A seguito di questo primo tentativo di individuazione di strategie, utile anche per comprendere in modo più approfondito i problemi tecnici del bagno mobile, la ricerca di modelli biologici e principi adottati dalla natura si è focalizzata nell'individuazione di soluzioni corrispondenti ai due principali obiettivi del re-design: rendere reversibili le connessioni tra macro componenti che configurano la cabina al fine di facilitare l'assemblaggio e il disassemblaggio, e minimizzare l'impiego di materiale per ridurre l'utilizzo di risorse ambientali.

Esplorando il database di riferimento, sono state considerate le funzioni "attaccare temporaneamente", cioè le connessioni temporanee che la natura adotta o realizza ad esempio per sopravvivere o evolversi, e la funzione "ottimizza forma e materiali", ovvero quelle funzioni svolte dalla natura che prevedono soluzioni volte a minimizzare l'impiego di risorse.

La categoria delle connessioni temporanee invece riporta esempi di sistemi viventi che a volte devono rimanere in un posto, arrampicarsi o spostarsi temporaneamente, il che prevede la capacità di rilasciare all'occorrenza l'aggrappo. Nonostante siano temporanei, le connessioni devono resistere a forze fisiche fino a quando non hanno raggiunto il loro scopo. I sistemi viventi hanno adattato meccanismi di attaccamento ottimizzati per la quantità di tempo o numero di volte in cui devono essere utilizzati. Un esempio è il gecko, che si arrampica sui muri attaccandosi per meno di un secondo con le dita dei piedi. Altri esempi includono insetti che attaccano le loro uova a una foglia fino a quando non si schiudono e insetti le cui ali si attaccano temporaneamente durante il volo ma si separano dopo l'atterraggio. Le connessioni in natura possono essere molteplici, come ad esempio il bruco della farfalla Gaia Oto, oppure i ganci della bardana che hanno ispirato De Mestral nel realizzare la riconosciuta connessione reversibile del Velcro.

Per l'ottimizzazione della forma il database riporta numerosi esempi, tra cui il più citato: la struttura a nido d'ape, ovvero la struttura cellulare esagonale realizzata in cera dalle api o vespe efficiente sia in termini di spazio che di materiale utilizzato, in quanto è una struttura capace di adattarsi alla maggior parte dell'area disponibile con il minor perimetro. Per le api ciò vuol dire riuscire ad immagazzinare più miele in un volume maggiore spendendo meno energia per costruire la struttura contenitiva^[77].

Inoltre, la serie di celle esagonali cave formate tra sottili pareti verticali conferiscono alle strutture ulteriori vantaggi, come un'elevata resistenza alla compressione e la dissipazione controllata del calore, impedendo alla struttura cerosa di sciogliersi

[77] Nel IV secolo, il geometra greco Pappo di Alessandria sospettava che la forma esagonale del favo fosse la scelta costruttiva più efficiente, perché permetteva alle api di utilizzare la minor quantità di cera per costruire le pareti. La sua ipotesi, divenuta nota come "congettura del nido di ape", fu dimostrata definitivamente dal matematico Thomas Hales nel 1999, ma è stato solo con l'avvento, qualche anno dopo, delle tecniche di ripresa microscopiche che gli scienziati hanno compreso la straordinaria impresa di ingegneria di alta precisione compiuta dalle api.



ASTRAZIONE DEI PRINCIPI BIOLOGICI PER IL RE-DESIGN

Obiettivo di eco-design **Minimizzare l'impiego di materiale**

RESISTENZA PER FORMA



GERARCHIZZAZIONE RIDONDANZA



Obiettivo di eco-design **Eliminazione delle giunzioni non reversibili**

GIUNZIONI REVERSIBILI



Fig. 65. Individuazione delle strategie biologiche corrispondenti ai due obiettivi di re-design e selezione del componente per l'avvio dello sviluppo progettuale bio-ispirato.

nelle giornate calde. L'efficienza, la forza e la perdita di calore controllata sono qualità importanti anche per le strutture realizzate dall'uomo, quindi non sorprende che i favi ispirino il design umano.

Considerando i due macro obiettivi, per l'avvio della fase sperimentazione progettuale si prenderà in considerazione la parete laterale, ovvero il componente presente nella parte centrale della cabina di cui ne necessitano n. 3 per la realizzazione dell'intero prodotto. Il componente è maggiormente interessato al raggiungimento dei due obiettivi sia per gli aspetti dimensionali e funzionali individuali, sia come elemento di connessione prioritario con gli altri componenti che configurano la cabina del bagno mobile.

Per il raggiungimento del primo obiettivo la fase di astrazione prende in considerazione la strategia di resistenza strutturale presente in molti modelli biologici, come ad esempio la capasanta, che ha un guscio molto sottile ma che grazie alla sua deformazione superficiale riesce a garantire altrettanta resistenza strutturale, e dal tema della gerarchizzazione degli elementi, riscontrabile ad esempio nella fitta rete di nervature di rinforzo poste al di sotto della superficie della foglia Victoria Amazonica, che suggerisce la logica della distribuzione razionale di materiale.

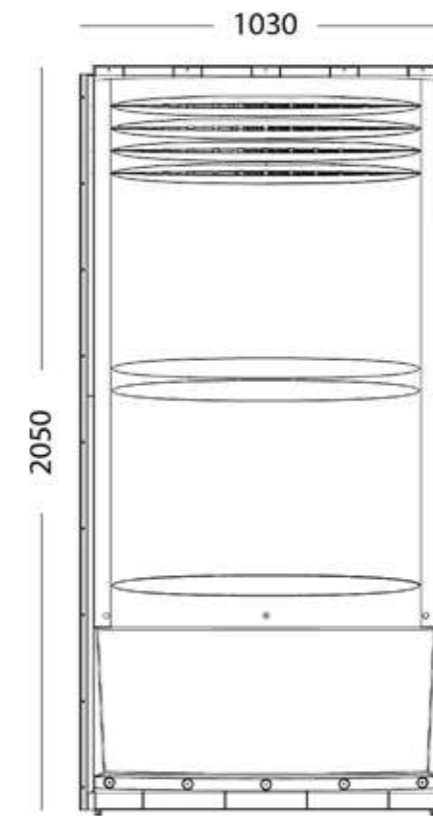
Per il tema delle connessioni che facilitano l'assemblaggio e il disassemblaggio del prodotto, la natura adotta sempre connessioni reversibili: non sono stati riscontrati modelli biologici che per rimaner saldi ad altri corpi, utilizzano materiale che non possa essere facilmente riutilizzato dal sistema ambiente in cui vivono. Per la riprogettazione delle connessioni quindi si prevede l'astrazione e l'applicazione del principio di aggancio reversibile, senza l'utilizzo di ulteriore materiale, ma ricavando la funzione direttamente dalle parti interessate del componente parete laterale.

5.3 La parete laterale: minimizzazione dell'impiego di materiale e riduzione dei componenti

Il processo di trasposizione delle strategie naturali individuate allo sviluppo progettuale è stato condotto applicando i principi biologici alle funzionalità tecniche della parete laterale. Si considerano i vincoli progettuali legati al materiale e alla tecnologia di produzione dell'azienda Armal s.r.l., ovvero l'impiego di polietilene ad alta densità e la tecnologia dello stampaggio ad iniezione, le caratteristiche formali e funzionali nonché i requisiti normativi che il componente deve soddisfare.

Nel dettaglio la parete laterale manterrà le dimensioni attuali, ovvero 1030 mm x 2000 mm circa, mentre per l'aspetto formale-funzionale si manterrà l'inclinazione verso l'interno cabina nella parte inferiore della parete affinché possa accostarsi a tolleranze minime al gruppo wc attuale, garantendo la possibilità di inserire le griglie di areazione e adesivi per l'adeguata comunicazione del servizio noleggio come da normativa, senza ostacolare la possibilità di applicare accessori interni previsti dal pacchetto di offerte Sebach.

Gli interventi progettuali per il raggiungimento dei due obiettivi di eco-design sono stati condotti in modo parallelo. Gli strumenti per lo sviluppo progettuale utilizzati comprendono le tecniche di rappresentazione grafica per l'ideazione del nuovo disegno, l'utilizzo di software per la modellazione 3D in ambiente parametrico per poter avere maggior controllo sulle modifiche da apportare, software di ultima generazione per le analisi di verifica delle prestazioni funzionali che il prodotto deve possedere e garantire, e i modelli fisici di studio e prototipazione rapida con l'utilizzo di stampa 3D per la verifica puntuale degli aspetti formali e funzionali del nuovo disegno.



Vincoli aziendali

Tecnologia di produzione: stampaggio ad iniezione
Materiale: HDPE - Polietilene ad alta densità

Vincoli dimensionali e formali

Misure: L 1030mm x A 2050mm circa
Accostamento a tolleranze minime con altri componenti
Inserimento degli elementi ad incastro per l'assemblaggio con altri componenti della cabina
Incorporare le griglie di areazione per la ventilazione naturale dell'interno cabina
Quando il corpo centrale del bagno mobile è assemblato gli angolari devono fornire una presa ergonomica per gli operatori autorizzati nelle operazioni di movimentazione del bagno mobile.

Vincoli normativi

Le superfici devono essere facilmente lavabili e pulibili.
Devono essere disponibili superfici esterne idonee per l'affissione di adesivi o segnali.

Aree di ingombro dei componenti e accessori del bagno mobile sulla parete



Fig. 66. Individuazione delle strategie biologiche corrispondenti ai due obiettivi di re-design e selezione del componente per l'avvio dello sviluppo progettuale bio-ispirato.

5.3.1 Sviluppo di un sistema di connessione bio-ispirato reversibile

Il primo obiettivo di re-design si focalizza sul tema delle connessioni tra i componenti. Mirando ad applicare al prodotto un sistema di connessioni reversibili si otterrebbe una riduzione del numero di componenti, in quanto per l'assemblaggio dell'intero prodotto sono previsti un numero pari a 63 rivetti solo per l'assemblaggio dei componenti che configurano la cabina del bagno mobile.

Come anticipato nel paragrafo 5.2, la natura adotta sistemi di connessione reversibili se temporanee, e prendendo in considerazione anche l'esperienza progettuale del Velcro che si è ispirato dai ganci dei fiori della bardana per realizzare una giunzione reversibile, nella presente sperimentazione progettuale si tenterà di applicare il principio naturale ricavando la funzione direttamente nelle parti interessate della parete laterale.

Oggetto di intervento progettuale sono infatti le superfici perimetrali del componente: gli angolari a sviluppo verticale che consentono l'assemblaggio con altre pareti e con l'assieme porta-imbotte e le superfici orizzontali, inferiore per la connessione con la pedana e superiore per la connessione col tetto.

Considerando la complessa relazione tra le parti del bagno mobile si è deciso di mantenere l'attuale sistema di assemblaggio dell'intera cabina mirando a integrare la parete laterale delle connessioni reversibili necessarie per garantire solidità strutturale, e prevedere il corrispettivo nelle parti interessate dei componenti con cui la parete laterale ha contatto.

Seguendo le fasi dell'assemblaggio, la prima parete viene posizionata sulla pedana in prossimità della parte posteriore del gruppo wc. Attualmente si prevedono rivetti che connettono saldamente i tre componenti (pedana, parete, gruppo wc), nel re-design invece si ipotizza una cavità ricavata nella parete che "abbraccia" il bordo superiore del gruppo wc così da mantenere in posizione l'unità funzionale.

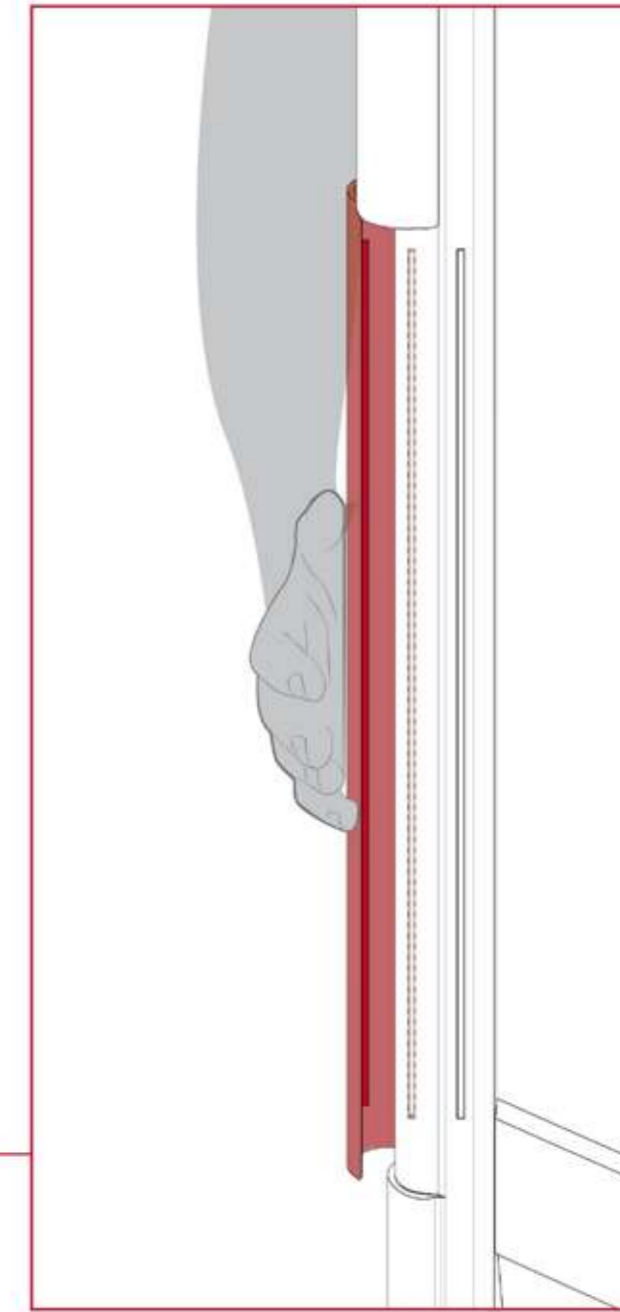
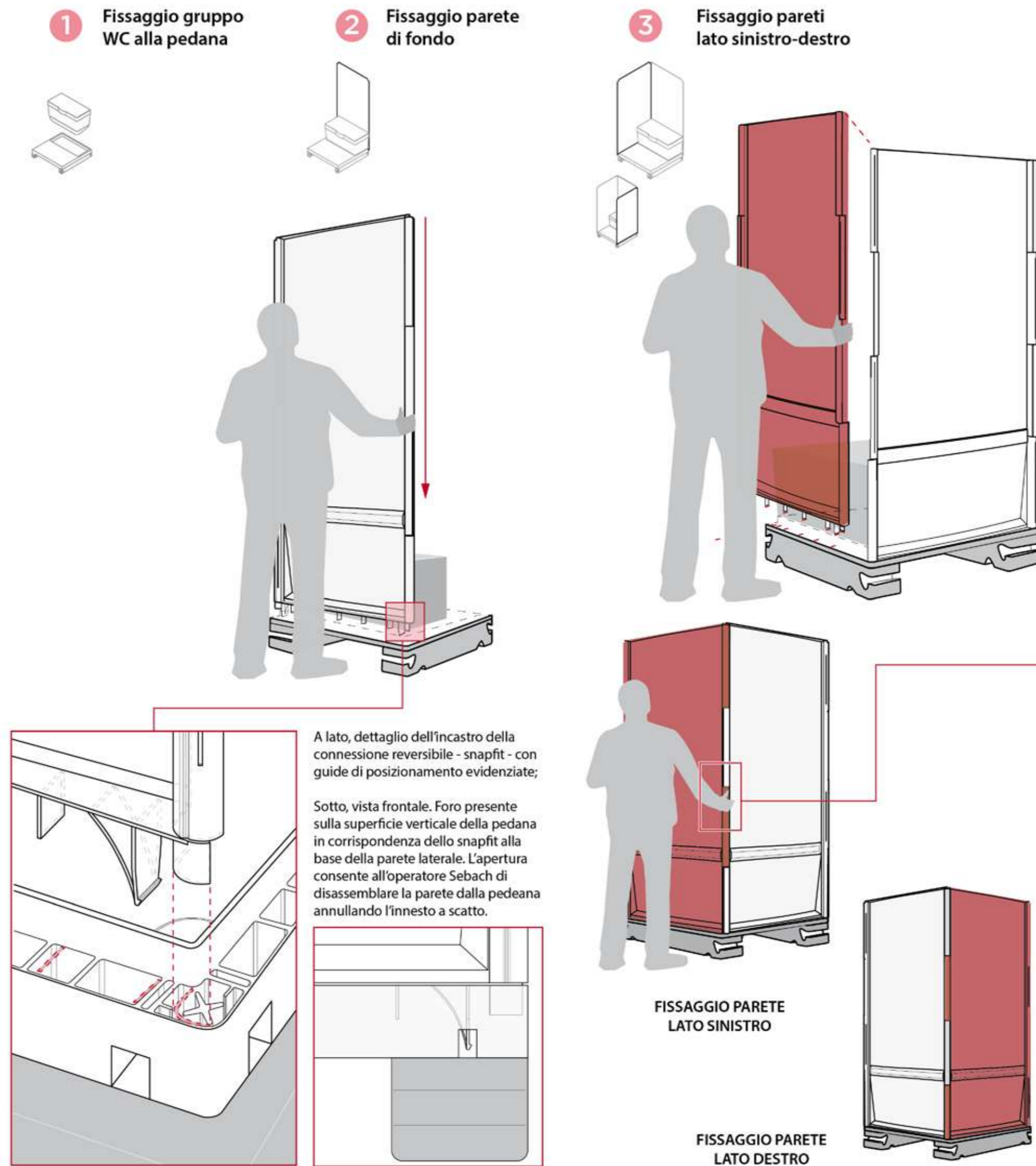
La connessione ipotizzata tra parete e pedana invece è realizzata applicando due grandi snapfit, ovvero innesti rapidi di tipo a sbalzo posizionati in prossimità delle estremità laterali, e perni di posizionamento nello spazio che intercorre tra i due innesti. Sono posti al di sotto del bordo inferiore della parete, e prevedendo il corrispettivo nella pedana, la parete laterale può essere fissata effettuando una pressione verso di essa, e disassemblata movimentando manualmente il perno degli snapfit dall'esterno verso l'interno attraverso il foro presente ai lati della base.

Una volta posizionata la parete sul fondo è possibile proseguire con il posizionamento di un'ulteriore parete su uno dei lati adiacenti. La connessione tra gli elementi verticali è stata progettata dotando gli angolari di cerniere ricavate direttamente dallo stampo del componente per ottenere delle parti mobili che ospitano al loro interno gli innesti rapidi a sviluppo verticale. Tali cerniere sono alternate a parti fisse lungo lo sviluppo verticale dell'angolare. In questo modo una volta posizionata la prima parete sul fondo e successivamente quella laterale, le parti mobili della prima si potranno fissare alle parti fisse dell'angolare corrispondente e viceversa.

Per completare la copertura della parte centrale del bagno mobile, anche il componente imbette dovrà essere dotato del nuovo sistema di connessione reversibile ricavato negli angolari. Configurando così un modulo continuo, gli elementi centrali del bagno mobile possono essere assemblati manualmente.

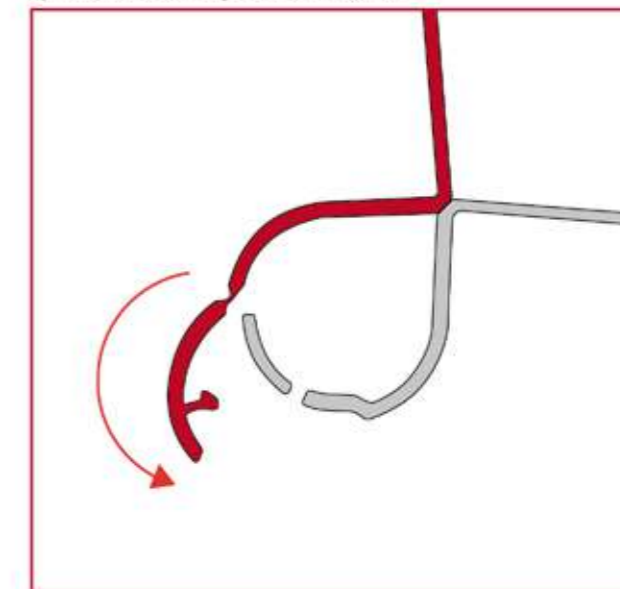
Il disassemblaggio degli innesti rapidi è previsto utilizzando un accessorio appositamente progettato che, inserendosi nelle asole in corrispondenza di ogni snapfit, può far leva sul perno annullando l'innesto a scatto.

Fig. 67. Fasi dell'assemblaggio del corpo centrale del bagno mobile dotato del nuovo sistema di connessioni reversibile. Dopo la fase n.1 che prevede il fissaggio del gruppo wc alla pedana è possibile proseguire con l'assemblaggio delle pareti della cabina, partendo dal lato posteriore al gruppo wc e successivamente i lati sinistro e destro.



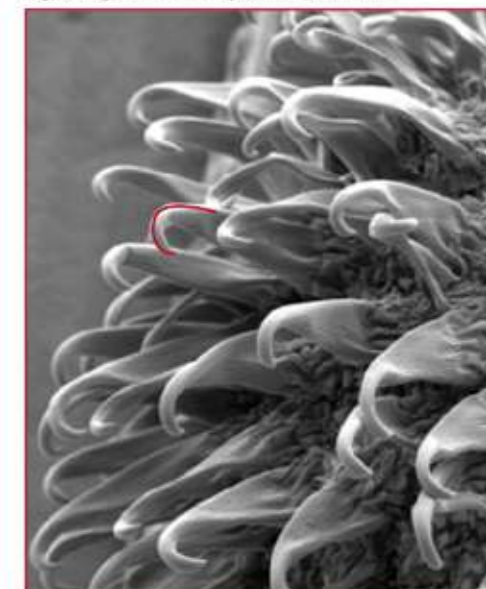
Sopra, dettaglio dell'angolare mobile da fissare alla superficie dell'angolare adiacente.

Sotto, sezione del fissaggio della superficie mobile a quella fissa dell'angolare adiacente.



Sopra, vista dell'angolare assemblato.

Sotto, ganci della Bardana la cui funzione ha ispirato la giunzione reversibile applicata agli angolari della parete laterale.



4

Fissaggio dell'imbotte al corpo centrale del bagno mobile



Fig. 68. Fase di fissaggio dell'imbotte al corpo centrale del bagno mobile attraverso le connessioni reversibili.

A completare l'assemblaggio della parte centrale della cabina con la parte superiore è stata prevista una connessione reversibile tra tetto e elementi verticali: dotando anche il tetto di innesti a scatto, sul bordo superiore delle pareti e dell'imbotte è stato ricavato il corrispettivo che permette il bloccaggio dei perni. Mentre per la connessione degli elementi verticali e di questi con la pedana non sono emersi particolari problemi di fissare ulteriormente per prevenire, ad esempio, gli atti vandalici, tra gli elementi verticali e il tetto sono previste viti di plastica per garantire maggiore solidità e prevenire eventuali manomissioni in occasione degli atti vandalici.

Pagina accanto. Fig. 69. Ultima fase dell'assemblaggio del bagno mobile: installazione e fissaggio del tetto.

5

Fissaggio del tetto

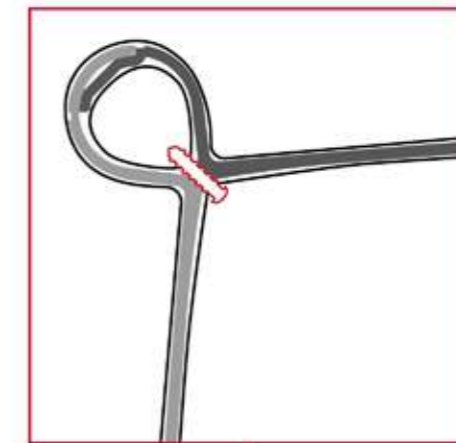
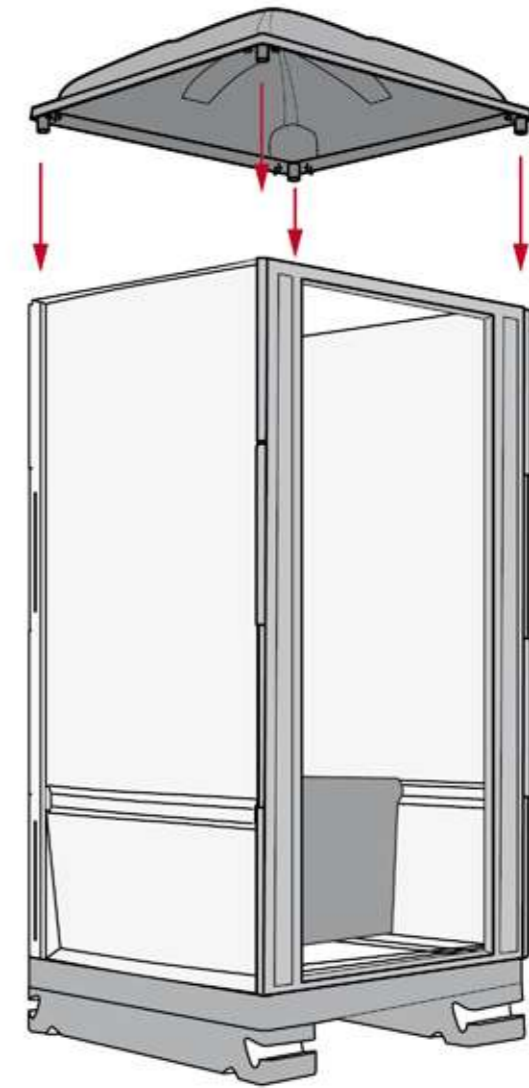
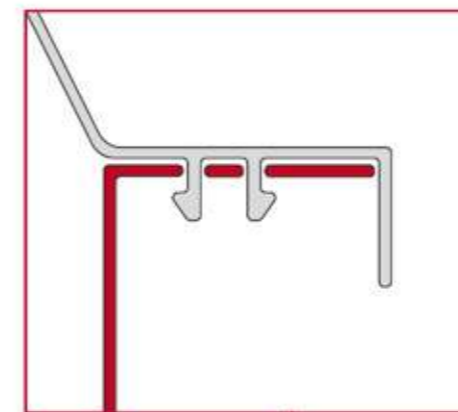
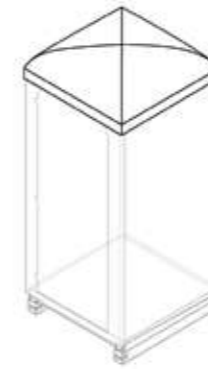
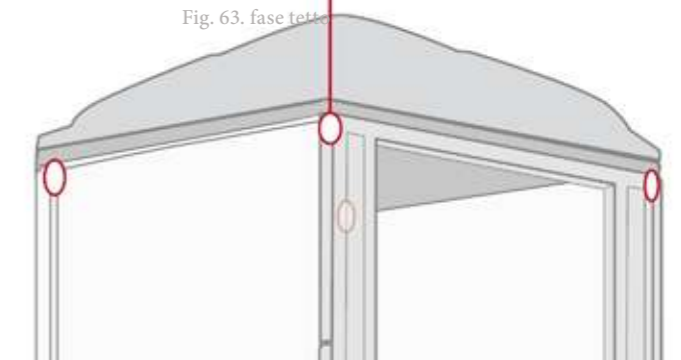
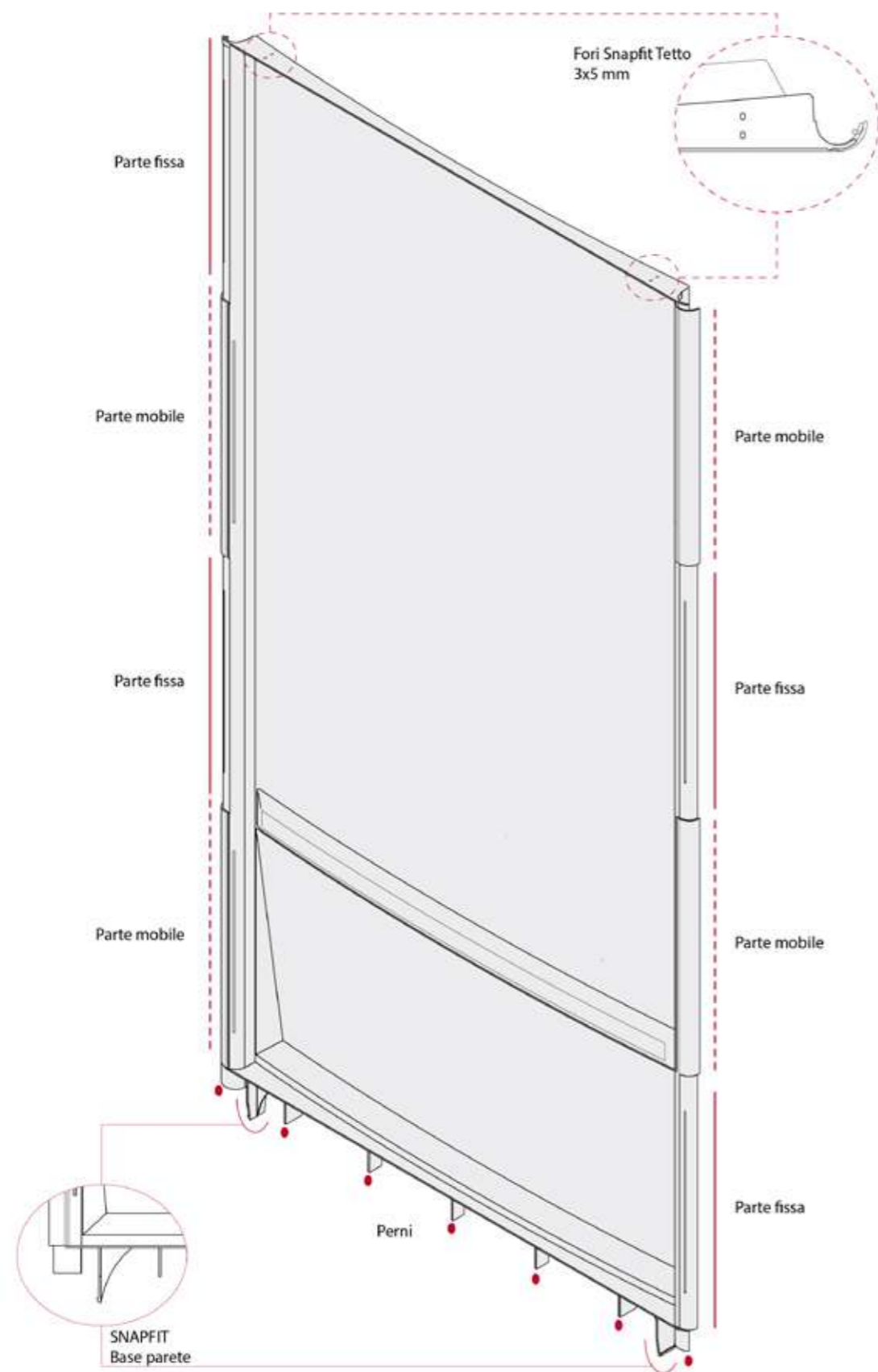


Fig. 63. fase tetto





Sopra. Fig. 70. Sintesi degli interventi progettuali applicati al componente parete per rendere il sistema di connessioni di tipo reversibile.

Pagina accanto.

Fig. 71. Pareti laterali aventi due colori diversi per evidenziare l'alternarsi del sistema di connessione reversibile.

Fig. 72. Dettaglio dell'angolo superiore tra due pareti.



Fig. 71.

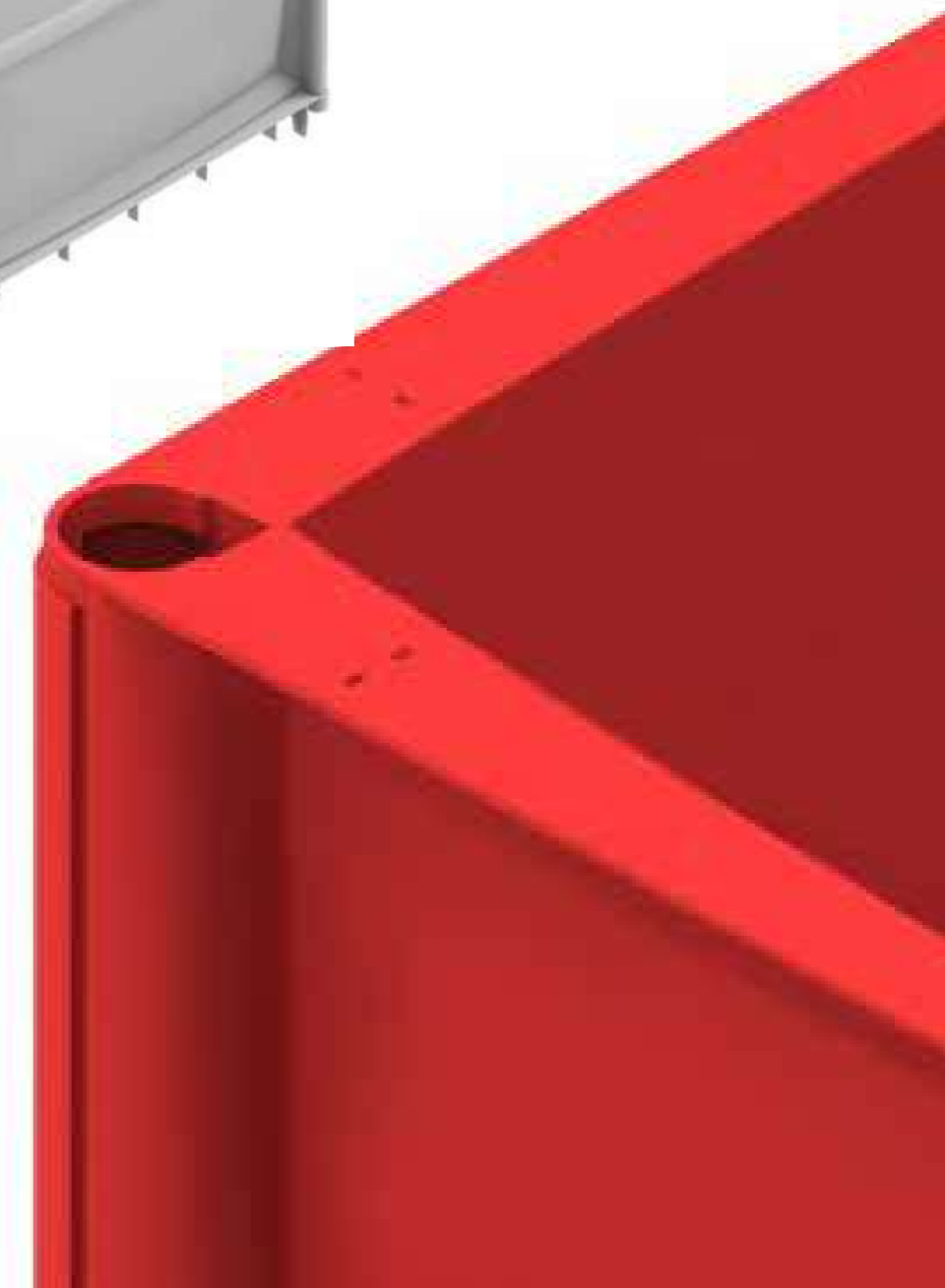
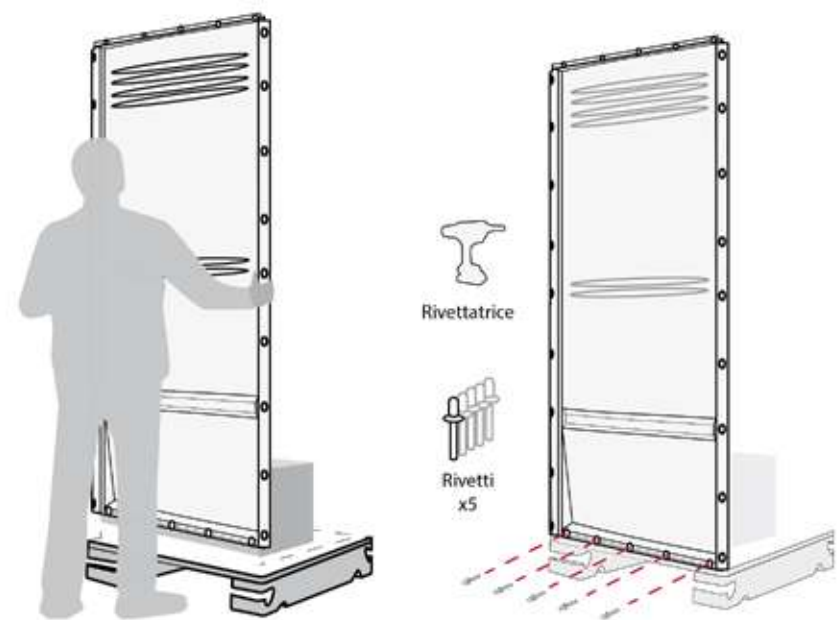


Fig. 72

**BAGNO MOBILE
CON SISTEMA DI CONNESSIONE
ATTUALE**



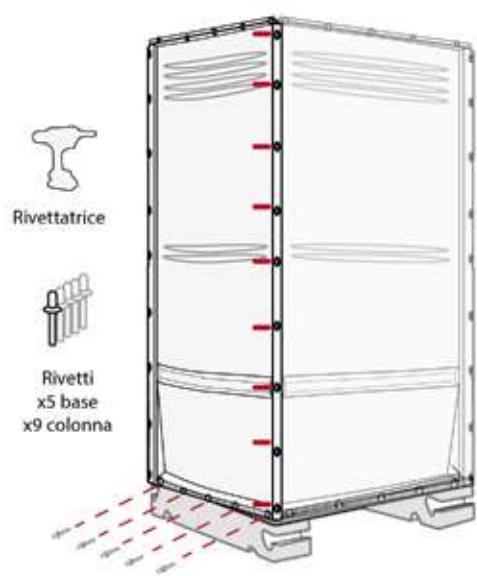
Prendere la parete e inserirla negli incastri della pedana.

Procedere con il fissaggio dei rivetti lungo il bordo inferiore della parete

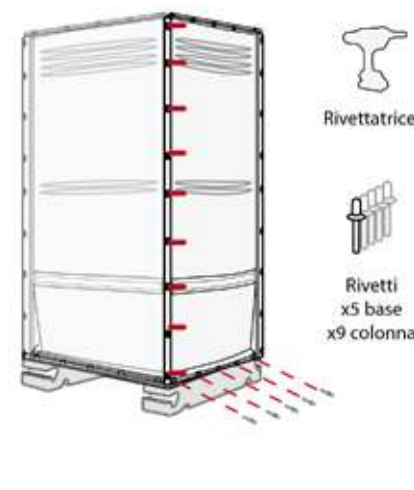


PARETE LATO SINISTRO

Prendere la parete e inserirla negli incastri della pedana in corrispondenza del lato sinistro del gruppo wc



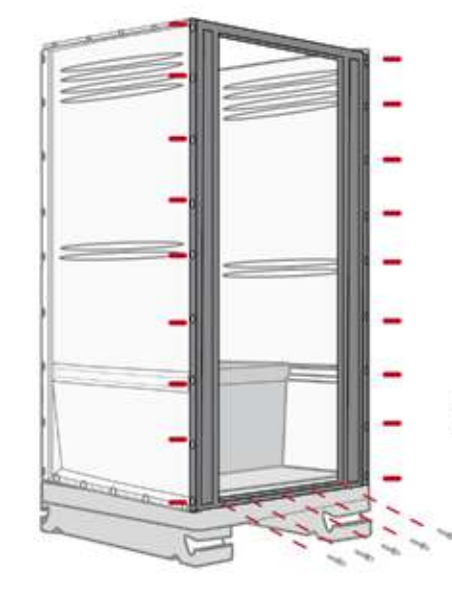
Procedere con il fissaggio dei rivetti lungo il bordo inferiore della parete e sulla colonna



Ripetere il passaggio per il fissaggio della parete sul lato destro del gruppo wc



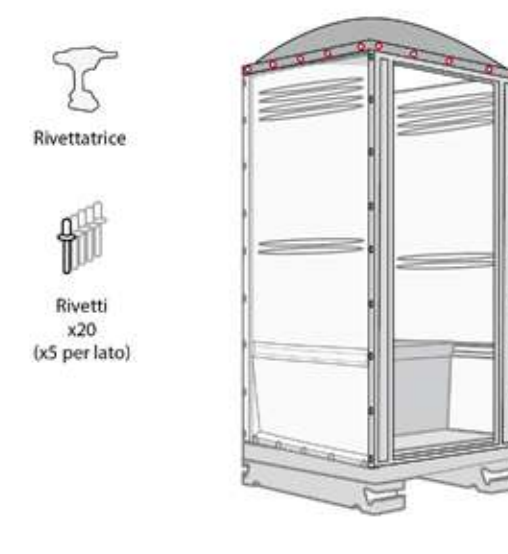
Posizionare l'imbotte sul lato aperto della cabina



Rivettare l'imbotte alla base e lungo le colonne



Posizionare e incastrare il tetto



Rivettare il tetto lungo tutto il perimetro

**FASI ASSEMBLAGGIO
DEL BAGNO MOBILE**

Confronto di sintesi delle modalità di assemblaggio del bagno mobile attuale e del bagno mobile con connessioni bio-ispirate

1

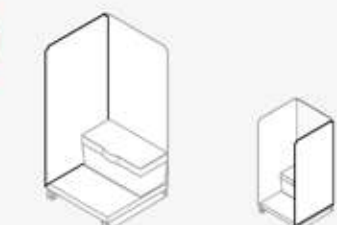


2



FISSAGGIO DELLA PARETE SUL LATO POSTERIORE DEL GRUPPO WC

3



FISSAGGIO DELLA PARETE SUL LATO SINISTRO E LATO DESTRO

4



FISSAGGIO DELL'IMBOTTE AL CORPO CENTRALE DEL BAGNO MOBILE

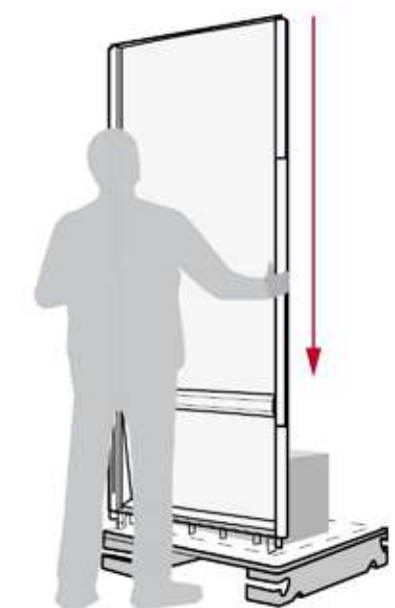
5



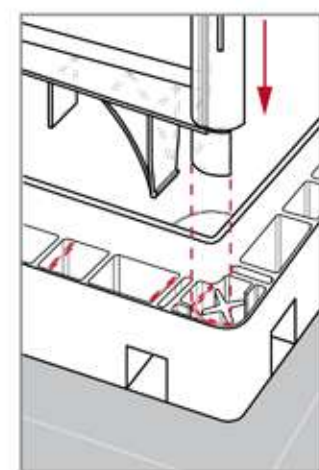
FISSAGGIO DEL TETTO

**BAGNO MOBILE
CON SISTEMA DI CONNESSIONE
BIO-ISPIRATO REVERSIBILE**

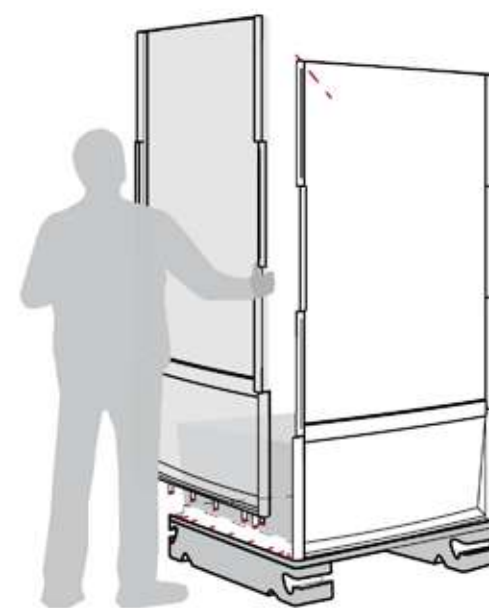
Prendere la parete e inserirla negli incastri della pedana.



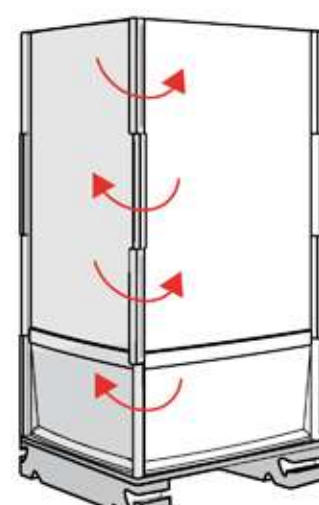
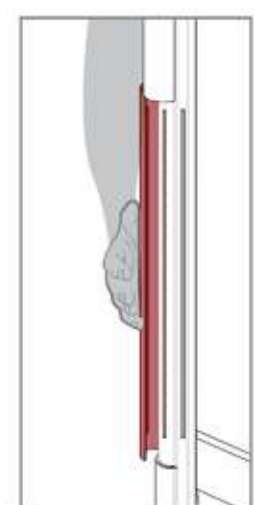
Generare una leggera pressione verso il basso per fissare lo snapfit della parete alla pedana.



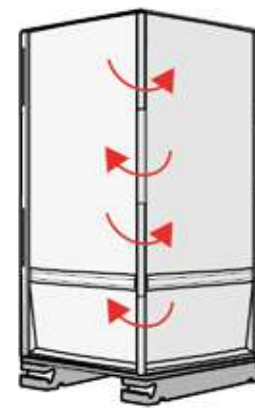
Inserire la parete sul lato sinistro del gruppo wc e fissarla generando una leggera pressione verso il basso



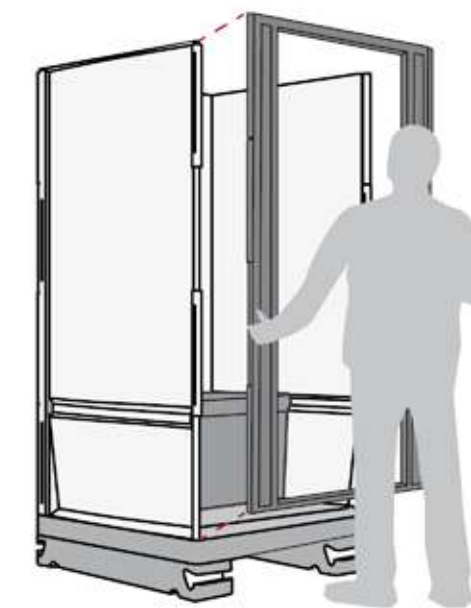
Fissare le parti mobili presenti sugli angolari della parete alle parti fisse di quella adiacente



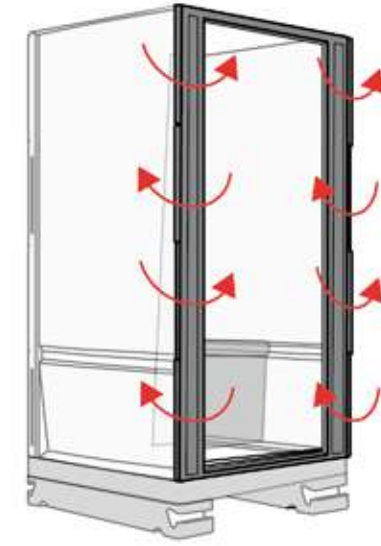
Ripetere il passaggio per il fissaggio della parete sul lato destro del gruppo wc



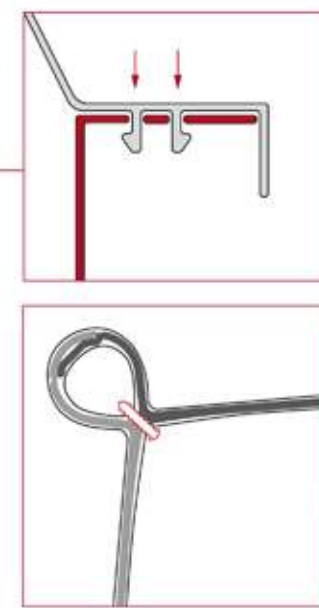
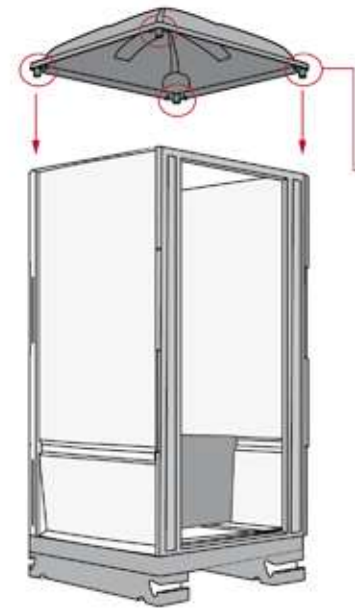
Posizionare l'imbotte sul lato aperto della cabina e fissarla generando una leggera pressione verso il basso



Fissare le parti mobili presenti sugli angolari dell'imbotte alle parti fisse degli angolari adiacenti



Posizionare il tetto nella parte superiore della cabina e incastrare gli snapfit presenti ad ogni angolo facendo una pressione



Dall'interno, fissare le viti in plastica tra il tetto e e gli spigoli della cabina

Viti in plastica x4

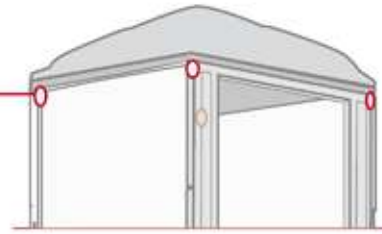


Fig. 73. Confronto tra le fasi dell'assemblaggio del prodotto con sistema di connessione attuale e il sistema di connessione reversibile bio-ispirato.

5.3.2 Ottimizzazione della resistenza strutturale attraverso l'analisi topologica e l'approccio bio-ispirato

Lo sviluppo progettuale per il raggiungimento del secondo obiettivo di re-design *minimizzare l'impiego di materiale* vede il susseguirsi di diverse fasi, di cui una prima parte di carattere analitico, volta alla comprensione delle capacità strutturali che la parete laterale deve possedere e garantire anche nel nuovo disegno, e dalle successive fasi di concettualizzazione e progettazione del nuovo componente integrato dai principi di eco-design e incrementato dai criteri naturali individuati.

L'applicazione alla parete laterale dei principi di resistenza strutturale per forma e gerarchizzazione del materiale in base alle forze, astratte dal dominio biologico, si è focalizzata dapprima sull'identificazione delle aree di interesse per l'intervento progettuale, con l'obiettivo di individuare la quantità di materiale da impiegare in relazioni alle parti funzionali e strutturali del componente.

La parete attuale è realizzata in polietilene ad alta densità stampata ad iniezione, con spessore costante di circa 4 mm. Ipotizzato di diminuire lo spessore garantendo eguali prestazioni che attualmente il componente offre, si è deciso di focalizzare l'intervento progettuale nella parte centrale della parete (come evidenziato in figura), escludendo quindi dall'operazione di snellimento le parti perimetrali in quanto saranno soggetto di interventi progettuali per il tema delle connessioni reversibili con gli altri componenti della cabina.

Al fine di comprendere quanto materiale è possibile rimuovere, o impiegare meno, è stato necessario individuare le zone della parte sottoposte a maggiori carichi e/o a sollecitazione provenienti, ad esempio, dalle fasi di movimentazione del prodotto che l'operatore autorizzato Sebach svolge per trasferire il bagno mobile da un sito ad un altro. Tale operazione è stata resa possibile grazie all'operazione di ottimizzazione topologica del componente, ovvero lo studio, effettuato con software di nuova generazione Altair Inspire, in grado di ridefinire la forma del modello permettendo di alleggerire il particolare tramite la sottrazione di materiale inutile ai fini del mantenimento delle proprietà del componente.

Per la pianificazione dell'analisi è stato necessario il coinvolgimento di ricercatori dell'area di Ingegneria Strutturale Unicam per la definizione delle caratteristiche del modello 3D, dei vincoli e dei carichi da sottoporre al calcolo strutturale, individuando così due tipi di analisi di ottimizzazione topologica da effettuare.

La prima analisi mira a comprendere come la struttura della cabina reagisce a carichi provenienti dall'alto. Il modello 3D da sottoporre a calcolo prevede un layout strutturale semplificato della cabina configurato da n.3 pareti continue (escludendo quindi il lato dedicato all'assieme porta/imbotte perché non utili al fine del calcolo), caratterizzate ognuna da una leggera bombatura verso l'esterno della cabina, con spessore costante di 4 mm, così come si presentano le pareti nel modello reale del bagno mobile. Alla base del modello 3D sono stati applicati i supporti in modo da simulare il fissaggio alla pedana del bagno mobile, mentre sul perimetro superiore è stata applicata una forza distribuita di 2000 Newton, pari a 203 Kg circa, volti a simulare il carico di neve sul tetto.

La seconda analisi invece è stata pianificata per capire il comportamento della struttura se sottoposta a carichi orizzontali, forza che potrebbe generarsi ad esempio in occasione di atti vandalici o, estremizzando, in caso di caduta accidentale laterale del bagno mobile. Per tale analisi è stato utilizzato un modello 3D semplificato della cabina simile al precedente, con l'unica variazione di forma negli angolari che, a differenza del primo modello analogico, si presentano con profilo semicircolare. Tale variazione formale è dettata dall'applicazione della forza orizzontale sulla zona mediale-centrale della parete laterale sinistra, così da poter ottenere risultati



Fig. 74. Sintesi grafica dei risultati emersi dall'operazione di ottimizzazione topologica.

quanto più veritieri all'attuale configurazione del sistema di connessioni^[78]. La forza orizzontale è anch'essa di 2000 N e supporti alla base.

L'operazione di ottimizzazione topologica permette di selezionare la percentuale di massa da mantenere rispetto al layout strutturale di partenza. Per una maggiore comprensione, per ogni analisi pianificata sono stati elaborati calcoli per n.3 valori percentuali di massa da mantenere, ovvero 15%, 30% e 45%.

Come visibile in fig. ##, sono state successivamente elaborate le schede di sintesi grafica dei risultati di ogni analisi: posizionando il punto di vista all'esterno della cabina e in prossimità della parete di fondo, i risultati grafici delle analisi sono stati disposti a ventaglio (A). Ulteriore elaborazione è stata effettuata secondo il concetto che nel realizzare il bagno mobile si necessitano di pz. 3 pareti provenienti da un unico stampo, e quindi la singola parete deve garantire resistenza strutturale su ogni lato su cui è posizionata. Il primo ventaglio grafico di risultati quindi è stato copiato specularmente e sovrapposto all'originario (B), per poi essere sommato in un unico riquadro (C).

Dai risultati della prima analisi, cui si prevede l'applicazione della forza verticale da 2000N, è possibile notare come il materiale necessariamente da mantenere sia concentrato in zone specifiche: considerando i risultati visibili nella parete centrale del layout strutturale con massa 30%, si nota che il materiale, partendo dagli angoli superiori, si orienta inizialmente verso il centro della parete per poi proseguire verso il basso per tutto lo sviluppo verticale, fino a raggiungere gli angoli inferiori. Si formano così due colonne caratterizzate da inclinazioni speculari che si congiungono in alto con una forma che richiama un arco, e verso metà altezza con una concentrazione di materiale distribuito orizzontalmente.

La parte inferiore del modello reale presenta già una struttura capace di distribuire le forze, in quanto è inclinata per potersi accostare a tolleranze minime al gruppo wc, quindi anche se i risultati del calcolo suggeriscono una distribuzione razionale di materiale per scaricare la forza applicata alla base, l'attuale configurazione della parete nella parte inferiore garantisce già una buona resistenza.

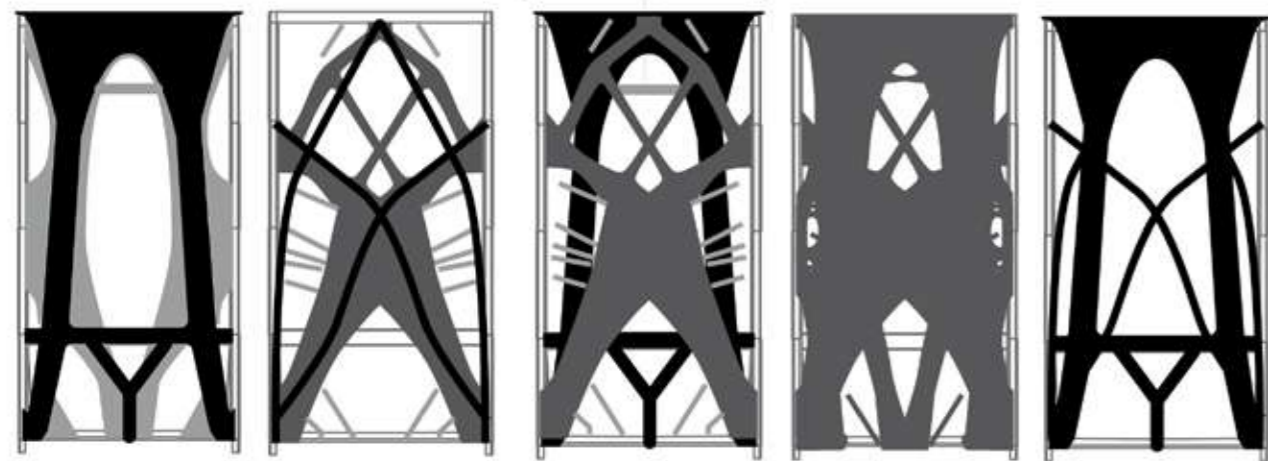


Fig. 75. Studio per l'individuazione delle direttrici da mantenere nel nuovo disegno del componente parete.

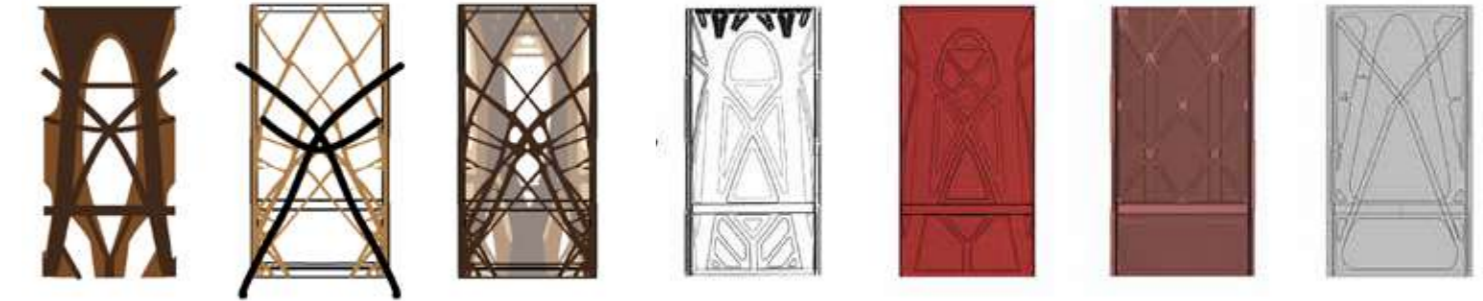
[78] La variazione formale degli angolari non ha prodotto risultati diversi nella prima analisi di ottimizzazione topologica effettuata con forza distribuita verticale.

I risultati della seconda analisi invece mostrano una ramificazione della distribuzione del materiale in relazione all'impatto con la forza orizzontale da 2000N. I risultati mostrano come nelle pareti centrali del modello 3D mirano a mantenere massa nella parte centrale della parete, come a formare una "X", con ulteriori ramificazioni di minor spessore volti a ricoprire le zone restanti.

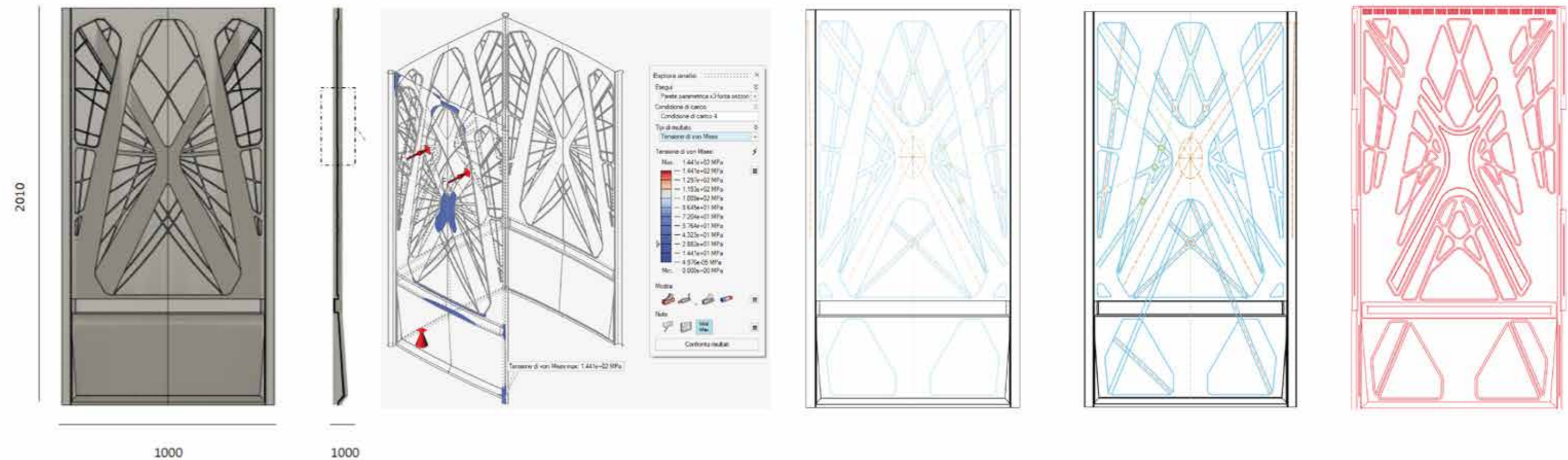
Come è appena emerso, l'operazione di ottimizzazione topologica segue la logica di svuotamento, e dato che il componente non può presentare fori o aperture, è stato necessario progettare individuando le direttrici principali che costituiscono la linea di base per la riprogettazione bioispirata della parete (Fig.54).

Si ha quindi avvio al processo di formalizzazione del componente attraverso i suoi principi biomimetici, mirando a dimezzare lo spessore costante di 4mm dell'attuale parete.

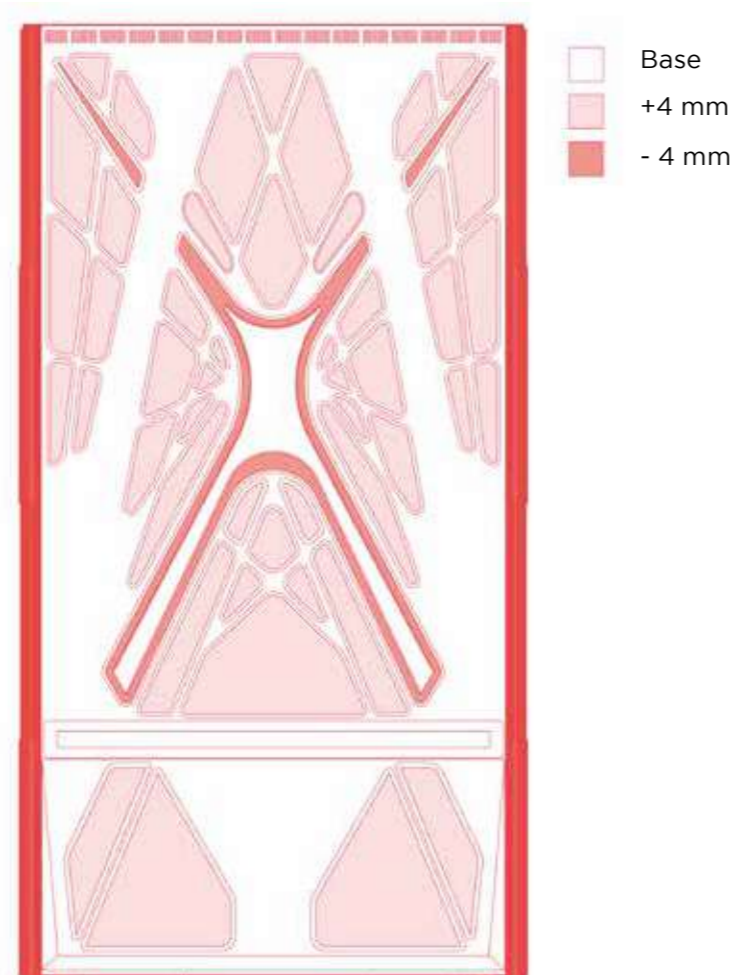
Partendo da un disegno di base modellato in ambiente parametrico-Autodesk Fusion 360-e la continua valutazione strutturale, mediante analisi OptiStruct su software Altair Inspire, è stato possibile definire di volta in volta il disegno fin quando non si è ottenuto un modello che garantisse solidità strutturale a parità di prestazione della parete attuale.



Sopra. Fig. 76. Prime ipotesi di trasposizione delle logiche naturali e risultati dalle analisi strutturali.
Sotto. Fig. 77. Iter progettuale affrontato per l'applicazione dei criteri biomimetici e definizione formale del componente.



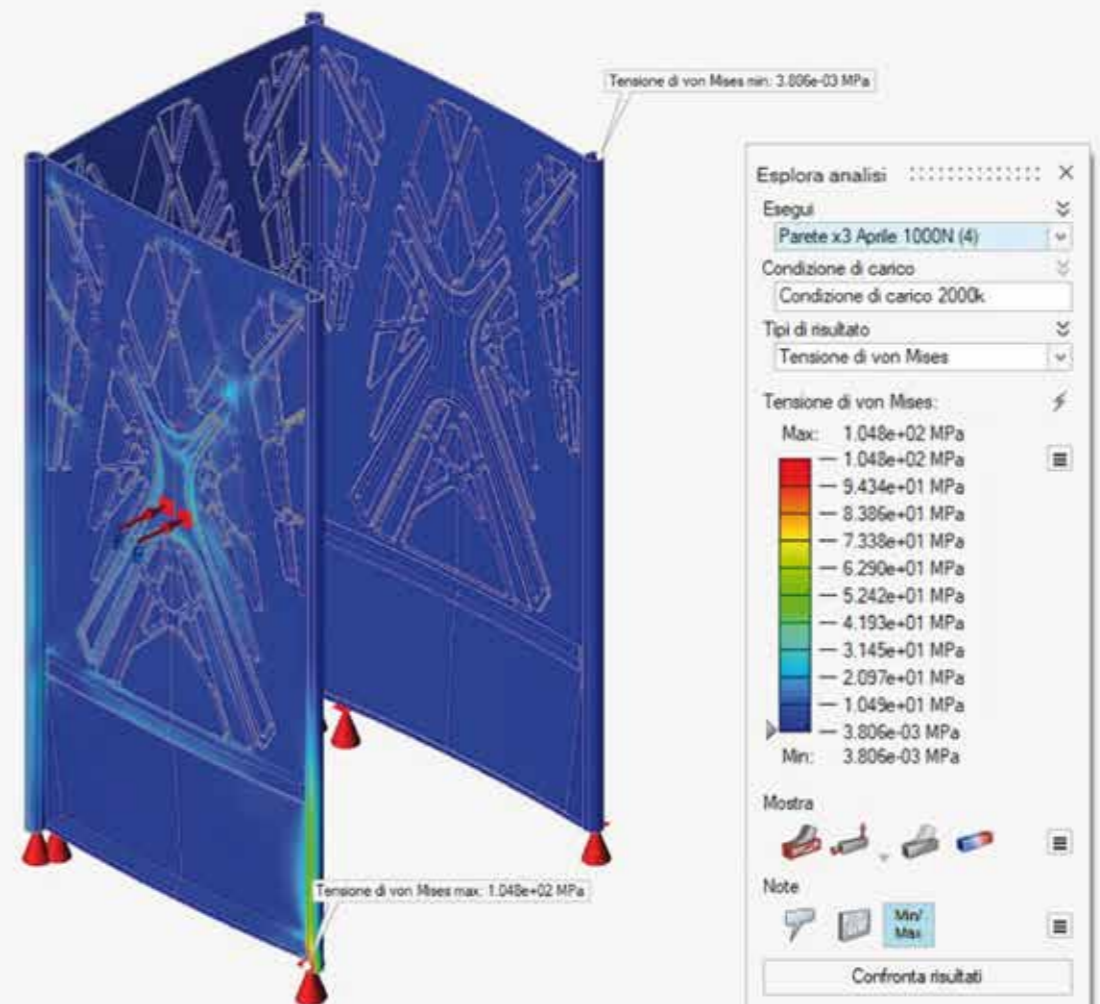
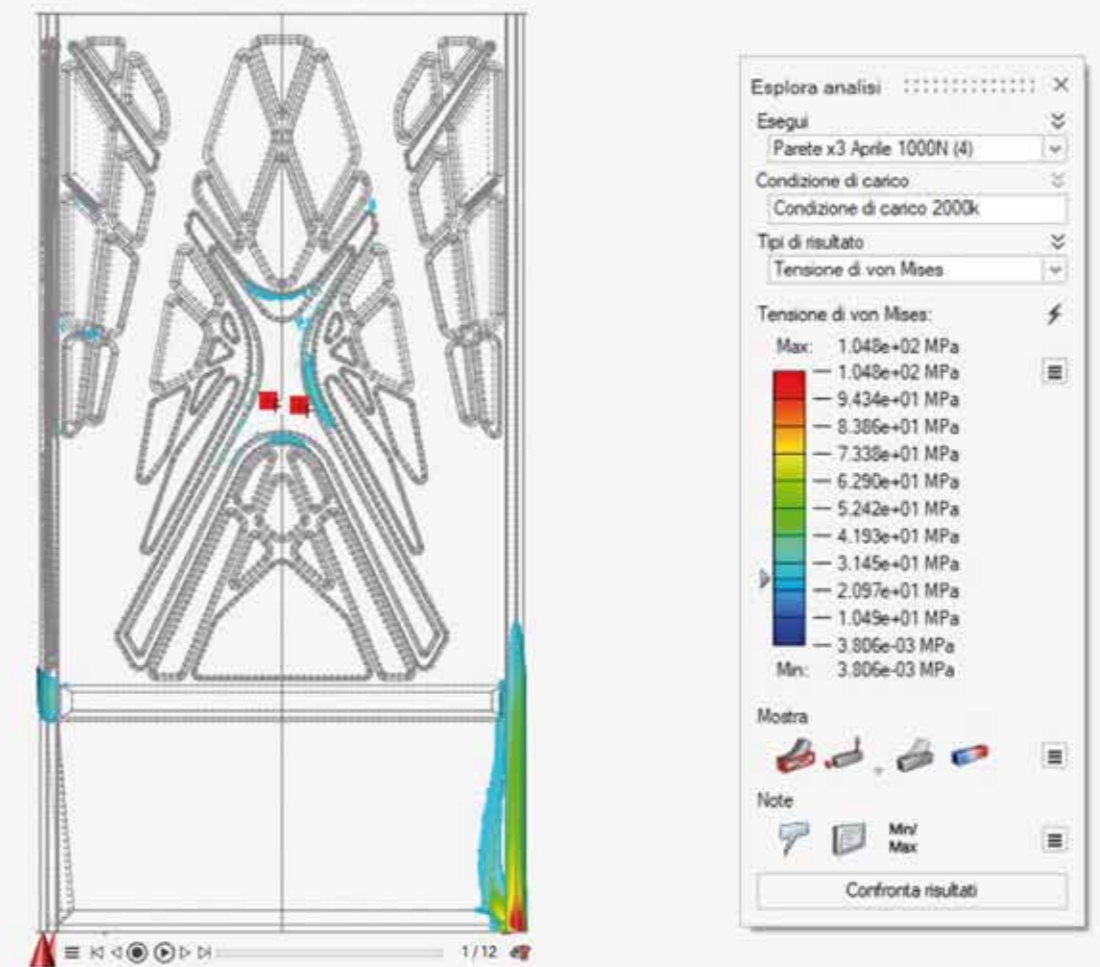
Il risultato, visibile in fig. 57, è una parete laterale bioispirata a spessore costante di 2,6 mm e che segue la logica di resistenza strutturale per forma astratta dal dominio biologico, e presenta una gerarchia di distribuzione del materiale in relazione al movimento di superficie, risultato delle analisi di ottimizzazione topologica. È presente quindi un layer base, da cui partono alcune zone della parete che fuoriescono verso l'esterno (evidenziate in chiaro) e zone che rientrano verso l'interno cabina (evidenziate in scuro).



Sopra. Fig. 78. Layout movimento di superficie della parete ridisegnata.

L'analisi relativa all'applicazione di una forza verticale di 2000N evidenzia una buona resistenza strutturale della nuova parete in quanto non si arriva al punto di rottura, che per quanto riguarda il materiale HDPE è pari a 25Rm. Analogamente, le analisi strutturali con applicazione della forza orizzontale da 2000N al centro della "X" del pattern bio-ispirato ha restituito buoni risultati: anche se si arriva al punto di rottura (come visualizzato dal puntatore posto a metà degli indicatori della Tensione di von Mises), i punti maggiormente critici sono in corrispondenza dell'angolo inferiore destro, angolo però che nel corrispettivo reale risulterà maggiormente stabile grazie al fissaggio dell'assieme porta/imbotte. Per completezza, la riprogettazione si è focalizzata sullo studio e inserimento delle griglie di ventilazione, obbligatorie secondo normativa. È stata quindi calcolata l'area

Pagina accanto, Fig. 79. Risultati della valutazione strutturale del nuovo componente con applicazione della forza orizzontale al centro dello sviluppo verticale.



di ogni foro presente nelle attuali griglie di ventilazione affinché sul nuovo disegno si avesse la stessa capacità di areazione. Sono state applicate quindi due serie lineari di fori, una disposta in alto sulla superficie verticale della parete, e una disposta sulla superficie orizzontale. Entrambe le serie di griglie di ventilazione non presentano inclinazioni particolari che evitano l'ingresso di acqua piovana verso l'interno della cabina, come quelle attuali, ma saranno riparate dal profilo perimetrale del tetto.

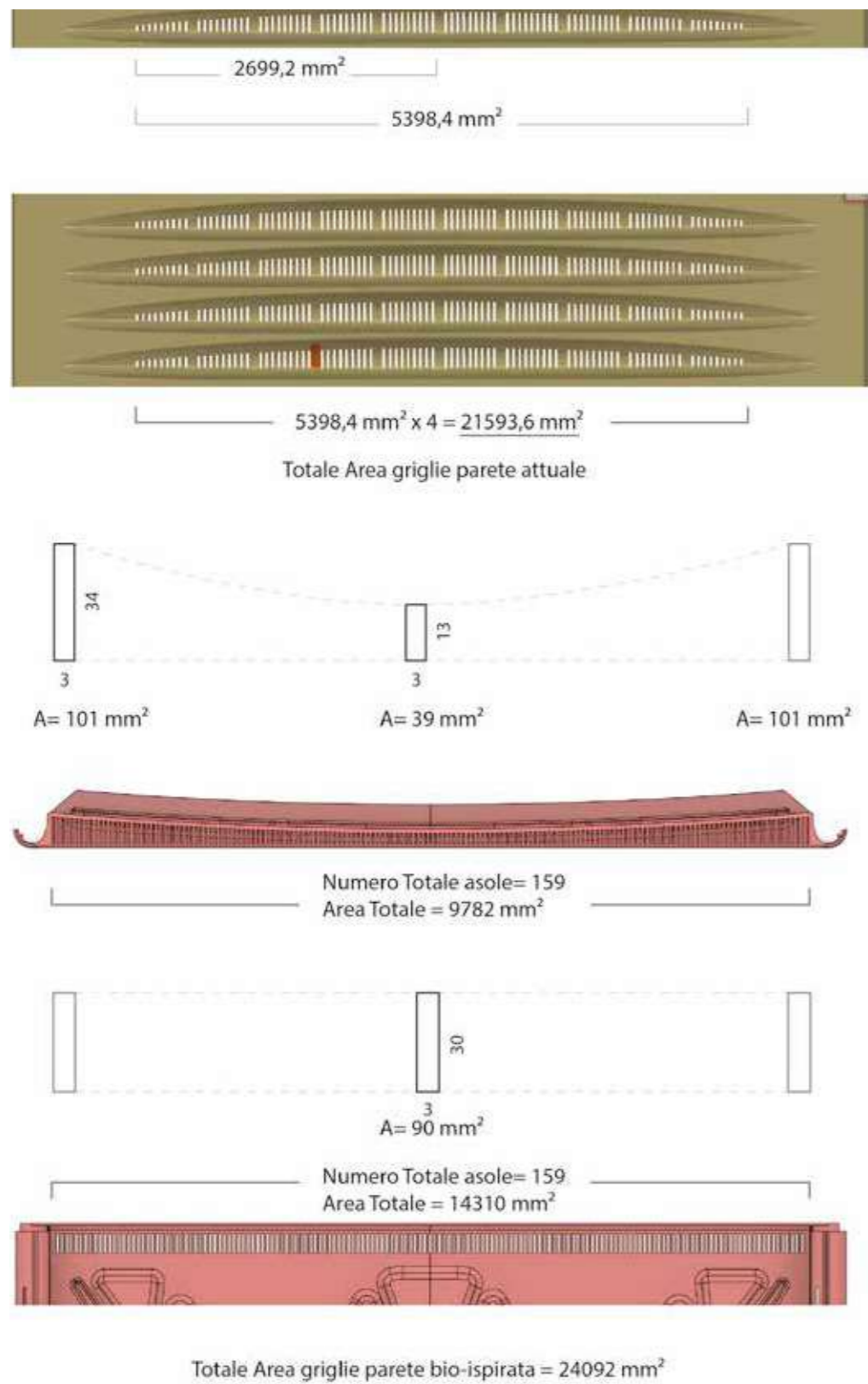


Fig. 80. In giallo, rilievo dell'area delle griglie di ventilazione della parete laterale attuale. In rosso, calcolo dell'area delle griglie di ventilazione applicate al nuovo disegno del componente.



Fig. 81. Vista frontale e sezione della parete bio-ispirata.



Fig. 82. Parete laterale rossa connessa alla parete laterale grigia giunte tra loro grazie al sistema di connessione reversibile bio-ispirato. Il corpo centrale delle pareti è visibile il risultato progettuale dell'ottimizzazione della resistenza strutturale attraverso l'analisi topologia e l'approccio bio-ispirato.

Pagina accanto.

Fig. 83. Rappresentazione grafica di n.3 pareti laterali giunte tra loro per la visualizzazione dell'interno ed esterno cabina.

Fig. 84. Dettaglio dell'angolo superiore tra due pareti con griglie di areazione integrate in ciascun componente.



Fig. 83

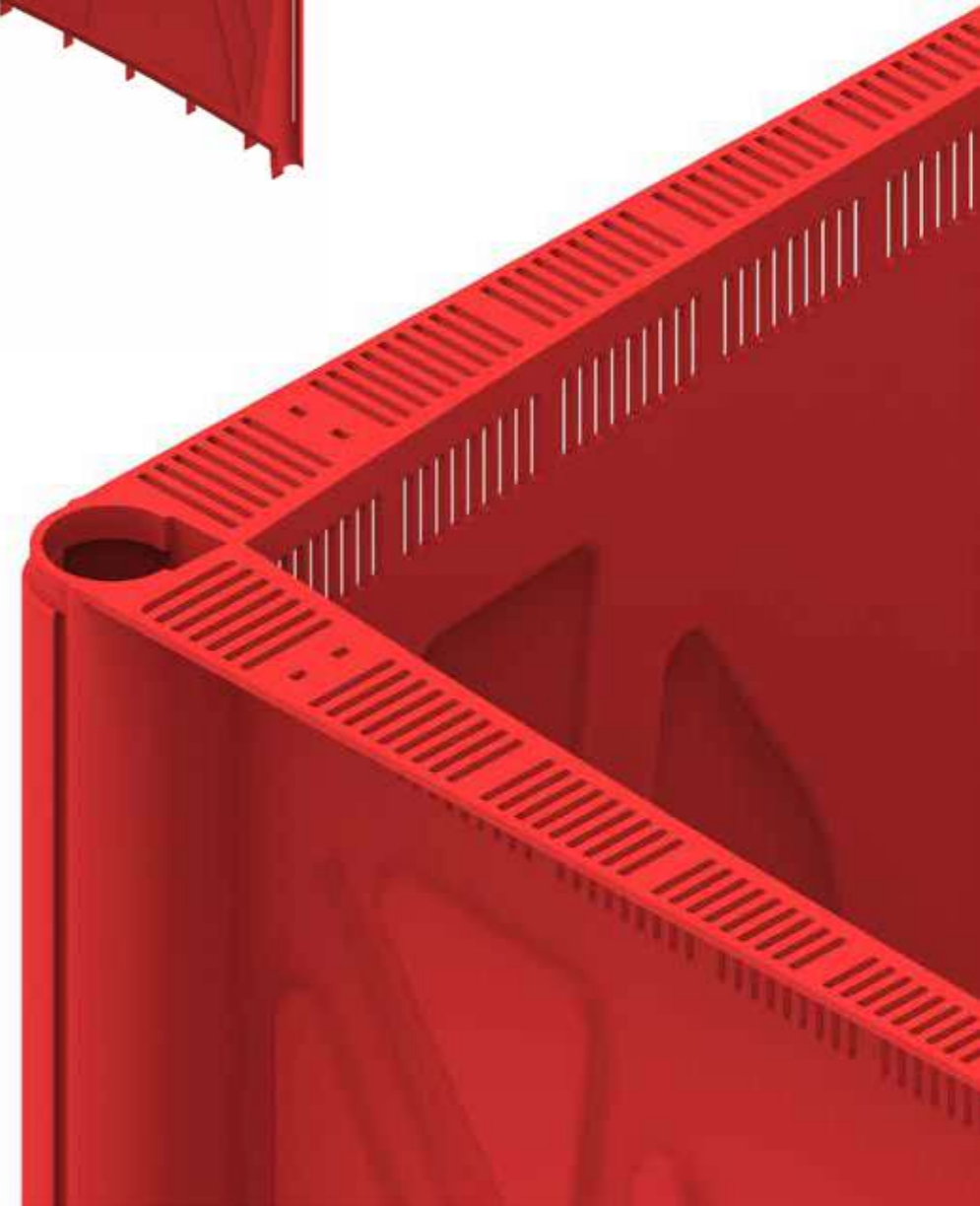


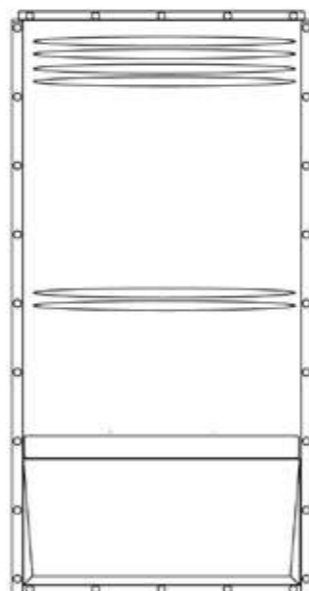
Fig. 84

**PARETE LATERALE
ATTUALE**

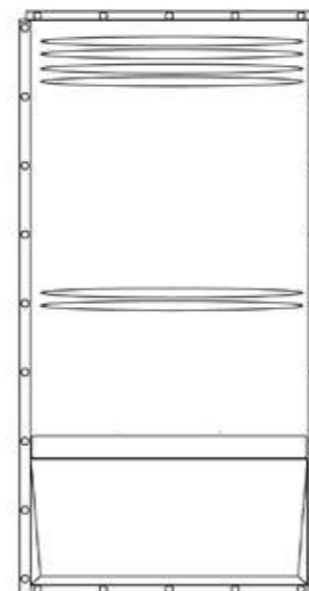
Materiale
HDPE

Lavorazione
STAMPAGGIO
AD INIEZIONE

Spessore
costante
4 mm

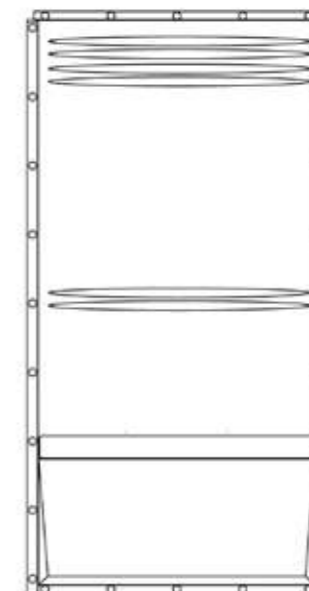


HDPE
9,7 kg



x3

HDPE impiegato per la
produzione di n.3
pareti attuali
29,1 kg



x30000

HDPE impiegato per la
produzione di n. 30.000
pareti attuali
291.000 Kg di HDPE

**IMPIEGO DI MATERIALE
PER LA PRODUZIONE DEL
COMPONENTE PARETE**

Confronto di sintesi degli scenari
per la produzione della parete laterale
attuale e parete laterale ridisegnata
in chiave bio-ispirata

**PRODUZIONE
PARETE SINGOLA**



x1

**PRODUZIONE PARETI PER
L'ASSEMBLAGGIO DI UN
BAGNO MOBILE**



x10000

**PRODUZIONE PARETI PER
L'ASSEMBLAGGIO DI 10.000
BAGNI MOBILI**

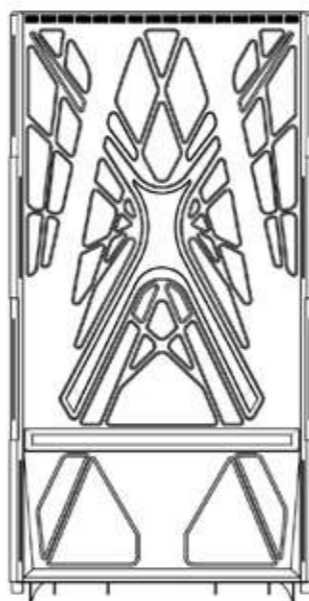
HDPE
6,537 kg

**PARETE LATERALE
BIO-ISPIRATA**

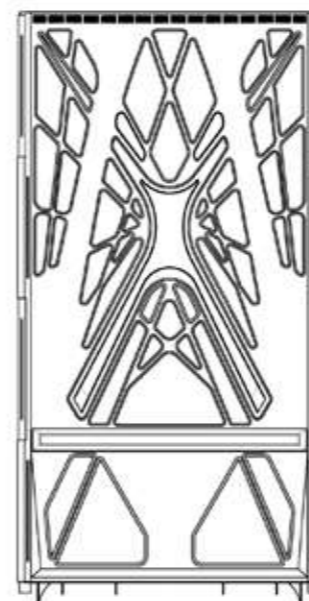
Materiale
HDPE

Lavorazione
STAMPAGGIO
AD INIEZIONE

Spessore
costante
2,6 mm

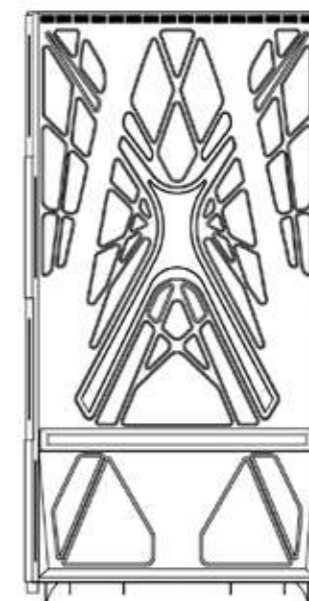


HDPE impiegato per la
produzione di n.3
pareti bio-ispirate
19,611 kg



x3

HDPE impiegato per la
produzione di n.30.000
pareti bio-ispirate
196.110 Kg di HDPE



x30000

-32%
di impiego di
materiale per
la produzione
della parete
laterale
bio-ispirata
rispetto alla
parete laterale
attuale

Fig. 85. Confronto di sintesi dell'impiego di materiale per la produzione della parete attuale e la produzione della parete biomimetica.

Capitolo 6

Analisi ambientale comparata: i benefici dell'approccio bio-ispirato

- 6.1 **Analisi LCA del corpo centrale del bagno mobile bio-ispirato**
- 6.2 **Analisi comparativa e interpretazione dei risultati**
- 6.3 **Ulteriori benefici di un approccio sistemico bio-ispirato allo sviluppo del componente**



6 Analisi ambientale comparata: i benefici dell'approccio bio-ispirato

Il presente capitolo si focalizza sulla valutazione del profilo ambientale dello sviluppo progettuale della parete in chiave bio-ispirata. Si descriverà dapprima l'analisi LCA semplificata effettuata sulla produzione e assemblaggio del corpo centrale del bagno mobile, e successivamente l'analisi comparativa tra il caso studio di partenza e relativo re-design biomimetico, al fine di individuare i vantaggi offerti dalla biomimesi nella riprogettazione del componente e delle connessioni reversibili bio-ispirate. L'interpretazione dei risultati ottenuti dallo studio e la loro sintesi saranno restituiti in termini quantitativi, come risultato della comparazione delle analisi a ciclo di vita effettuate, e in termini qualitativi, ovvero dai vantaggi non quantificabili nella presente ricerca ma che suggeriscono ricadute nelle fasi del ciclo di vita del bagno mobile non prese in considerazione nello studio LCA effettuato.

A seguire, la valutazione qualitativa di ulteriori benefici ipotizzati grazie agli sviluppi avvenuti nel campo della ricerca e applicazione di materiali biomimetici per i prodotti industriali.

6.1 Analisi LCA del corpo centrale del bagno mobile bio-ispirato

L'analisi degli impatti ambientali di tipo semplificata del corpo centrale del bagno mobile bio-ispirato prende in considerazione i processi delle fasi che definiscono il confine di sistema "dalla culla al cancello", cioè dall'estrazione delle materie prime alla distribuzione del prodotto finito.

Fig. 85. Pareti laterali a confronto: a sinistra vista frontale del componente attuale, a destra il componente ridisegnato in chiave bio-ispirata.

Anche nella presente analisi è stato utilizzato il software ECO-it PRè Consultants, software che lavora con gli Ecoindicatori, scegliendo di restituire i risultati secondo il metodo di valutazione IPCC 2007, che esprime la CO2 equivalente.

Come unità funzionale dell'analisi LCA si è assunto la produzione e l'assemblaggio degli elementi verticali che compongono il corpo centrale del bagno mobile, al fine di valutare in termini ambientali i vantaggi offerti dalla riprogettazione del sistema di connessione tra gli elementi che compongono la cabina del bagno mobile e del re-design di alleggerimento del componente parete.

Al fine di comparare gli esiti del calcolo degli impatti ambientali si è ritenuto necessario realizzare il calcolo anche della la produzione e l'assemblaggio del corpo centrale del bagno mobile attuale TopSan NoTouch 2.0.

La fase Life Cycle Inventory (LCI) è la fase dell'LCA nel quale si procede alla compilazione e quantificazione dei dati di input e output, comprende quindi la raccolta dati e il loro calcolo. Nel realizzare il modello analogico della realtà in grado di rappresentare nella maniera più fedele possibile tutti gli scambi tra il sistema e l'ambiente, sono stati inseriti i dati relativi ai flussi d'ingresso (input) della produzione e assemblaggio del corpo centrale sia del bagno mobile bio-ispinato che del bagno mobile attuale (Fig.67).

L'inventario relativo alla produzione e assemblaggio del corpo del bagno mobile bio-ispinato comprende:

- tre componenti denominati Parete, realizzato in polietilene ad alta densità tramite la tecnologia dello stampaggio ad iniezione. La produzione della singola parete impiega 6,537 kg di materiale e un consumo energetico pari a circa 2,288 kWh/kg;

- un componente denominato Imbotte, anch'esso realizzato in HDPE stampato ad iniezione. Il componente originario è stato integrato delle connessioni reversibili bio-ispinate, aggiungendo quindi dal peso iniziale la quantità di materiale relativa ai nuovi angolari, ottenendo così l'impiego di 7,171 kg di polietilene ad alta densità, con il corrispettivo consumo energetico per la produzione di circa 2,510 kWh/kg.

Analogamente, per la produzione e l'assemblaggio del corpo centrale del bagno mobile TopSan NoTouch 2.0 sono stati considerati i componenti sopracitati con i valori relativi all'impiego di materiale attuale, e aggiungendo i dati relativi al sistema di connessione non reversibile che prevede l'utilizzo di rivetti. Gli input quindi considerati per il calcolo ambientale dell'unità funzionale comprendono:

- tre componenti denominati Parete, prodotto in polietilene ad alta densità stampato ad iniezione, la cui produzione della singola parete impiega 9,7kg di materiale e un consumo energetico pari a circa 3,395 kWh/kg;

- un componente denominato Imbotte, avente le stesse caratteristiche di materiale e tecnologia di lavorazione del componente parete, il cui impiego di HDPE è pari a 7,01kg e consumo energetico per la produzione di circa 2,453 kWh/kg;

- Rivetti in alluminio per un totale di 73pz utilizzati per connettere i componenti della cabina del bagno mobile. Il singolo rivetto pesa circa 0,58 kg, e ai fini del calcolo è stata considerata la tornitura come lavorazione, e relativo consumo energetico di 1 kWh/kg. Nella fig. 68 è mostrata la schermata dei dati di input e output della produzione della parte centrale sia del bagno attuale che del bagno bio-ispinato, analizzati con il software Eco-it 1.4. Per ogni componente sono stati inseriti i dati relativi alla quantità di materiale e la tecnologia di lavorazione comprensiva del consumo energetico per la produzione del componente.

Il grafico elaborato rappresenta i valori di output dell'inventario, ossia degli impatti ambientali espressi in Kg di CO2 - eq derivanti dalla produzione dei componenti del corpo centrale del bagno mobile e dal consumo energetico dei processi di produzione di ogni componente.

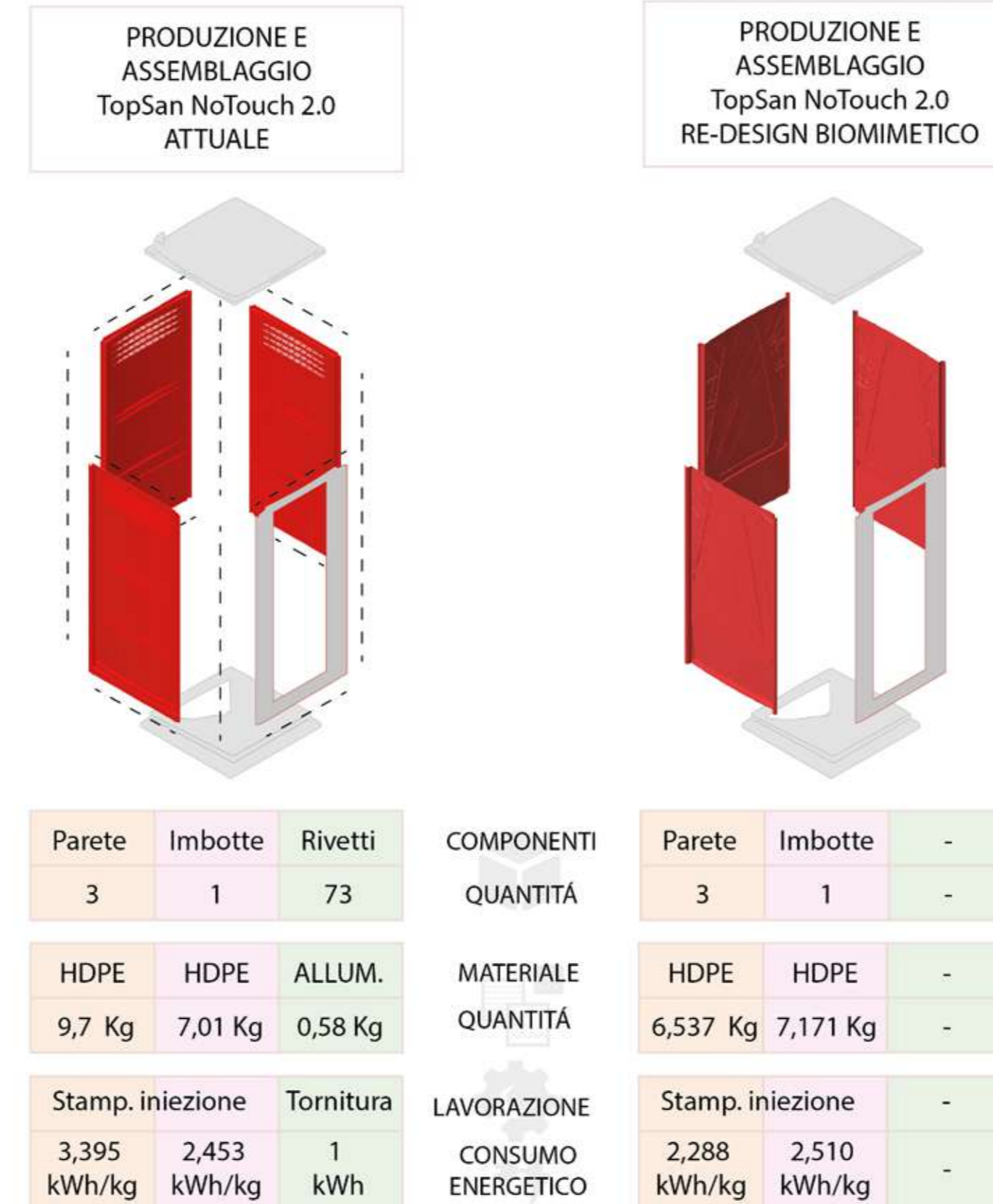
Fig. 86. Scheda di sintesi dell'analisi LCA del corpo centrale del bagno mobile bio-ispinato.

Scheda di sintesi dell'analisi LCA del corpo centrale del bagno mobile bio-ispinato

1 OBIETTIVO DELLO STUDIO:
Valutare quantitativamente i benefici ambientali offerti dalla riprogettazione biomimetica delle connessioni reversibili e della parete laterale rispetto alle attuali soluzioni presenti nel bagno mobile TopSan NoTouch 2.0

UNITÀ FUNZIONALE:
produzione e assemblaggio degli elementi verticali che compongono il corpo centrale del bagno mobile

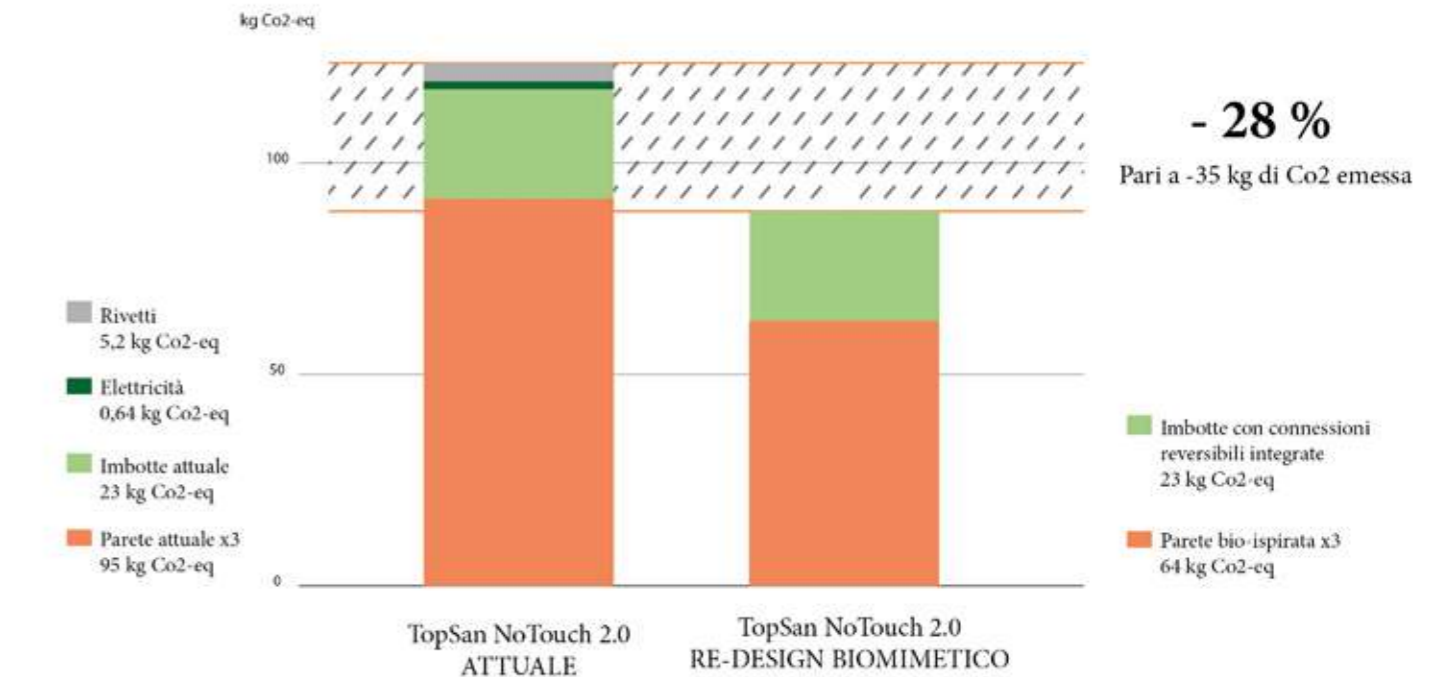
CONFINE DI SISTEMA:
Cradle to Gate, dalla culla al cancello



2 INVENTARIO

Software:	Bagno Attuale		
Eco-it PRè Consultants	Parete Laterale	1 p	124
Bancadati di riferimento: IPCC 2007	HDPE	3 p	95
	Injection moulding	9,7 kg	56
	Imbotte	1 p	23
	HDPE	7 kg	13
	Injection moulding	7 kg	9,4
	Rivetti	73 p	5,2
	Aluminium alloy, AlMg3	0,008 kg	73
	Turning, cast iron	0,008 kg	73
	Electricity, Italy	1 kWh	0,64
	Bagno Bio-ispinato		
	Parete Bio-ispinata	1 p	87
	HDPE	3 p	64
	Injection moulding	6,537 kg	38
	Imbotte conn. rev.	1 p	26
	HDPE	7,171 kg	23
	Injection moulding	7,171 kg	14
		1	9,6

3 ANALISI DEGLI IMPATTI AMBIENTALI EMISSIONI DI Co2-eq PER LA PRODUZIONE E ASSEMBLAGGIO DEL CORPO CENTRALE DEL BAGNO MOBILE



QUADRO DI SINTESI DEI VANTAGGI AMBIENTALI OTTENUTI

	MATERIALE	QUANTITÀ	CONS. ENERGET.	TOTALE
RIDUZIONE CONSUMO MATERIALI E ENERGIE	HDPE	-18 Kg Co2-eq	-13 Kg Co2-eq	-36,2 Kg Co2-eq
	ALLUMINIO	Nessun uso di alluminio - 3,5 Kg Co2-eq	- 1,7 Kg Co2-eq	

I valori rappresentati con il dato Kg CO₂-eq, esprimono il danno dell'effetto serra calcolato considerando, tra le sostanze emesse in aria, quelle che contribuiscono al potenziale riscaldamento globale del pianeta (GWP).

6.2 Analisi comparativa e interpretazione dei risultati

Come evidenziato nel grafico, le emissioni di Kg CO₂-eq relativi alla produzione e assemblaggio del corpo centrale del bagno mobile bio-ispinato è pari a 87 contro il 124 del bagno mobile attuale. In percentuale si parla di circa -28%, pari a -25 Kg di CO₂ emessa nell'ambiente.

Nell'analisi di dettaglio delle emissioni di CO₂ relative ai singoli componenti si evidenzia, tra la parete bio-ispinata e imbotte con connessioni reversibili integrate e corrispettivi componenti attuali, una riduzione nella produzione del 19%. Inoltre, il sistema di connessione reversibile tra i componenti del corpo centrale del bagno mobile ridisegnato rimuove dal calcolo le emissioni di CO₂-eq relativi ai rivetti utilizzati nell'assemblaggio attuale del bagno TopSan NoTouch 2.0 comprensivi del consumo energetico dato dall'uso di strumenti elettronici per applicarli.

Ulteriore importante riduzione è relativa al consumo energetico, pari a -30%, percentuale che emerge principalmente dal minor impiego di polietilene ad alta densità per la produzione con stampaggio ad iniezione della parete bio-ispinata: la parete attuale avente spessore costante di circa 4 mm impiega 9,7 Kg di polietilene ad alta densità. Il componente ridisegnato secondo criteri di eco-design incrementati dalle strategie astratte dal mondo naturale è caratterizzato da uno spessore costante di circa 2,6 mm, garantendo parità di prestazione di resistenza strutturale con l'elemento originario, avente una quantità di HDPE pari a 6,537 Kg di materiale impiegato. Dal confronto si evince che la quantità di materiale prevista per la realizzazione della parete bio-ispinata si è ridotta del 32% rispetto all'originale. Una percentuale che si riflette anche in termini di impatti ambientali, passando da 95 a 64 Kg di Co₂-eq per la produzione di n.3 componenti necessari per la realizzazione di un intero bagno mobile.

Una riduzione importante se si ipotizza la produzione da parte di Armal s.r.l. di 10.000 di bagni mobili all'anno solo per fornire l'azienda Sebach delle unità necessarie per il servizio noleggio. Infatti per la produzione di tale lotto devono essere prodotte 30.000 componenti pareti, che attualmente corrispondono a 291.000 Kg circa di materiale, mentre per lo stesso numero di produzione della parete bio-ispinata ne sono previsti circa 196.110 Kg di HDPE. Il risultato progettuale genera vantaggi non solo inerenti alla quantità di materiale da impiegare, che si traduce in riduzione di impatti ambientali, ma anche in termini di costi, traendo così benefici economici.

Ulteriori benefici non quantificabili, ma ipotizzabili, sono relativi alle fasi successive alla produzione: la fase di trasporto dei bagni mobili verso i concessionari Sebach potrebbe ottenere vantaggi ambientali grazie alla riduzione dell'impiego di materiale nella produzione della parete laterale, che diminuisce di circa 10 Kg il peso totale del bagno mobile, passando così dal trasporto di una unità avente peso 83 Kg ad una unità da 73,51 Kg.

Le fasi successive riguardano le attività del servizio noleggio, ovvero la manutenzione e la riparazione. Grazie alle connessioni reversibili non sono più previsti rivetti da applicare con attrezzatura specializzata, ottenendo vantaggi sia di tempo, in quanto l'operatore Sebach può velocizzare le attività senza dover usare strumenti, sia di costi, in quanto non sono più necessari rivetti nuovi per la sostituzione di componenti o per la customizzazione del bagno mobile nelle configurazioni a moduli box.

SINTESI DEI BENEFICI OTTENUTI DALL'APPROCCIO BIOMIMETICO ALLA RIPROGETTAZIONE DELLA PARETE LATERALE



Riduzione del materiale e risorse nella fase di produzione

- 30% HDPE rispetto alla produzione attuale della parete
- 30% di consumo energetico per la tecnologia di produzione
- Eliminazione di rivetti in alluminio per l'assemblaggio del corpo centrale del bagno mobile



Ottimizzazione delle fasi per l'assemblaggio del prodotto

- (73 rivetti vs 16 clip snapfit) con conseguente riduzione del tempo da impiegare e riduzione di energie per l'utilizzo di strumenti deputati all'assemblaggio



Ottimizzazione della fase di trasporto

- 10 Kg sul peso complessivo del prodotto (da 83kg a 73Kg)



Riduzione degli impatti ambientali

- 36% Kg Co₂-eq per la produzione e assemblaggio del corpo centrale del bagno mobile

6.3 Ulteriori benefici di un approccio sistemico bio-ispinato allo sviluppo del componente

La comparazione degli impatti ambientali si è focalizzata su aspetti quantificabili emersi dal calcolo LCA della parete e del sistema di connessione reversibile riprogettati con l'approccio biomimetico. Ulteriori benefici allo sviluppo e produzione del nuovo componente possono essere ipotizzati nell'eventuale applicazione di materiali bio-ispinati attualmente in commercio.

Ad esempio, la resina trasparente Scratch Shield, sviluppata dalla Nissan in collaborazione con L'University of Tokio e la Advanced Softmaterials Inc, sarebbe in grado di riparare l'80% dei graffi superficiali. Il bagno mobile è un prodotto facilmente sottoposto a danneggiamento, come ad esempio gli atti vandalici, e a costante movimentazione dello stesso, che possono generare urti o usura in alcune sue parti. Senza dimenticare che il bagno mobile è un prodotto che viene collocato in ambienti esterni, quali ad esempio cantieri, eventi o in prossimità di spiagge libere, che possono nel tempo deteriorare le qualità superficiali del prodotto. L'applicazione quindi di resine con capacità autoriparante garantirebbe un'estensione della durata della qualità superficiale dei componenti del bagno mobile maggiormente soggetti ad usura, eliminando l'uso di agenti chimici per il ripristino.

I trattamenti superficiali ad "effetto loto" invece potrebbero garantire maggiore sicurezza igienica e facilità di pulizia. L'esempio naturale più famoso di autopulizia si riscontra sulla foglia del fiore di loto. I ricercatori hanno attribuito questa caratteristica alle nanostrutture altamente idrorepellenti note con il nome di micropilastri. La resistenza all'acqua e l'autopulizia rappresentano caratteristiche ideali per le plastiche, tanto da spingere gli scienziati a studiare metodi di produzione artificiale di nanostrutture in grado di attivare queste proprietà o rivestimenti e trattamenti superficiali in grado di riprodurre le capacità della foglia di Loto. Tra questi ultimi troviamo in commercio Nano Coating for Plastic dell'azienda Nano Clean Solutions^[79], rivestimento idrofobico trasparente che rende la superficie trattata idrorepellente, proteggendola così da polvere, insetti, sporco e dai raggi UV. Applicando un simile rivestimento l'uso di detersivi si riduce del 90% in quanto protegge da batteri, muffe e funghi.

[79] <http://www.nanocleansolutions.com/>

Fig. 87. Scheda di sintesi dei benefici ottenuti dall'approccio biomimetico alla riprogettazione della parete laterale.

Capitolo 7

Conclusioni

- 7.1 **Incrementare la sostenibilità ambientale dei prodotti attraverso criteri biomimetici: quadro di sintesi della metodologia e risultati ottenuti**
- 7.2 **Ulteriori sviluppi della ricerca**

7 Conclusioni

7.1 Incrementare la sostenibilità ambientale dei prodotti attraverso criteri biomimetici: quadro di sintesi della metodologia e risultati ottenuti

Il processo di ricerca appena descritto mira a rispondere ad una domanda importante che la letteratura scientifica ha iniziato, implicitamente ed esplicitamente, a sollevare, ovvero se effettivamente l'approccio biomimetico può trasferire automaticamente soluzioni maggiormente sostenibili nella progettazione di prodotti industriali. Trattandosi di progettazione industriale e del design per la sostenibilità ambientale, la domanda nella presente ricerca è stata formulata in modo più specifico, ovvero quanti benefici offre in più l'approccio biomimetico rispetto alle consolidate linee guida e strategie dell'eco-design. L'eco-design, approccio alla progettazione che si è definita nel corso degli anni con metodi e strumenti sempre più specializzati, unita alla metodologia di valutazione standardizzata del Life Cycle Assessment per l'analisi degli impatti ambientali a ciclo di vita del prodotto ha permesso ai designer di riprogettare i prodotti rendendoli maggiormente sostenibili.

In egual modo, nella presente ricerca di dottorato si è voluto intraprendere un percorso di riprogettazione di prodotti già pensati e realizzati secondo le strategie dell'eco-design, al fine di riprogettarli in chiave bio-ispirata e di valutare quantitativamente il contributo offerto in più dalla biomimesi, analizzando i benefici ottenuti attraverso le analisi comparative tra il prodotto caso studio preso in considerazione e relativo re-design bio-ispirato.

Uno sviluppo progettuale che doveva soddisfare requisiti necessari al fine di realizzare una valutazione quantitativa veritiera degli impatti ambientali dei componenti ridisegnati: l'alto grado di fattibilità produttiva coerente con la realtà aziendale di riferimento del caso studio, i requisiti tecnico-normativi del prodotto, nonché una coerenza progettuale degli aspetti formali e funzionali e qualità prestazionali da mantenere nel nuovo prodotto. Tali requisiti si affiancano alla conduzione dell'intero processo di ricerca in autonomia, con dati oggettivi e gestibili soprattutto nella fase di

valutazione e comparazione degli impatti ambientali tra i due prodotti. Il processo di riprogettazione in chiave bio-ispirata delle parti del prodotto ritenute prioritarie e la successiva valutazione ambientale, realizzata seguendo il metodo standardizzato del Life Cycle Assessment, hanno permesso l'analisi comparativa tra il risultato dello sviluppo progettuale condotto e il prodotto bagno mobile TopSan NoTouch 2.0 originario.

I risultati di tale analisi comparativa hanno consentito quindi di rispondere alla domanda di ricerca, raggiungendo così l'obiettivo di quantificare i benefici che l'approccio biomimetico può offrire nella progettazione di prodotti industriali.

La parete attuale, oggetto di intervento progettuale per l'obiettivo di *minimizzare l'impiego di materiale*, è caratterizzata da uno spessore costante di circa 4 mm impiega 9,7 Kg di polietilene ad alta densità. Il componente ridisegnato secondo criteri di eco-design incrementati dalle strategie astratte dal mondo naturale è caratterizzato da uno spessore costante di circa 2,6 mm, garantendo parità di prestazione di resistenza strutturale con l'elemento originario, avente una quantità di HDPE impiegato pari a 6,537 Kg. Dal confronto si evince che la quantità di materiale prevista per la realizzazione della parete bio-ispirata si è ridotta del 32% rispetto all'originale. Una percentuale che si riflette anche in termini di impatti ambientali. Una riduzione importante se si ipotizza la produzione da parte di Armal s.r.l. di 10.000 bagni mobili all'anno solo per fornire l'azienda Sebach delle unità necessarie per il servizio noleggio. Infatti per la produzione di tale lotto devono essere prodotte 30.000 componenti pareti, che attualmente corrispondono a 291.000 Kg circa di materiale, mentre per lo stesso numero di produzione della parete bio-ispirata ne sono previsti circa 196.110 Kg di HDPE. Una sostanziale riduzione che genera vantaggi non solo inerenti alla quantità di materiale da impiegare, che si traduce in riduzione di impatti ambientali, ma anche in termini di costi, traendo così benefici economici.

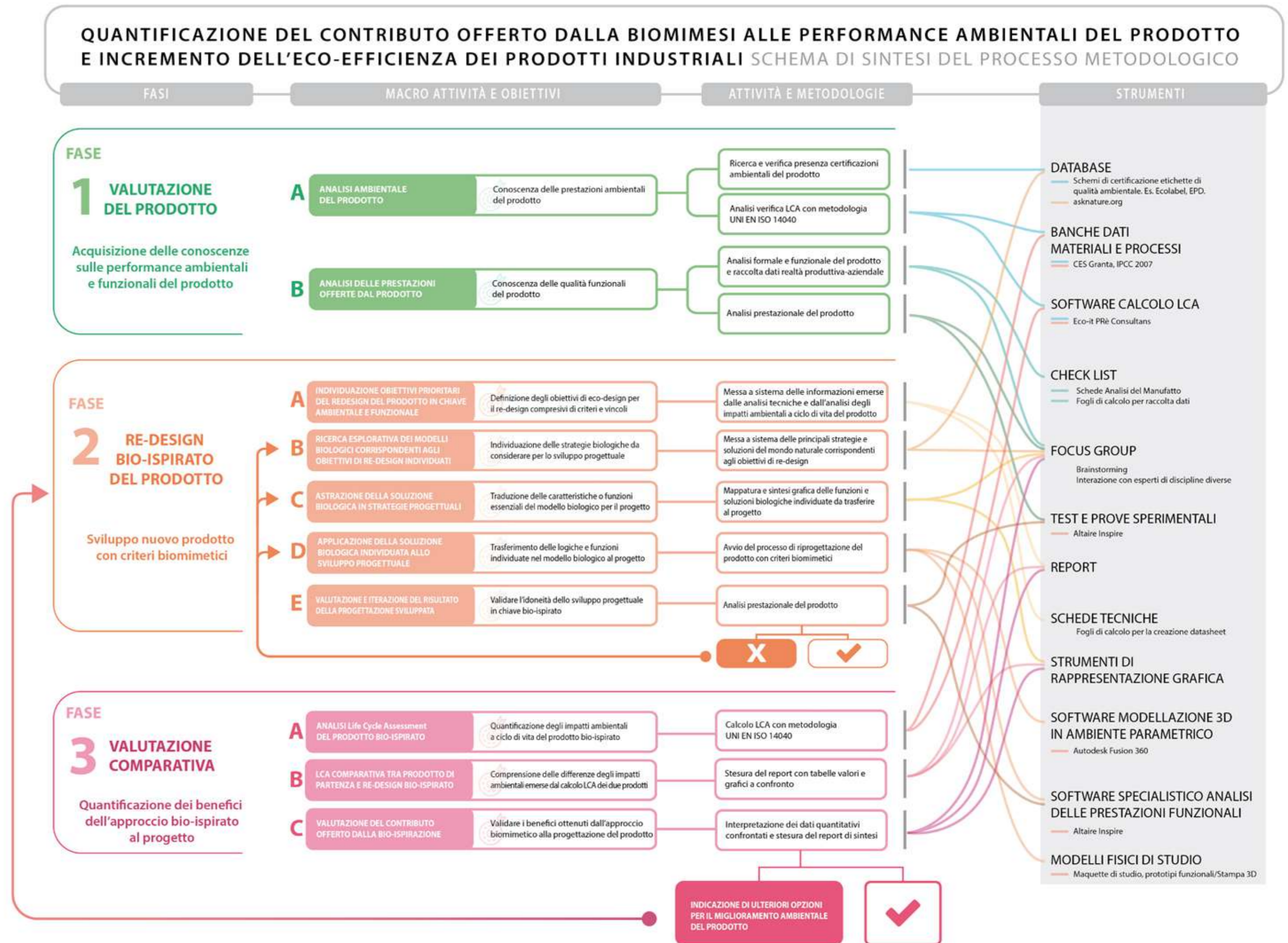
Ulteriori benefici ambientali sono riscontrabili dall'esito progettuale dato dall'obiettivo di re-design di rendere reversibili le connessioni del corpo centrale del bagno mobile.

Grazie all'applicazione dei principi biologici è stato possibile rendere le superfici di connessione tra gli elementi facilmente assemblabili e disassemblabili, eliminando così dal ciclo di vita gli impatti generati dall'uso di n.73 di rivetti. Anche in questo caso i benefici ottenuti dalla riprogettazione bio-ispirata hanno ricadute positive relative, ad esempio, alla riduzione del tempo da impiegare nelle fasi di assemblaggio e riconfigurazione del bagno mobile da parte degli operatori Sebach.

Dai risultati si evince quindi che la biomimesi può effettivamente contribuire alla generazione di prodotti maggiormente sostenibili: il rapporto tra la biomimesi e l'eco-design risulta essere una sinergia promettente per lo sviluppo di una nuova generazione di prodotti, favorendo il cambiamento di prospettiva verso l'obiettivo della progettazione sostenibile, passando dalla riduzione della sostenibilità al raggiungimento della sostenibilità.

Un secondo risultato ottenuto riguarda l'aspetto metodologico del processo affrontato nella presente ricerca di dottorato. Per ogni fase del processo è stato necessario adottare metodologie e strumenti specifici. Si pensi ad esempio le fasi di valutazione ambientale quantificata con metodologia e strumenti LCA, o le fasi caratterizzanti l'approccio biomimetico al progetto con l'interazione con esperti di biologia e consultazione dei database specifici, o gli strumenti operativi per lo sviluppo progettuale bio-ispirato, che ha visto l'utilizzo di software di ultima

Fig. 88. Schema di sintesi del processo metodologico per la quantificazione del contributo offerto dalla biomimesi alle performance ambientali del prodotto e incremento dell'eco-efficienza dei prodotti industriali.



generazione e confronti continui con ricercatori della disciplina dell'ingegneria strutturale. L'aspetto della interdisciplinarietà risulta essere quindi di fondamentale importanza per lo sviluppo di progetti di ricerca di questa natura.

Tali aspetti sono riscontrabili nel quadro di sintesi della metodologia nella fig. 72: razionalizzando il percorso affrontato, il processo metodologico volto alla quantificazione del contributo offerto dalla biomimesi alle performance ambientali e incremento dell'eco-efficienza dei prodotti industriali prevede tre fasi salienti: la prima di carattere analitico, si concentra sulla valutazione del prodotto al fine di acquisire le conoscenze sulle performance ambientali e funzionali del caso studio attraverso le analisi ambientali e analisi prestazionali; la seconda fase è relativa al re-design bio-ispirato del prodotto seguendo la metodologia dell'approccio biomimetico denominato Topdown che a sua volta è caratterizzata da fasi consequenziali, dalla definizione degli obiettivi di re-design, alla ricerca di modelli biologici corrispondenti, all'applicazione degli stessi nello sviluppo progettuale; infine, la terza fase si focalizza sulla valutazione comparativa tra i due prodotti attraverso il confronto dei risultati delle analisi LCA che indurrà alla valutazione del contributo offerto dalla biomimesi al progetto. Un ulteriore passaggio prevede l'indicazione di ulteriori opzioni di miglioramento ambientale del prodotto, che se perseguiti, rimanderà alla fase due per lo sviluppo progettuale degli stessi.

Asserendo quindi che i vantaggi offerti dalla biomimesi nella progettazione di prodotti industriali possono essere quantificati, il quadro di sintesi della metodologia potrebbe essere una linea guida di base per i progetti di ricerca che si interessano alla tematica, implementabile a seconda dei casi specifici.

Infine, l'acquisizione di conoscenze specifiche lungo tutto il percorso di ricerca induce ad avanzare riflessioni circa il ruolo del designer, soprattutto in tematiche di ricerca come quella affrontata nella presente tesi, in cui si assume ruoli diversi dal passato. Un ruolo in cui l'integrazione delle conoscenze dei differenti approcci, metodologie e strumenti operativi risulta di fondamentale importanza per permettere al designer di possedere una posizione centrale nella conduzione del processo di ricerca.

7.2 Ulteriori sviluppi della ricerca

La valutazione dei benefici offerti dall'approccio biomimetico è stata effettuata sul componente parete e sul sistema di connessioni delle parti che configurano la cabina bagno mobile. La parete bio-ispirata, risultato emerso dallo sviluppo progettuale, soddisfaceva le prestazioni di resistenza strutturale del componente, ma può essere maggiormente affinato.

Ulteriori sviluppi della ricerca ipotizzabili riguardano l'estensione del processo di re-design verso gli altri componenti individuati del bagno mobile, per duplici motivi: da una parte per ottenere una coerenza formale tra le soluzioni già applicate e i componenti complementari alla parete, dall'altra per ottenere una valutazione e comparazione degli impatti ambientali più ampia al fine di ottenere un quadro maggiormente articolato del contributo offerto dall'approccio biomimetico.

Inoltre, sarebbe auspicabile, per un ulteriore affinamento del redesign biomimetico del prodotto, un confronto con alcuni altri esperti di biomimesi per valutare possibili alternative di soluzioni bioispirate provenienti da organismi biologici differenti da quelli presi in considerazione in questa ricerca dottorale.

GLOSSARIO

A

ACIDIFICAZIONE: Fenomeno per il quale le precipitazioni hanno un pH inferiore alla norma, può provocare danni alle foreste e alle colture vegetali, così come agli ecosistemi acquatici e alle costruzioni. È dovuto principalmente alle emissioni di SO₂ prodotte, NO_x e NH₃, che sono compresi nell'indicatore Acidification Potential (AP) espresso in kg di SO₂.

ANTROPOCENE: termine proposto da Crutzen per definire la nostra epoca, nella quale l'uomo è diventato uno dei maggiori agenti di cambiamento della biosfera. Cfr Crutzen P. J., «Geology of Mankind. The Anthropocene»

B

BIOCOERENZA: impiego di materiali e forme di energia che siano più compatibili con la natura, cioè che sfruttino il metabolismo naturale della biosfera senza alterarne gli equilibri.

BIODIVERSITÀ: La diversità biologica o biodiversità in ecologia è la varietà di organismi viventi, nelle loro diverse forme, e nei rispettivi ecosistemi. Essa comprende l'intera variabilità biologica: di geni, specie, nicchie ecologiche ed ecosistemi. Le risorse genetiche sono considerate la componente determinante della biodiversità all'interno di una singola specie.

BIOMIMESI: disciplina scientifica che studia e imita i processi biologici e biomeccanici della natura e degli esseri viventi come fonte di ispirazione per il miglioramento delle attività e tecnologie umane. La natura viene vista come Modello, Misura e Mentore per la progettazione degli oggetti e dei manufatti tecnici. Il nome di questo campo di studi deriva dall'antico greco: βίος, vita, e μίμησις, imitazione.

BIONICA: scienza che studia le funzioni sensorie e motorie degli organismi viventi, al fine di individuare soluzioni sofisticate per problemi tecnici e di riprodurle o potenziarle con dispositivi elettronici o di altro tipo.

BIOTRIZ: metodologia per astrarre, dai sistemi naturali, le informazioni necessarie alla progettazione e dare ai progettisti uno strumento che permetta l'applicabilità, di questa conoscenza, nella progettazione ingegneristica, senza richiedere ai progettisti di possedere una vasta conoscenza dei sistemi biologici. Infatti questo tipo di approccio non si basa sull'analisi puntuale del sistema ma, sull'individuazione di leggi universali dell'evoluzione da utilizzare per guidare lo sviluppo di un generico nuovo prodotto.

BIOSFERA: definita in biologia come l'insieme delle zone della Terra in cui le condizioni ambientali permettono lo sviluppo della vita. La biosfera non deve essere confusa con l'ecosfera, che si definisce in ecologia come l'insieme delle zone della Terra in cui le condizioni ambientali permettono la formazione e lo sviluppo degli ecosistemi.

C

CICLO DI VITA: insieme di tutte le fasi consecutive e interconnesse associate ad un prodotto, a partire dall'acquisizione delle materie prime o dalla generazione delle risorse naturali, fino allo smaltimento finale.

CONFINE DEL SISTEMA: nell'ambito di un'analisi LCA, definisce le unità di processo da includere nel modello di analisi, costituendo l'interfaccia fra un sistema di prodotto e l'ambiente o un altro sistema di prodotto.

CULTURA RIGENERATIVA: una cultura rigenerativa è necessaria per lo sviluppo di una economia rigenerativa. Essa è una cultura che facilita la transizione della comprensione di sé da parte dell'essere umano, che evolve da ego-centrica a socio-centrica, a specie-centrica, a bio-centrica a cosmo-centrica. Essa è una cultura in grado di continuo apprendimento per far fronte alla complessità e al cambiamento costanti.

D

DALLA CULLA AL CANCELLO (From cradle to gate): si intende un'analisi LCA di un prodotto dalla fase di estrazione delle materie prime all'uscita dallo stabilimento.

DALLA CULLA ALLA CULLA (From cradle to cradle): terminologia che indica una circolarità dei flussi di materiali da un sistema produttivo ad un altro (l'output di un sistema diventa l'input di un'altro) eliminando in questo modo il concetto di scarto e gettando le basi per l'economia circolare.

DALLA CULLA ALLA TOMBA (From cradle to grave): si intende un'analisi LCA che comprende all'interno dei confini di sistema tutte le unità di processo dall'estrazione delle materie prime necessarie al processo produttivo allo smaltimento del prodotto a fine vita.

DATABASE: archivio di dati strutturato in modo da razionalizzare la gestione e l'aggiornamento delle informazioni e da permettere lo svolgimento di ricerche complesse.

DESIGN RIGENERATIVO: approccio progettuale in grado di creare una cultura rigenerativa, consapevole della propria partecipazione al sistema della vita e capace di apprendere e trasformarsi in risposta ai mutamenti continui.

DESIGN SISTEMICO: approccio progettuale che si focalizza sugli output di produzione per innescare nuovi processi produttivi in un sistema che tende alle emissioni zero, grazie a una visione culturale e scientifica dello scarto come nuova risorsa.

E

ECOCOMPATIBILE: Un prodotto o un processo produttivo che non ha un impatto negativo sull'ambiente o sull'ecosistema circostante.

ECO-EFFICIENZA: nozione presentata dal BCSO (Business Council for Sustainable Development) alla conferenza mondiale di Rio sull'ambiente e lo sviluppo nel 1992. Essa consiste nell'offerta di beni e servizi ad un prezzo competitivo, che soddisfi i bisogni umani e assicurino la qualità della vita, riducendo nello stesso tempo gli impatti ecologici e l'intensità di risorse lungo tutto il ciclo di vita ad un livello almeno in linea con la capacità di carico/assorbimento stimata della terra.

ECOSISTEMA: unità funzionale fondamentale in ecologia: è l'insieme degli organismi viventi e delle sostanze non viventi con le quali i primi stabiliscono uno scambio di materiali e di energia, in un'area delimitata.

ENERGIE RINNOVABILI: L'energia rinnovabile è l'energia che viene raccolta da risorse rinnovabili, che sono naturalmente reintegrate in una scala temporale umana, come la luce solare, il vento, la pioggia, le maree, le onde ed il calore geotermico. Passare a un'economia significa cambiare le basi dell'approvvigionamento di risorse naturali.

EPD – Environmental Performance Declaration: etichettatura ambientale di prodotto di tipo III (secondo la norma UNI ISO 14025:2006) permette di comunicare informazioni oggettive, confrontabili e credibili relative alla prestazione ambientale di prodotti e servizi valutate secondo la metodologia di analisi LCA.

EUTROFIZZAZIONE: eccessivo accrescimento di piante acquatiche, per effetto della presenza nell'ecosistema acquatico di dosi troppo elevate di sostanza nutritive come azoto o fosforo o zolfo provenienti da fonti naturali o antropiche, e il conseguente degrado dell'ambiente divenuto asfittico. L'indicatore EP (Eutrophication Potential) si esprime come kg PO₄₃-.

G

GAS SERRA: sono chiamati gas serra quei gas presenti nell'atmosfera, che sono trasparenti alla radiazione solare in entrata sulla Terra, ma riescono a trattenere, in maniera consistente, la radiazione infrarossa emessa dalla superficie terrestre, dall'atmosfera e dalle nuvole. Tali proprietà sono note da un'analisi spettroscopica in laboratorio. I gas serra possono essere di origine sia naturale che antropica, e assorbono ed emettono a specifiche lunghezze d'onda nello spettro della radiazione infrarossa. Questa loro proprietà causa il fenomeno noto come effetto serra.

L

LCA Life Cycle Assessment: Metodo oggettivo di valutazione e quantificazione dei carichi energetici ed ambientali e degli impatti potenziali associati ad un prodotto/servizio lungo l'intero ciclo di vita, regolamentato a livello internazionale dalle norme ISO 14040. A seconda dei confini del sistema oggetto di studio si parla di analisi "from cradle to gate" oppure "from cradle to grave", ecc.

M

MODULE | Downstream Module/Core Module/Upstream Module: nell'ambito di una valutazione LCA per la definizione di un ecoprofilo di prodotto, è possibile suddividere i confini del sistema del ciclo vita in tre macromoduli:

- Upstream module ovvero il modulo che contiene i processi a “monte” rispetto alla manifattura del prodotto oggetto di analisi;
- Core module ovvero il modulo che contiene i processi dell'azienda, ovvero la produzione vera e propria del prodotto e che avvengono all'interno dei confini aziendali;
- Downstream module ovvero il modulo che contiene i processi a valle cioè gli scenari del prodotto dal momento in cui esso lascia il cancello dell'azienda e finisce la sua “vita” come la distribuzione, l'uso e il fine vita

N

NANOTECNOLOGIA: insieme delle conoscenze e delle tecniche relative alle nanostrutture, agglomerati molecolari artificialmente creati con gli scopi più diversi: per es. cura di malattie, costruzione di materiali innovativi, miglioramento dei processi produttivi. Tali oggetti si caratterizzano per le dimensioni che sono dell'ordine del milionesimo di metro.

NANOSTRUTTURA: Sistema costituito da un numero di atomi o molecole che va da qualche unità a qualche migliaia e le cui dimensioni sono dell'ordine del nanometro. Lo studio delle nanostrutture appartiene a una classe di ricerca interdisciplinare che va sotto il nome di nanoscienze e il cui campo di applicazione è rappresentato dalle nanotecnologie.

NUTRIENTI: sia nell'approccio cradle to cradle che nel design sistemico, gli output di una produzione sono visti non come scarti ma come nutrienti, ovvero nuovi input di altre produzioni, come accade nel modello naturale.

O

OUTPUT-INPUT: ciò che viene prodotto come scarto da un sistema produttivo (output), diventa nuova risorsa in un'altro (input), su questo presupposto si basa il design sistemico e la costruzione delle relazioni tra i diversi attori del sistema.

P

POTENZIALE DI RISCALDAMENTO GLOBALE: indicatore (Global Warming Potential) che comprende le emissioni di anidride carbonica, principale gas serra, oltre ad altri gas con minore grado di assorbimento dei raggi infrarossi, quali il metano (CH₄), protossido di azoto (N₂O), clorofluorocarburi (CFC). L'indicatore viene espresso in funzione del grado di assorbimento della CO₂ (g CO₂).

PROTOTIPAZIONE RAPIDA: La prototipazione rapida è un insieme di tecniche industriali volte alla realizzazione fisica del prototipo, in tempi relativamente brevi, a partire da una definizione matematica tridimensionale dell'oggetto (CAD).

Q

QUALITÀ ECOLOGICA: Ecolabel UE è il marchio di qualità ecologica dell'Unione Europea (Ecolabel UE) che contraddistingue prodotti e servizi che pur garantendo elevati standard prestazionali sono caratterizzati da un ridotto impatto ambientale durante l'intero ciclo di vita.

R

RISCALDAMENTO GLOBALE: l'espressione riscaldamento globale indica il mutamento del clima terrestre sviluppatosi nel corso del XX secolo e tuttora in corso. Tale mutamento è attribuito in larga misura alle emissioni nell'atmosfera terrestre di crescenti quantità di gas serra.

RISORSE LIMITATE: Ogni ascesa economica oggi deve fare i conti non solo con maggiori danni ambientali ma anche con risorse limitate. In questo dilemma si delinea quindi un bivio per lo sviluppo. O il benessere economico resta riservato a una minoranza sulla Terra, perché il modello di prosperità dominante non è in grado di produrre di più, oppure si affermano stili di vita «leggeri», capaci di offrire sufficiente benessere a tutta la popolazione del pianeta.

S

SISTEMA APERTO: Sistema produttivo basato sulle relazioni che si vengono a creare dal riutilizzo degli output, in grado di stimolare una ricaduta economica positiva e di attivare processi produttivi che mirano all'azzeramento dei rifiuti.

SISTEMA LINEARE: Sistema produttivo che non ha attenzione né verso la scelta di input rinnovabili, né verso gli output, che diventano in questo modo contaminanti, contaminati e inutilizzabili.

SOFTWARE: È l'insieme delle componenti modificabili di un sistema elettronico, in contrapposizione all'hardware, cioè la parte fisica dello stesso sistema; in informatica si intendono le istruzioni memorizzate su uno o più supporti informatici e che possono essere rappresentate da uno o più programmi, o più impropriamente al semplice dato o informazione.

BIBLIOGRAFIA

Antony, F., Griebshammer, R., Speck, T., Speck, O. *The cleaner, the greener? Product sustainability assessment of the biomimetic façade paint Lotusan® in comparison to the conventional façade paint Jumbosil®*. Beilstein Journal of Nanotechnology. 2016. 7. 2100-2115. 10.3762/bjnano.7.200.

Baldo G.L., Marino M., Rossi S. *Analisi del ciclo di vita LCA*, Edizioni Ambiente, Milano, 2008.

Bar-Cohen Y., *Biomimetics. Nature-based innovation*, CRC Press, Boca Raton, 2012.

Benyus J.M., *Biomimicry: innovation inspired by nature*, Perennial, New York, 1997.

Biomimicry 3.8 Institute. *Biomimicry taxonomy*, 2013. http://static.biomimicry.org/asknature/biomimicry_taxonomy-v6.0.pdf

Bonsiepe G., *Panorama del disegno industriale*, in “Op. cit.”, n. 21, Elekta Napoli, 1971.

Bonsiepe G., *Teoria e prarica del disegno industriale. Elementi per una manualistica critica*, Feltrinelli Editore, Milano 1993, prima edizione 1975.

Bologna G., *Sostenibilità vuol dire anche resilienza*, articolo disponibile sul sito www.greenreport.it

Boncinelli E., *Prima lezione di biologia*, Editori Laterza, Bari, 2001.

Bruni R., *Erba volant. Imparare l’innovazione dalle piante*, Codice edizioni, Torino, 2015.

Burall P., *Green Design*, Design Council, London, 1991.

Ceschin F., & Gaziulusoy I., *Evolution of design for sustainability: From product design to design for system innovations and transitions*. Design Studies, 47, 118–163, 2016.

Chiapponi M., *Ambiente: gestione e strategia. Un contributo alla teoria della progettazione ambientale*, Feltrinelli, Milano, 1989.

Cohen Y.H., Reich Y., *Biomimetic Design Method for Innovation and Sustainability*, Springer International Publishing Svizzera 2016, DOI 10.1007/978-3-319-33997-9_1

Cremaldi, J. C.; Bhushan, B. *Bioinspired self-healing materials: lessons from nature*. Beilstein J. Nanotechnol. 2018, 9, 907–935. doi:10.3762/bjnano.9.85

Cseke A., Haines-Gadd M., Mativenga P., Charnley F., Thomas B., Downs R., Perry J. *Life cycle assessment of self-healing products*. CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology, Volume 37, 2022

Fayemi P.E., Wanieck K., Zollfrank C., Maranzana N., Aoussat A.. *Biomimetics: process, tools and practice*. Bioinspired Biomimetics. 2017.

Fermanian Business & Economic Institute. *Bioinspiration: An Economic Progress Report*. San Diego Zoo Global. 2013. http://www.pointloma.edu/sites/default/files/filemanager/Fermanian_Business__Economic_Institute/Economic_Reports/BioReport13.FINAL.sm.pdf

Fiorentino C., Hunt K., *Biomimicry: una epistemología en construcción*, in “Cuadernos del Centro de Estudios de Diseño y Comunicación” 2021.

Gleich A., Pade C., Petschow U., Pissarskoi E., *Potentials and Trends in Biomimetics*, Springer, 2009.

Hashemi Farzaneh H., Lindemann U., *A practical guide to bio-inspired Design*, Springer, 2019.

Hawken P., Lovins A. e Lovins L.H., *Natural Capitalism. Creating the Next Industrial Revolution*, 1999 (trad. Capitalismo Naturale. La prossima rivoluzione industriale, Edizioni Ambiente, Milano, 2001).

Helfman Cohen Y., Reich Y., Greenberg S., *Biomimetics: structure–function patterns approach*. Journal of Mechanical Design. 2014, 136(11): 111108.

Helmrich, C., Chester, M.V., Hayes, S., Markolf, S.A., Desha, C., Grimm, N.B., *Using Biomimicry to Support Resilient Infrastructure Design*. Earth’s Future 2020, 8, 1–18.

Kennedy E. , Fechey-Lippens D. , Hsiung B.-K. , Niewiarowski P. e Kolodziej M. . *Biomimicry: A Path to Sustainable Innovation*. Design Issues. 31. 66-73. 10.1162/DESI_a_00339. 2015.

Kennedy E. B., Marting T. A., *Biomimicry: Streamlining the Front End of Innovation for Environmentally Sustainable Products*, Research-Technology Management, 2016. 59:4, 40-48, DOI: 10.1080/08956308.2016.1185342

Langella C., *Hybrid Design. Progettare tra tecnologia e natura*, FrancoAngeli, Milano, 2007.

Langella C., *L’evoluzione del progetto bio-ispirato*, in “Scienza & Filosofia”, 2011.

Langella C., *Design e scienza*. Collana scientifica Design Experience. Trento/ Balrcellona: ListLab. 2019.

MacKinnon, R.B.; Oomen, J.; Pedersen Zari, M., *Promises and Presuppositions of Biomimicry*. In Biomimetics, 2020. <https://doi.org/10.3390/biomimetics5030033>

Manzini E., Vezzoli C., *Design per la sostenibilità ambientale*, Zanichelli, Bologna, 2007.

Maldonado T., *Diagnosi del disegno*, in Avanguardia e razionalità, Einaudi, Torino, 1967.

Maldonado T., *La speranza progettuale*. Ambiente e società, Einaudi Torino, 1970.

Mascitti J. *Bio-inspired design. Le prospettive di un design per la sostenibilità ambientale guidato dalla natura*. Altralinea Edizioni, Firenze, 2018.

McDonough W., Braungart M., *Cradle to Cradle. Remaking the way we make things*. 2002 (trad. Dalla culla alla culla, Blu Edizioni, Torino, 2003).

Mead, T., Jeanrenaud, S., *The elephant in the room: biomimetics and sustainability?*. Bioinspired, Biomimetic and Nanobiomaterials, vol. 6, no. 2, pp. 113–121, Jun. 2017, doi: 10.1680/jbibr.16.00012

Meadows D.H., Meadows D.L., Randers J., Behrens III W.W., *The Limits to Growth*, 1972 (trad. I limiti dello sviluppo, Edizioni Ambiente, Milano, 1972).

O'Rourke, J.M., Seepersad, C.C., *Toward a methodology for systematically generating energy-and materials-efficient concepts using biological analogies*. J. Mech. Des. 2015.

Papanek V., *Design for the real world: human ecology and social change*, 1973 (trad. Progettare per il mondo reale, Mondadori, Milano, 1973).

Pauli G., *The Blue Economy. 10 Years, 100 Innovations, 100 Million Jobs*, Paradigm Publications, Taos, 2010 (trad. it. Blu Economy: 10 anni, 100 innovazioni. 100 milioni di lavori, Edizione Ambiente, Milano, 2010).

Pietroni L., Barbera S. *Leco-innovazione di prodotto nelle imprese italiane*. Atti di convegno, Università di Roma "La Sapienza". 2001.

Pietroni L., *Il dibattito italiano su design e ambiente*, in "Op. Cit." n. 112, Elekta Napoli, 2001.

Pietroni L., *Il contributo della Biomimesi per un design sostenibile, bio-ispirato e rigenerativo*, in "Op.cit.", n. 141, Electa, Napoli, 2011.

Pietroni L., *Bio-Inspired Design. La Biomimesi come promettente prospettiva di ricerca per un design sostenibile*, in "Scienze e Ricerche" n. 4, 2015.

Polites M., *The Rise of Biodesign: Contemporary Research Methodologies for Nature-Inspired Design in China*, Tongji Univ. Pr Co Ltd, 2019.

Salvia G., Rognoli V., Levi M., *Il progetto della natura. Gli strumenti della biomimesi per il design*, FrancoAngeli, Milano, 2009.

Sharma S., Sarkar P. *Biomimicry: Exploring Research, Challenges, Gaps, and Tools in "Research into Design for a Connected World"*, Atti di convegno ICoRD 2019 Volume 1, Springer Singapore, 2019.

Smith C., Bernett A., Hanson E. e Garvin C., *Tapping into nature. The future of energy, innovation, and business*, Terrapin Bright Green LLC, New York, 2015.

Speck O., Speck D., Horn R., Gantner J., Sedlbauer K.P., *Biomimetic bio-inspired biomorph sustainable? An attempt to classify and clarify biology-derived technical developments*. Bioinspiration Biomimetics, 12 (1), 2017.

Speck, O., Speck T. *An Overview of Bioinspired and Biomimetic Self-Repairing Materials*. Biomimetics. 2019. 4(1):26. doi: 10.3390/biomimetics4010026

Steadman P., *The Evolution of Designs*, 1979 (trad. L'evoluzione del design, Liguori Editore, Napoli, 1988).

Tamborrini P., *Design Sostenibile. Oggetti, sistemi e comportamenti*, Caltanissetta, Electra, 2009.

Terrier, P.; Glaus, M.; Raufflet, E. *BiomiMETRIC Assistance Tool: A Quantitative Performance Tool for Biomimetic Design*. Biomimetics 2019, 4, 49. <https://doi.org/10.3390/biomimetics4030049>

Thackara J., *In the bubble. Design per un futuro sostenibile*, Umberto Allemandi & C., Torino, 2008.

Vezzoli C., Fabrizio Ceschin, Lilac Osanjo, Mugendi K. M'Rithaa, Richie Moalosi, Venny Nakazibwe, Jan Carel Diehl. *Design for Sustainability: An Introduction*, in Designing Sustainable Energy for All, 2018.

Wahl D. C., *Designing regenerative cultures*, Axminster, England, Triarchy Press, 2016.

Wilson, E. O. *Biophilia: The human bond with other species*. Cambridge, MA. Harvard University Press, 1984.

Normative

Etichette di qualità ambientale di prodotto volontarie:

UNI EN ISO 14020: Etichette e dichiarazioni ambientali – Principi Generali

UNI EN ISO 14024:2001: Etichette e dichiarazioni ambientali - Etichettatura ambientale di Tipo I - Principi e procedure

UNI EN ISO 14021:2016: Etichette e dichiarazioni ambientali - Asserzioni ambientali auto-dichiarate (etichettatura ambientale di Tipo II)

UNI EN ISO 14025:2010: Etichette e dichiarazioni ambientali - Dichiarazioni ambientali di Tipo III - Principi e procedure

Valutazione del ciclo di vita del prodotto/servizio:

UNI EN ISO 14040:2006: Gestione ambientale - Valutazione del ciclo di vita - Principi e quadro di riferimento

UNI EN ISO 14044:2018: Gestione ambientale - Valutazione del ciclo di vita - Requisiti e linee guida.

Caso studio selezionato

UNI EN 16194 Bagni mobili non collegati alla rete fognaria. Requisiti per i prodotti ed i servizi necessari per l'utilizzo di bagni mobili e relativi prodotti sanitari.

Linee guida nazionali per la gestione e la pulizia dei bagni mobili

Product Category Rules (PCR) 2019-09-06. Prefabricated buildings. Product category classification: un cpc 387

Siti di riferimento

Organismi nazionali e internazionali di certificazione ambientale dei prodotti

www.isprambiente.gov.it
www.environdec.com
www.epd-norge.no
www.inies.fr
www.ibu-epd.com
www.epddanmark.dk
www.bre.co.uk
www.aenor.com
www.bau-epd.at
www.dabhabitat.pt
www.iqbc.ie
www.ippr.it

Aziende prodotti selezionati

www.aptar.com
www.sebach.it
www.arper.com
www.filmop.com

ALLEGATI

Allegato n. 1 - Sviluppo e verifica di un'EPD;

Allegato n.2. Schede di sintesi della prima raccolta di prodotti in possesso di certificazione di Tipo III.

Allegato n. 3 - Schede di sintesi dell'attività di ricerca e raccolta informazioni dei prodotti certificati EPD a seguito dell'applicazione dei criteri di selezione;

Allegato n. 4 - Linee Guida Nazionali per la gestione e la pulizia dei bagni mobili, ASPI;

Allegato n. 5 - Dichiarazione Ambientale di prodotto – Bagno mobili TopSan® e TopSan HN® Sebach: servizio a noleggio completo.

Allegato n. 6 - Confronto tra i database software Eco-it e esoftware CES.

Allegato n. 1: Sviluppo e verifica di un'EPD

Per lo sviluppo di un'EPD, devono essere seguite delle fasi precise secondo gli standard specifici:

- Per l'LCA: ISO 14040 e 14044 e quanto descritto nello standard ISO 14025 per lo sviluppo di un'EPD.
- Inoltre, vanno applicati i requisiti specifici stabiliti nella PCR di riferimento per il gruppo di prodotti specifico.

EPD - Flusso di certificazione

Le fasi per lo sviluppo e la verifica di un'EPD sono:

- FASE 1 - Verifica dell'esistenza di una PCR
- FASE 2 - Sviluppo LCA
- FASE 3 - Redazione EPD
- FASE 4 - Audit di verifica EPD

La PCR (Product Category Rules) è composta da un insieme di documenti che raccolgono i dati minimi necessari da includere nello studio LCA, la metodologia dell'impatto in uso e il contenuto dell'EPD. Quando l'obiettivo è realizzare un'EPD, il primo passo da fare è verificare l'esistenza delle regole della categoria di prodotto.

Product Category Rules (PCR)

Alcuni programmi di verifica EPD specificano, per differenti gruppi di prodotto, il metodo più dettagliato per eseguire una LCA e una EPD, concedendo l'uso di un simbolo aggiunto al report, che funziona come certificato ambientale.

Tali programmi sono creati in base ai requisiti stabiliti dalla norma ISO 14025. Le regole e le procedure di lavoro sono sviluppate e riportate in documenti denominati Product Category Rules (PCR). La ISO 14027: 20174 è un altro standard che fornisce i principi, i requisiti e le linee guida per lo sviluppo delle regole della categoria di prodotto:

- ISO/TS 14027:2017. Environmental labels and declarations. Development of product category rules.

La PCR raccoglie i dati minimi necessari per includere nello studio LCA, la metodologia dell'impatto in uso e il contenuto EPD.

Enti sviluppatori di PCR per l'EDP

Le PCR sono sviluppate dagli enti per stabilire regole comuni nel mercato per l'elaborazione e la stesura di EPD.

Ogni programma di verifica fornisce le proprie PCR. Questo tipo di sistemi è adatto allo scambio di dati tra le aziende e i loro clienti, non per il consumatore finale standard, dal momento che le informazioni contenute nell'EPD, per loro stessa natura, sono molto tecniche e dettagliate. La seguente tabella illustra gli enti principali.

Contenuto di una PCR

Il contenuto di una PCS è in genere il seguente:

- Ambito: definizione dettagliata dei prodotti nell'ambito di applicazione
- Unità funzionale: definizione dell'unità funzionale di uno studio LCA
- Limiti del sistema in esame
- Criteri di accettazione accettati
- Dettagli sui dati scelti da includere e tenere presente in ogni fase del ciclo di vita di un prodotto
- Selezione dei dati da applicare e utilizzare, set di dati compatibili e accettati per lo studio
- Classificazione delle categorie di impatto ambientale per la visualizzazione dei risultati dello studio
- Altro tipo di parametri e scenari (uso, fine vita) da considerare nello studio LCA
- Dati ambientali che devono essere rappresentati nell'EPD

Sviluppo di una PCR

Ogni programma di verifica EPD fornisce le proprie PCR. È possibile che diversi programmi di verifica abbiano PCR per lo stesso tipo di prodotti e quelle PCR possano differire nei parametri richiesti per l'LCA (unità funzionali, ambiti, ecc.). Gli standard di contenuto per queste PCR sono stati creati partendo da differenti programmi di verifica EPD per di ottenere la compatibilità tra PCR.

Lo sviluppo della PCR viene condotto secondo una metodologia accettata a livello internazionale e basato su un processo aperto, trasparente e partecipativo tra:

- Imprese e organizzazioni in cooperazione con altre parti, come associazioni di categoria e organizzazioni di interesse
- Organismi che collaborano con esperti di LCA/EPD in stretta collaborazione con aziende e associazioni professionali e organizzazioni di interesse
- Imprese o singole organizzazioni nel caso in cui presentino la necessaria concorrenza interna o decidano di assumere esperti esterni in LCA/EPD. Il gruppo di audit emette un rapporto di pre-verifica, in cui commenta o indica se ci sono non conformità

Fasi per la convalida di una PCR:

- Sviluppo di una proposta PCR da parte del comitato tecnico dichiarato
- Consultazione delle parti interessate per commentare o discutere i requisiti proposti, garantendo così un'ampia accettazione e successiva introduzione della PCR. Consultazione in forum, riunioni, ecc.
- Completamento della proposta di PCR da parte del moderatore del team e rilascio di un report con i commenti più importanti ricevuti, indicando le parti coinvolte e il modo in cui sono state gestite le informazioni
- Revisione finale della PCR e convalida formale da parte del Comitato tecnico corrispondente

Validità di un documento PCR

Un documento PCR è valido per uno specifico periodo di tempo, in genere 5 anni.

Alla scadenza della PCR, il documento deve essere aggiornato per essere riutilizzato per generare una nuova EPD o per registrare un aggiornamento di una EPD esistente con una validità prolungata. Prima dell'emissione dell'aggiornamento vengono consultate le parti interessate.

Ad esempio, il sistema internazionale EPD*:

- Fornisce un set di dati per la ricerca dei documenti PCR disponibili all'interno del framework di sistema, compresi quelli in fase di stesura, validati o sottoposti a revisione e aggiornamento
- Fornisce a tutte le parti interessate la possibilità di commentare ogni fase di sviluppo della PCR durante la stesura di bozze, la consultazione e la revisione e l'aggiornamento dei documenti

FASE 2 - Sviluppo LCA e FASE 3 - Redazione EPD

Secondo lo standard ISO 14025, una categoria di Dichiarazione Ambientale di Prodotto di Tipo III deve essere eseguita in un formato specifico e includere una serie di parametri come mostrato nelle regole della categoria di prodotto (PCR) fornite dal gestore del programma.

Il contenuto di un'EPD generalmente consiste di:

- Indicazione e descrizione dell'organizzazione che ha steso la dichiarazione
- Una descrizione del prodotto e l'identificazione (es.: numero del modello)
- Numero del programma, indirizzo del gestore del programma e, se rilevante, il logo e il sito internet
- PCR ID
- Data di rilascio e periodo di validità
- Dati LCA, LCI o moduli informativi
- Dati ambientali aggiuntivi
- Contenuto della dichiarazione inclusi materiali e sostanze da dichiarare e quelli che possono influire negativamente sulla salute umana o sull'ambiente per l'intera durata della LCA. Sulla

base di una giustificazione adeguata, tale requisito non si applica alle informazioni private relative ai diritti di proprietà intellettuale o restrizioni legali simili

- Dati relativi alle fasi non considerate
- Menzione dei vari programmi di dichiarazione ambientali che potrebbero non essere comparabili
- Informazioni per individuare il materiale esplicativo
- Informazioni del revisore della PCR e della PCR stessa
- Informazioni del verificatore di terza parte quando la comunicazione passa tra azienda e consumatore. Se la comunicazione avviene tra le imprese, questo è opzionale

La PCR applicata deve essere controllata per i requisiti dei contenuti EPD. In tal caso, è necessario seguire le regole della PCR.

FASE 4 - Audit di verifica EPD

La verifica di un'EPD, come già menzionato, deve essere effettuata da una terza parte indipendente e riconosciuta, vale a dire un organismo accreditato dal corrispondente Amministratore del Programma di Verifica.

Precedentemente all'audit di verifica di terza parte, l'organizzazione deve formulare un rapporto riepilogativo del prodotto dichiarato. Ciò fornirà al verificatore dati sistematici e completi sull'adempimento dei "documenti di studio LCA" e dei "dati aggiuntivi".

Questo rapporto di "Verifica di un'EPD" sarà soggetto ai requisiti di riservatezza stabiliti e non fa parte della comunicazione pubblica.

La verifica è generalmente composta di due fasi:

- Revisione documentale
- Audit di verifica

Revisione documentale

Obiettivo: determinare la conformità agli standard di riferimento e ai requisiti PCR del riferimento applicabile.

Questa revisione può essere eseguita a distanza. L'organizzazione invia i documenti al team di audit per la sua revisione e il team emette un rapporto di pre-verifica.

Revisione documentale di una verifica di una EPD

- Controllo della struttura e del layout dei dati inclusi in LCA ed EPD
- Valutazione dei dati che spiega i dati di input e quelli inclusi nella LCA

Il team di audit emette un rapporto di pre-verifica, in cui commenta o indica se ci sono non conformità

Audit di verifica

Obiettivo: valutare "in situ" la qualità, la tracciabilità, la veridicità e l'affidabilità dei dati LCA ed EPD, nonché la coincidenza con i requisiti della PCR di riferimento.

Il team di audit, più comunemente, visita le strutture di produzione per controllare i flussi di produzione e per verificare i dati forniti dall'organizzazione.

Al termine dell'audit e dopo la risoluzione delle non conformità – che devono prima essere individuate –, il team di audit rilascia un report di verifica finale, che viene inviato al programma di verifica, dove si procederà con la registrazione e il rilascio del certificato.

Periodo di validità e di aggiornamento di un'EPD già verificata.

- Il periodo di validità di un'EPD già verificata può variare da un programma di verifica ad un altro. Generalmente si parla di un periodo compreso tra i 3 e i 5 anni. Alla scadenza, l'EPD dev'essere verificata di nuovo

- Se durante il periodo di validità dovessero avvenire dei cambiamenti nel prodotto o nel processo produttivo, è necessario aggiornare le informazioni: devono essere effettuate nuovamente una valutazione LCA e una verifica EPD.

L'organizzazione è obbligata a comunicare le modifiche all'amministratore del programma EPD per verificare l'EPD aggiornata e il certificato di verifica

- Alcuni programmi di verifica stanno implementando, durante il periodo di validità della certificazione, procedure obbligatorie e requisiti per effettuare brevi verifiche annuali per garantire la validità dei dati dichiarati

Allegato n.2. Schede di sintesi della prima raccolta di prodotti in possesso di certificazione di Tipo III.

PROGRAMM OPERATOR
International EPD®
System | Svezia

PCR
UN CPC 171 E 173

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
01_Elettricità, vapore e
combustibili

TIPOLOGIA PRODOTTO
Piattaforma pale eoliche

NOME PRODOTTO
G 2,5 MW

AZIENDA
SIEMENS Gamesa



PROGRAMM OPERATOR
International EPD®
System | Svezia

PCR
2012-19 Mobili,
eccetto materassi e sedute

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Tavolino

NOME PRODOTTO
Terna Coffee Table

AZIENDA
Koleksiyon Mobilya Sanayi A.S.
Turchia



PROGRAMM OPERATOR
International EPD®
System | Svezia

PCR
ABITI CHIRURGICI MONOUSO,
ABITI E TUTE AEREO,

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
02_Tessile, calzature e
abbigliamento

TIPOLOGIA PRODOTTO
Camice chirurgico monouso

NOME PRODOTTO
BARRIER® Clean Air Suit

AZIENDA
Mölnlycke Health
Care AB -SVEZIA



PROGRAMM OPERATOR
International EPD®
System | Svezia

PCR
2012-19 Mobili,
eccetto materassi e sedute

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Tavolino

NOME PRODOTTO
Narcissus Coffee Table

AZIENDA
Koleksiyon Mobilya Sanayi A.S.
Turchia



PROGRAMM OPERATOR
International EPD®
System | Svezia

PCR
ABITI CHIRURGICI MONOUSO,
ABITI E TUTE AEREO,

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
02_Tessile, calzature e
abbigliamento

TIPOLOGIA PRODOTTO
Camice chirurgico monouso

NOME PRODOTTO
BARRIER®
Giacca da riscaldamento

AZIENDA
Mölnlycke Health
Care AB -SVEZIA



PROGRAMM OPERATOR
International EPD®
System | Svezia

PCR
2012-19 Mobili,
eccetto materassi e sedute

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Tavolino

NOME PRODOTTO
Cantata Desk System

AZIENDA
Koleksiyon Mobilya Sanayi A.S.
Turchia



PROGRAMM OPERATOR
International EPD®
System | Svezia

PCR
ABITI CHIRURGICI MONOUSO,
ABITI E TUTE AEREO,

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
02_Tessile, calzature e
abbigliamento

TIPOLOGIA PRODOTTO
Telo a sacco monouso per
copertura sterile del tavolo servitore

NOME PRODOTTO
Sacco monouso Mayo

AZIENDA
HARTMANN FOROMED SRL
Italia



PROGRAMM OPERATOR
International EPD®
System | Svezia

PCR
2012-19 Mobili,
eccetto materassi e sedute

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Tavolino

NOME PRODOTTO
Plan Coffee Tables

AZIENDA
Koleksiyon Mobilya Sanayi A.S.
Turchia



PROGRAMM OPERATOR
EPD Norge | Norvegia

NOME PRODOTTO
R-80



PCR
NPCR 003:2015

AZIENDA
Nordic Comfort Products AS
Norvegia

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Tavolo

PROGRAMM OPERATOR
EPD Norge | Norvegia

NOME PRODOTTO
Factor Lite meeting table



PCR
NPCR 021

AZIENDA
UAB Svenheim
Lituania

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Tavolo

PROGRAMM OPERATOR
EPD Norge | Norvegia

NOME PRODOTTO
Pan Dining table



PCR
NPCR 003:2015

AZIENDA
Helland Møbler AS
produzione in Estonia

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Tavolo

PROGRAMM OPERATOR
EPD Norge | Norvegia

NOME PRODOTTO
Nordic Light Table



PCR
NPCR 021

AZIENDA
Nordic Comfort Products AS
Norvegia

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Tavolo

PROGRAMM OPERATOR
EPD Norge | Norvegia

NOME PRODOTTO
Ark Table



PCR
NPCR 003:2015

AZIENDA
Helland Møbler AS
produzione in Estonia

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Tavolo

PROGRAMM OPERATOR
EPD Norge | Norvegia

NOME PRODOTTO
Astro 2



PCR
NPCR 021

AZIENDA
UAB Svenheim
Lituania

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Tavolo

PROGRAMM OPERATOR
EPD Norge | Norvegia

NOME PRODOTTO
Foldable table



PCR
NPCR 021

AZIENDA
UAB Svenheim
Lituania

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Tavolo

PROGRAMM OPERATOR
EPD Norge | Norvegia

NOME PRODOTTO
Camp table



PCR
NPCR 021

AZIENDA
Fora Form AS
Norvegia

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Tavolo

PROGRAMM OPERATOR
**International EPD®
System | Svezia**

PCR
**2012-19 Mobili,
eccetto materassi e sedute**

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Tavolino

NOME PRODOTTO
Ray Coffee Table

AZIENDA
**Koleksiyon Mobilya Sanayi A.S.
Turchia**



PROGRAMM OPERATOR
**International EPD®
System | Svezia**

PCR
**2012-19 Mobili,
eccetto materassi e sedute**

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Scrivania da ufficio

NOME PRODOTTO
Lean Desk System

AZIENDA
**Koleksiyon Mobilya Sanayi A.S.
Turchia**



PROGRAMM OPERATOR
**International EPD®
System | Svezia**

PCR
**2012-19 Mobili,
eccetto materassi e sedute**

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Tavolino

NOME PRODOTTO
Ginger

AZIENDA
**Arper SpA
Italia**



PROGRAMM OPERATOR
**International EPD®
System | Svezia**

PCR
**2012-19 Mobili,
eccetto materassi e sedute**

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
**Scrivania da ufficio con
piano inclinabile di 90°**

NOME PRODOTTO
Swan Desk System

AZIENDA
**Arper SpA
Italia**



PROGRAMM OPERATOR
**International EPD®
System | Svezia**

PCR
**2012-19 Mobili,
eccetto materassi e sedute**

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Tavolo riunione

NOME PRODOTTO
Altar Meeting Table

AZIENDA
**Koleksiyon Mobilya Sanayi A.S.
Turchia**



PROGRAMM OPERATOR
**International EPD®
System | Svezia**

PCR
**2012-19 Mobili,
eccetto materassi e sedute**

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
**Piano di lavoro da laboratorio
con sistema di servizio**

NOME PRODOTTO
Burdinola lab worktop 1500

AZIENDA
**Koleksiyon Mobilya Sanayi A.S.
Turchia**



PROGRAMM OPERATOR
**International EPD®
System | Svezia**

PCR
**2012-19 Mobili,
eccetto materassi e sedute**

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
**Scrivania da ufficio
ad altezza regolabile**

NOME PRODOTTO
Thor Desk System

AZIENDA
**Koleksiyon Mobilya Sanayi A.S.
Turchia**



PROGRAMM OPERATOR
**International EPD®
System | Svezia**

PCR
**2012-19 Mobili,
eccetto materassi e sedute**

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Contenitore verticale per ufficio

NOME PRODOTTO
Bisley Combination Units

AZIENDA
**Bisley
Regno Unito**



PROGRAMM OPERATOR
**International EPD@
System | Svezia**

PCR
**2012-19 Mobili,
eccetto materassi e sedute**

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Contenitore verticale

NOME PRODOTTO
Bisley Sliding Door Storage Unit

AZIENDA
**Bisley
Regno Unito**



PROGRAMM OPERATOR
**International EPD@
System | Svezia**

PCR
**2012-19 Mobili,
eccetto materassi e sedute**

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Contenitore verticale

NOME PRODOTTO
Path Storage System

AZIENDA
**Koleksiyon Mobilya Sanayi A.S.
Turchia**



PROGRAMM OPERATOR
**International EPD@
System | Svezia**

PCR
**2012-19 Mobili,
eccetto materassi e sedute**

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Contenitore verticale

NOME PRODOTTO
Bisley Tambour Door Units

AZIENDA
**Bisley
Regno Unito**



PROGRAMM OPERATOR
**International EPD@
System | Svezia**

PCR
**2012-19 Mobili,
eccetto materassi e sedute**

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Contenitore verticale

NOME PRODOTTO
Song Storage System

AZIENDA
**Bisley
Regno Unito**



PROGRAMM OPERATOR
**International EPD@
System | Svezia**

PCR
**2012-19 Mobili,
eccetto materassi e sedute**

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Contenitore verticale

NOME PRODOTTO
Bisley Storage Furniture: Lodges

AZIENDA
**Bisley
Regno Unito**



PROGRAMM OPERATOR
**International EPD@
System | Svezia**

PCR
**2012-19 Mobili,
eccetto materassi e sedute**

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Armadietti

NOME PRODOTTO
Bisley Monobloc & CLK Lockers

AZIENDA
**Bisley
Regno Unito**



PROGRAMM OPERATOR
**International EPD@
System | Svezia**

PCR
**2012-19 Mobili,
eccetto materassi e sedute**

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Contenitore verticale per ufficio

NOME PRODOTTO
Bisley Two-Door Cupboards

AZIENDA
**Bisley
Regno Unito**



PROGRAMM OPERATOR
**International EPD@
System | Svezia**

PCR
**2012-19 Mobili,
eccetto materassi e sedute**

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Cassettiere per ufficio

NOME PRODOTTO
Bisley Drawer Units

AZIENDA
**Bisley
Regno Unito**



PROGRAMM OPERATOR
**International EPD@
System | Svezia**

PCR
**2012-19 Mobili,
eccetto materassi e sedute**

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Cassettiere per ufficio

NOME PRODOTTO
Bisley Storage Furniture: Caddy

AZIENDA
**Bisley
Regno Unito**



PROGRAMM OPERATOR
**International EPD@
System | Svezia**

PCR
**2012-19 Mobili,
eccetto materassi e sedute**

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Libreria

NOME PRODOTTO
Vis Storage System

AZIENDA
**Koleksiyon Mobilya Sanayi A.S.
Turchia**



PROGRAMM OPERATOR
**International EPD@
System | Svezia**

PCR
**2012-19 Mobili,
eccetto materassi e sedute**

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Cassettiere per ufficio

NOME PRODOTTO
Bisley Storage Pedestals

AZIENDA
**Bisley
Regno Unito**



PROGRAMM OPERATOR
**International EPD@
System | Svezia**

PCR
**2012-19 Mobili,
eccetto materassi e sedute**

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Vetrina a gas per laboratori.

NOME PRODOTTO
Burdinola Fume Cupboard BST150

AZIENDA
**Burdinola S. COOP
Spagna**



PROGRAMM OPERATOR
**International EPD@
System | Svezia**

PCR
**2012-19 Mobili,
eccetto materassi e sedute**

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Contenitore verticale

NOME PRODOTTO
Bisley Tower Storage Units

AZIENDA
**Bisley
Regno Unito**



PROGRAMM OPERATOR
**International EPD@
System | Svezia**

PCR
**2012-19 Mobili,
eccetto materassi e sedute**

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Stanza insonorizzata

NOME PRODOTTO
Framery O

AZIENDA
**Framery Oy
Finlandia**



PROGRAMM OPERATOR
**International EPD@
System | Svezia**

PCR
**2012-19 Mobili,
eccetto materassi e sedute**

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Cassettiere modulari per ufficio

NOME PRODOTTO
Tube Storage System

AZIENDA
**Koleksiyon Mobilya Sanayi A.S.
Turchia**



PROGRAMM OPERATOR
**International EPD@
System | Svezia**

PCR
**2012-19 Mobili,
eccetto materassi e sedute**

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Stanza insonorizzata

NOME PRODOTTO
Framery Q

AZIENDA
**Framery Oy
Finlandia**



PROGRAMM OPERATOR
**International EPD®
System | Svezia**

PCR
**2012-19 Mobili,
eccetto materassi e sedute**

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Pannelli divisori fonoassorbenti

NOME PRODOTTO
Megaron Partition Wall

AZIENDA
**Koleksiyon Mobilya Sanayi A.S.
Turchia**



PROGRAMM OPERATOR
**International EPD®
System | Svezia**

PCR
**pcr2009-02 Seats v2.1
UN CPC 3811**

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Sedia

NOME PRODOTTO
Asanda Office Chair

AZIENDA
**Koleksiyon Mobilya Sanayi A.S.
Turchia**



PROGRAMM OPERATOR
**International EPD®
System | Svezia**

PCR
**2012-19 Mobili,
eccetto materassi e sedute**

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Pannelli divisori fonoassorbenti

NOME PRODOTTO
Oblivion Partition Walls

AZIENDA
**Koleksiyon Mobilya Sanayi A.S.
Turchia**



PROGRAMM OPERATOR
**International EPD®
System | Svezia**

PCR
**pcr2009-02 Seats v2.1
UN CPC 3811**

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Sedia

NOME PRODOTTO
Cantata Chair

AZIENDA
**Koleksiyon Mobilya Sanayi A.S.
Turchia**



PROGRAMM OPERATOR
**International EPD®
System | Svezia**

PCR
**2012-19 Mobili,
eccetto materassi e sedute**

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Stanza insonorizzata

NOME PRODOTTO
Framery O

AZIENDA
**Framery Oy
Finlandia**



PROGRAMM OPERATOR
**International EPD®
System | Svezia**

PCR
**pcr2009-02 Seats v2.1
UN CPC 3811**

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Sedia

NOME PRODOTTO
Catifa 46 Chair

AZIENDA
**Arper SpA
Italia**



PROGRAMM OPERATOR
**International EPD®
System | Svezia**

PCR
**2012-19 Mobili,
eccetto materassi e sedute**

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Stanza insonorizzata

NOME PRODOTTO
Framery Q

AZIENDA
**Framery Oy
Finlandia**



PROGRAMM OPERATOR
**International EPD®
System | Svezia**

PCR
**pcr2009-02 Seats v2.1
UN CPC 3811**

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Sedia

NOME PRODOTTO
Catifa 53 Chair

AZIENDA
**Arper SpA
Italia**



PROGRAMM OPERATOR
**International EPD®
System | Svezia**

PCR
**pcr2009-02 Seats v2.1
UN CPC 3811**

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Sedia

NOME PRODOTTO
Duna 02 Chair

AZIENDA
**Arper SpA
Italia**



PROGRAMM OPERATOR
**International EPD®
System | Svezia**

PCR
**pcr2009-02 Seats v2.1
UN CPC 3811**

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Sedia

NOME PRODOTTO
Stacy

AZIENDA
**Arper SpA
Italia**



PROGRAMM OPERATOR
**International EPD®
System | Svezia**

PCR
**pcr2009-02 Seats v2.1
UN CPC 3811**

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Sedia

NOME PRODOTTO
Duna 02 Eco Chair

AZIENDA
**Arper SpA
Italia**



PROGRAMM OPERATOR
**International EPD®
System | Svezia**

PCR
**pcr2009-02 Seats v2.1
UN CPC 3811**

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Sedia

NOME PRODOTTO
Miranda Chair

AZIENDA
**Koleksiyon Mobilya Sanayi A.S.
Turchia**



PROGRAMM OPERATOR
**International EPD®
System | Svezia**

PCR
**pcr2009-02 Seats v2.1
UN CPC 3811**

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Sedia

NOME PRODOTTO
Helen Chair

AZIENDA
**Koleksiyon Mobilya Sanayi A.S.
Turchia**



PROGRAMM OPERATOR
**International EPD®
System | Svezia**

PCR
**pcr2009-02 Seats v2.1
UN CPC 3811**

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Seduta da ufficio

NOME PRODOTTO
Clarus Office Chair

AZIENDA
**Koleksiyon Mobilya Sanayi A.S.
Turchia**



PROGRAMM OPERATOR
**International EPD®
System | Svezia**

PCR
**pcr2009-02 Seats v2.1
UN CPC 3811**

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Sedia

NOME PRODOTTO
Juno Chair

AZIENDA
**Arper SpA
Italia**



PROGRAMM OPERATOR
**International EPD®
System | Svezia**

PCR
**pcr2009-02 Seats v2.1
UN CPC 3811**

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Seduta da ufficio

NOME PRODOTTO
Gala Office Chair

AZIENDA
**Koleksiyon Mobilya Sanayi A.S.
Turchia**



PROGRAMM OPERATOR
EPD Norge | Norvegia

NOME PRODOTTO
Håg H03 - 330



PCR
NPCR 003, ext. ver. 2013

AZIENDA
Flokk AS
Norvegia

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Seduta da ufficio

PROGRAMM OPERATOR
EPD Norge | Norvegia

NOME PRODOTTO
HÅG SoFi



PCR
NPCR 003, ext. ver. 2013

AZIENDA
Flokk AS
Norvegia

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Seduta da ufficio

PROGRAMM OPERATOR
EPD Norge | Norvegia

NOME PRODOTTO
HÅG H04 4400,
HÅG H05 5300



PCR
NPCR 003, ext. ver. 2013

AZIENDA
Flokk AS
Norvegia

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Seduta da ufficio

PROGRAMM OPERATOR
EPD Norge | Norvegia

NOME PRODOTTO
RH Extend 220



PCR
NPCR 003, ext. ver. 2013

AZIENDA
Flokk AS
Norvegia

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Seduta da ufficio

PROGRAMM OPERATOR
EPD Norge | Norvegia

NOME PRODOTTO
HÅG H09



PCR
NPCR 003, ext. ver. 2013

AZIENDA
Flokk AS
Norvegia

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Seduta da ufficio

PROGRAMM OPERATOR
EPD Norge | Norvegia

NOME PRODOTTO
RH Activ 220 Swivel chair



PCR
NPCR 003, ext. ver. 2013

AZIENDA
Flokk AS
Norvegia

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Seduta da ufficio

PROGRAMM OPERATOR
EPD Norge | Norvegia

NOME PRODOTTO
RH Mereo 220 with armrests



PCR
NPCR 003, ext. ver. 2013

AZIENDA
Flokk AS
Norvegia

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Seduta da ufficio

PROGRAMM OPERATOR
EPD Norge | Norvegia

NOME PRODOTTO
RH Logic 400



PCR
NPCR 003, ext. ver. 2013

AZIENDA
Flokk AS
Norvegia

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Seduta da ufficio

PROGRAMM OPERATOR
EPD Norge | Norvegia

NOME PRODOTTO
RH Logic 400

PCR
NPCR 003, ext. ver. 2013

AZIENDA
Flokk AS
Norvegia

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Seduta da ufficio



PROGRAMM OPERATOR
EPD Norge | Norvegia

NOME PRODOTTO
BMA Axia@ 2.5

PCR
NPCR 003, ext. ver. 2013

AZIENDA
Flokk AS
Norvegia

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Seduta da ufficio



PROGRAMM OPERATOR
EPD Norge | Norvegia

NOME PRODOTTO
HÅG Futu 1020

PCR
NPCR 003, ext. ver. 2013

AZIENDA
Flokk AS
Norvegia

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Seduta da ufficio



PROGRAMM OPERATOR
EPD Norge | Norvegia

NOME PRODOTTO
HÅG Futu mesh 1100

PCR
NPCR 003, ext. ver. 2013

AZIENDA
Flokk AS
Norvegia

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Seduta da ufficio



PROGRAMM OPERATOR
EPD Norge | Norvegia

NOME PRODOTTO
HÅG SoFi Mesh 7500

PCR
NPCR 003, ext. ver. 2013

AZIENDA
Flokk AS
Norvegia

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Seduta da ufficio



PROGRAMM OPERATOR
EPD Norge | Norvegia

NOME PRODOTTO
HÅG Tribute 9031

PCR
NPCR 003, ext. ver. 2013

AZIENDA
Flokk AS
Norvegia

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Seduta da ufficio



PROGRAMM OPERATOR
EPD Norge | Norvegia

NOME PRODOTTO
BMA Axia@ 2.2

PCR
NPCR 003, ext. ver. 2013

AZIENDA
Flokk AS
Norvegia

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Seduta da ufficio



PROGRAMM OPERATOR
EPD Norge | Norvegia

NOME PRODOTTO
RH New Logic

PCR
NPCR 003, ext. ver. 2013

AZIENDA
Flokk AS
Norvegia

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Seduta da ufficio



PROGRAMM OPERATOR
EPD Norge | Norvegia

NOME PRODOTTO
BMA Axia® Vision 24/7



PCR
NPCR 003, ext. ver. 2013

AZIENDA
Flokk AS
Norvegia

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Seduta da ufficio

PROGRAMM OPERATOR
EPD Norge | Norvegia

NOME PRODOTTO
HÅG Capisco 8106



PCR
NPCR 003, ext. ver. 2013

AZIENDA
Flokk AS
Norvegia

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Seduta da ufficio

PROGRAMM OPERATOR
EPD Norge | Norvegia

NOME PRODOTTO
Clint Vip



PCR
NPCR 003, ext. ver. 2013

AZIENDA
Fora Form AS
Norvegia

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Seduta da ufficio

PROGRAMM OPERATOR
EPD Norge | Norvegia

NOME PRODOTTO
Clint Adjustable



PCR
NPCR 003, ext. ver. 2013

AZIENDA
Fora Form AS
Norvegia

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Seduta da ufficio

PROGRAMM OPERATOR
EPD Norge | Norvegia

NOME PRODOTTO
Clint Conference



PCR
NPCR 003, ext. ver. 2013

AZIENDA
Fora Form AS
Norvegia

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Seduta da ufficio

PROGRAMM OPERATOR
EPD Norge | Norvegia

NOME PRODOTTO
Clint Adjustable



PCR
NPCR 003, ext. ver. 2013

AZIENDA
Fora Form AS
Norvegia

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Seduta da ufficio

PROGRAMM OPERATOR
EPD Norge | Norvegia

NOME PRODOTTO
HÅG Capisco Puls 8010
NEPD



PCR
NPCR 003, ext. ver. 2013

AZIENDA
Flokk AS
Norvegia

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Seduta da ufficio

PROGRAMM OPERATOR
EPD Norge | Norvegia

NOME PRODOTTO
R-10 Low Office Chair



PCR
NPCR 003, ext. ver. 2013

AZIENDA
Flokk AS
Norvegia

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Seduta da ufficio

PROGRAMM OPERATOR
EPD Norge | Norvegia

NOME PRODOTTO
R-20 Pro Office Chair

PCR
NPCR 003, ext. ver. 2013

AZIENDA
Nordic Comfort Products AS
Norvegia

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Seduta da ufficio



PROGRAMM OPERATOR
EPD Norge | Norvegia

NOME PRODOTTO
Coda Office Chair

PCR
NPCR 003, ext. ver. 2013

AZIENDA
Nordic Comfort Products
Norvegia

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Seduta



PROGRAMM OPERATOR
EPD Norge | Norvegia

NOME PRODOTTO
Fjell chair

PCR
NPCR 003, ext. ver. 2013

AZIENDA
Fora Form AS
Norvegia

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Seduta da ufficio



PROGRAMM OPERATOR
EPD Norge | Norvegia

NOME PRODOTTO
Samba chair

PCR
NPCR 003, ext. ver. 2013

AZIENDA
Nordic Comfort Products
Norvegia

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Seduta



PROGRAMM OPERATOR
EPD Norge | Norvegia

NOME PRODOTTO
Clint Conference

PCR
NPCR 003, ext. ver. 2013

AZIENDA
Fora Form AS
Norvegia

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Seduta da ufficio



PROGRAMM OPERATOR
EPD Norge | Norvegia

NOME PRODOTTO
RH Support 4501

PCR
NPCR 003, ext. ver. 2013

AZIENDA
Flokk AS
Norvegia

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Seduta



PROGRAMM OPERATOR
EPD Norge | Norvegia

NOME PRODOTTO
HÅG Conventio Wing 9812

PCR
NPCR 003, ext. ver. 2013

AZIENDA
Flokk AS
Norvegia

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Seduta da ufficio



PROGRAMM OPERATOR
EPD Norge | Norvegia

NOME PRODOTTO
Back App Office chair

PCR
NPCR 003, ext. ver. 2013

AZIENDA
Back App AS
Norvegia

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Seduta



PROGRAMM OPERATOR
EPD Norge | Norvegia

NOME PRODOTTO
HÅG H04 4470

PCR
NPCR 003, ext. ver. 2013

AZIENDA
Flokk AS
Norvegia

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Seduta



PROGRAMM OPERATOR
EPD Norge | Norvegia

NOME PRODOTTO
HÅG Conventio Wing 9811

PCR
NPCR 003, ext. ver. 2013

AZIENDA
Flokk AS
Norvegia

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Seduta



PROGRAMM OPERATOR
EPD Norge | Norvegia

NOME PRODOTTO
Clint Stackable - high back

PCR
NPCR 003, ext. ver. 2013

AZIENDA
Fora Form AS

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Seduta



PROGRAMM OPERATOR
EPD Norge | Norvegia

NOME PRODOTTO
Coda Chair

PCR
NPCR 003, ext. ver. 2013

AZIENDA
Nordic Comfort Products
Norvegia

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Seduta



PROGRAMM OPERATOR
EPD Norge | Norvegia

NOME PRODOTTO
Camp chair low back

PCR
NPCR 003, ext. ver. 2013

AZIENDA
Fora Form AS
Norvegia

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Seduta



PROGRAMM OPERATOR
EPD Norge | Norvegia

NOME PRODOTTO
Pond III - with seat cushion

PCR
NPCR 003, ext. ver. 2013

AZIENDA
Fora Form AS
Norvegia

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Seduta



PROGRAMM OPERATOR
EPD Norge | Norvegia

NOME PRODOTTO
Nordia

PCR
NPCR 003, ext. ver. 2013

AZIENDA
Helland Møbler AS
produzione in Estonia

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Seduta



PROGRAMM OPERATOR
EPD Norge | Norvegia

NOME PRODOTTO
RBM ANA 4340

PCR
NPCR 003, ext. ver. 2013

AZIENDA
Flokk AS
Norvegia

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Seduta



PROGRAMM OPERATOR
EPD Norge | Norvegia

NOME PRODOTTO
CITY PLASTIC

PCR
NPCR 003, ext. ver. 2013

AZIENDA
Fora Form AS
Norvegia

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Seduta



PROGRAMM OPERATOR
International EPD@
System | Svezia

NOME PRODOTTO
Tristan Office Chair

PCR
pcr2009-02 Seats v2.1
UN CPC 3811

AZIENDA
Koleksiyon Mobilya Sanayi A.S.
Turchia

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Sedia da ufficio



PROGRAMM OPERATOR
EPD Norge | Norvegia

NOME PRODOTTO
RBM Noor 6050

PCR
NPCR 003, ext. ver. 2013

AZIENDA
Flokk AS
Norvegia

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Seduta



PROGRAMM OPERATOR
International EPD@
System | Svezia

NOME PRODOTTO
Elea Public Seating

PCR
pcr2009-02 Seats v2.1
UN CPC 3811

AZIENDA
Koleksiyon Mobilya Sanayi A.S.
Turchia

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Panchina



PROGRAMM OPERATOR
EPD Norge | Norvegia

NOME PRODOTTO
Con II

PCR
NPCR 003, ext. ver. 2013

AZIENDA
Flokk AS
Norvegia

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Seduta



PROGRAMM OPERATOR
International EPD@
System | Svezia

NOME PRODOTTO
Babar Chair

PCR
pcr2009-02 Seats v2.1
UN CPC 3811

AZIENDA
Arper SpA
Italia

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Sgabello



PROGRAMM OPERATOR
EPD Norge | Norvegia

NOME PRODOTTO
Con III

PCR
NPCR 003, ext. ver. 2013

AZIENDA
Flokk AS
Norvegia

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Seduta



PROGRAMM OPERATOR
International EPD@
System | Svezia

NOME PRODOTTO
Gala Office Chair

PCR
pcr2009-02 Seats v2.1
UN CPC 3811

AZIENDA
Koleksiyon Mobilya Sanayi A.S.
Turchia

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Seduta da ufficio



PROGRAMM OPERATOR
**International EPD®
System | Svezia**

PCR
**pcr2009-02 Seats v2.1
UN CPC 3811**

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Seduta fonoassorbente

NOME PRODOTTO
Boccaporto Seating Unit

AZIENDA
**Koleksiyon Mobilya Sanayi A.S.
Turchia**



PROGRAMM OPERATOR
**International EPD®
System | Svezia**

PCR
**pcr2009-02 Seats v2.1
UN CPC 3811**

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Seduta fonoassorbente

NOME PRODOTTO
Kaffa Sofa

AZIENDA
**Koleksiyon Mobilya Sanayi A.S.
Turchia**



PROGRAMM OPERATOR
**International EPD®
System | Svezia**

PCR
**pcr2009-02 Seats v2.1
UN CPC 3811**

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Poltrona

NOME PRODOTTO
Sole Armchair

AZIENDA
**Koleksiyon Mobilya Sanayi A.S.
Turchia**



PROGRAMM OPERATOR
**International EPD®
System | Svezia**

PCR
**pcr2009-02 Seats v2.1
UN CPC 3811**

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Poltrona

NOME PRODOTTO
Pasenow Sofa

AZIENDA
**Koleksiyon Mobilya Sanayi A.S.
Turchia**



PROGRAMM OPERATOR
**International EPD®
System | Svezia**

PCR
**pcr2009-02 Seats v2.1
UN CPC 3811**

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Seduta imbottita/divani

NOME PRODOTTO
Calder Seating Unit

AZIENDA
**Arper SpA
Italia**



PROGRAMM OPERATOR
**International EPD®
System | Svezia**

PCR
**pcr2009-02 Seats v2.1
UN CPC 3811**

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Seduta imbottita/divani

NOME PRODOTTO
Poema Sofa

AZIENDA
**Arper SpA
Italia**



PROGRAMM OPERATOR
**International EPD®
System | Svezia**

PCR
**pcr2009-02 Seats v2.1
UN CPC 3811**

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Seduta imbottita/divani

NOME PRODOTTO
Honoba Sofa

AZIENDA
**Koleksiyon Mobilya Sanayi A.S.
Turchia**



PROGRAMM OPERATOR
**International EPD®
System | Svezia**

PCR
**pcr2009-02 Seats v2.1
UN CPC 3811**

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
03_Mobili e altri beni

TIPOLOGIA PRODOTTO
Seduta imbottita

NOME PRODOTTO
Sienteme

AZIENDA
**Suministros Técnicos Galicia SL (SUTEGA)
Spagna**



PROGRAMM OPERATOR
**International EPD@
System | Svezia**

PCR
**pcr2017-05 Closable flexible
plastic packaging (Version 1.11)**

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
**04_Prodotti in metallo,
minerali, plastica, vetro**

TIPOLOGIA PRODOTTO
Imballaggio prodotti alimentari liquidi

NOME PRODOTTO
**Ecolean Air Aseptic packages
for ambient distribution**

AZIENDA
**Ecolean AB
Svezia**



PROGRAMM OPERATOR
**International EPD@
System | Svezia**

PCR
**pcr2008-07 Cleaning trolleys
for professional use v2.2 (3)**

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
**05_Veicoli e attrezzature
da trasporto**

TIPOLOGIA PRODOTTO
Carrello pulizia uso professionale

NOME PRODOTTO
TOP-DOWN - MA2606701U00

AZIENDA
**FILMOP INTERNATIONAL SRL
Italia**



PROGRAMM OPERATOR
**International EPD@
System | Svezia**

PCR
**pcr2017-05 Closable flexible
plastic packaging (Version 1.11)**

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
**04_Prodotti in metallo,
minerali, plastica, vetro**

TIPOLOGIA PRODOTTO
Sistemi di erogazione

NOME PRODOTTO
DISPENSER GSA

AZIENDA
**Aptar Italia SpA
Italia**



PROGRAMM OPERATOR
**International EPD@
System | Svezia**

PCR
**pcr2008-07 Cleaning trolleys
for professional use v2.2 (3)**

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
**05_Veicoli e attrezzature
da trasporto**

TIPOLOGIA PRODOTTO
Carrello pulizia uso professionale

NOME PRODOTTO
**Serie Microrapid,
Smart e KUBI**

AZIENDA
**Falpi Srl
Italia**



PROGRAMM OPERATOR
**International EPD@
System | Svezia**

PCR
**pcr2008-07 Cleaning trolleys
for professional use v2.2 (3)**

MACRO CATEGORIA PRODOTTO
**05_Veicoli e attrezzature
da trasporto**

TIPOLOGIA PRODOTTO
Carrello pulizia uso professionale

NOME PRODOTTO
Magic System 760 Safety

AZIENDA
**TTS Cleaning S.R.L.
Italia**



Azienda selezionata



CERTIFICAZIONI AZIENDALI

Gestione della qualità ISO 9001
Gestione Ambientale ISO 14001
Gestione per la Salute e la Sicurezza sul Lavoro OHSAS 18001.

Descrizione (estratto sito web)

Azienda leader nel noleggio bagni chimici e wc mobili.

Sebach, nata nel 1986, è l'azienda leader in Italia nella fornitura di bagni mobili; conta oggi oltre 80 concessionari, più di 1.500 punti noleggio e movimentata circa 25.000 bagni mobili al giorno su tutta la Penisola per le esigenze più disparate. Dal 2011 è presente in Francia e dal 2013 in India.

Prodotti analizzati | Raccolta dati e documenti

TopSan NoTouch 2.0

Descrizione del prodotto (estratto sito web)



Sebach TopSan® è il bagno mobile igienizzato a ogni uso, grazie allo speciale dispositivo brevettato a nastro rotante, che non necessita di allacciamenti idricofognari elettrici. La denominazione TopSan® unisce tre funzioni: la copertura del vano reflui e il loro conseguente occultamento, il sistema meccanico di pulizia mediante rasatore a ogni utilizzo, il wc irrorato dal liquido sanificante profumato.

Dimensioni di massima e caratteristiche principali



Top San HN Classic

Descrizione del prodotto (estratto sito web)



Sebach TopSan® HN è il modello realizzato per garantire l'accesso e l'utilizzo ai disabili, che non necessita di allacciamenti idricofognari elettrici. La pedana filo a terra, con porta di accesso larga 80 cm circa, agevola l'entrata e i maniglioni d'appoggio facilitano l'uso del bagno. Le misure della cabina, con pianta rettangolare di 150 x 200 cm, consentono una rotazione di 360° della sedia a rotelle. Anche il Sebach TopSan® HN è dotato dello speciale dispositivo brevettato a nastro rotante.

Dimensioni di massima e caratteristiche principali



Materiale a disposizione

- ✓ Certificazione ambientale EPD
- ✗ Cataloghi _ ✓ descrizione (sito)
- ✓ 2D
- ✗ 3D Model
- ✗ Scheda tecnica
- ✗ Istruzioni di montaggio

Si tratta di prodotto incluso in un servizio. Per entrambe le versioni non sono disponibili modelli 3D e istruzioni di montaggio. I documenti contenuti i disegni tecnici 2D di entrambi i prodotti sembrano comunque sufficienti per la comprensione delle parti della struttura esterna, mentre i meccanismi inerenti al sistema di pulizia che si attiva dopo ogni utilizzo non è dichiarato.

Aptargroup

CERTIFICAZIONI AZIENDALI

ISO 14001
Sistema di gestione ambientale
UNI EN ISO 14001:2015

Descrizione (estratto sito web)

Aptar è un fornitore leader a livello mondiale di una vasta gamma di soluzioni di dispensazione, sigillatura e imballaggio attivo per la bellezza, la cura della persona, l'assistenza domiciliare, la prescrizione di farmaci, l'assistenza sanitaria ai consumatori, i prodotti iniettabili, il cibo e le bevande. Aptar ha sede a Crystal Lake, nell'Illinois e ha oltre 14.000 dipendenti dedicati in 18 paesi diversi.

Div. Aptar Beauty + Home: Chieti, Pescara (manufacturing). Milano (sales)
Div. Aptar Food+Beverage: Chieti (manufacturing)
Div. Aptar Pharma: non presente in Italia

Aptar ottiene la certificazione ISO 14064 per i report sulle emissioni di energia e gas serra. Maggio 2020

Aptar aderisce alla Global Compact Initiative delle Nazioni Unite, unendo le forze con aziende e organizzazioni globali incentrate su diritti umani, lavoro, ambiente e anticorruzione. Giugno 2020

Aptar è stata nuovamente nominata una delle 100 aziende più sostenibili di Barron in America dell'anno (48esimo posto).

Entra a far parte del Circular Economy 100 (CE100) della Ellen MacArthur Foundation. Maggio 2019.

Collabora con PureCycle Technologies, per prepararsi all'introduzione di PureCycle Polipropilene riciclato ultra-puro (UPRP) in applicazioni di erogazione.

GS DISPENSER



Descrizione del prodotto (estratto sito web)

GS twist & Lock
GS Twist & Lock offre una gamma di pompe per lozioni di erogazione con una vasta scelta di opzioni estetiche e finiture per far risaltare il tuo prodotto e soddisfare le esigenze di erogazione del mercato della cura personale.

GS Twist-Lock 1200: apertura in senso orario (CW) e antiorario (CCW) disponibile
GS Twist-Lock 2000: apertura in senso orario (CW) e antiorario (CCW) disponibile

Dosaggio 1,2 e 2 cc
Moltitudine di molle disponibili per una migliore compatibilità del prodotto.

GSA DISPENSER



Descrizione del prodotto (estratto sito web)

GS Affinity è la nuova pompa per lozione GS con un percorso di prodotto privo di metallo. Il vantaggio del percorso senza metallo è che non ci sono problemi di compatibilità con il prodotto. Tutta la gamma completa di attuatori e collari GS può essere utilizzata con questa pompa per infinite opzioni estetiche. Il nuovo modulo Affinity fornisce una camera di dosaggio esterna della molla ma non ancora visibile grazie al fermo che nasconde la molla alla vista. Il nuovo modulo Affinity fornisce:
Molla fuori dalla camera di dosaggio e non visibile grazie al fermo che nasconde la molla alla vista
Nuovo giunto di ritenzione e alloggiamento
Nuovo stelo in due pezzi

Materiale a disposizione

- ✓ Certificazione ambientale_EPD
- ✗ Cataloghi _ ✓ descrizione (sito)
- ✗ 2D
- ✗ 3D Model
- ✗ Scheda tecnica
- ✗ Istruzioni di montaggio

Sono disponibili solo le EDP dei prodotti, non sono disponibili altre informazioni e/o documenti. In ogni caso si potrebbe prendere in considerazione e ottenere informazioni sul prodotto effettuando il rilievo dello stesso.

Azienda selezionata



CERTIFICAZIONI AZIENDALI

certificazione ISO 9001
certificazione ISO 14001

Descrizione (estratto sito web)

Falpi è nata nel 1987, fondata dai fratelli Alessandra, Aldo e Andrea Loro Piana. L'azienda di Ponzone (Trivero) è specializzata nella produzione di articoli per la pulizia industriale.

Falpi è certificata ISO 14001, a catalogo ci sono 160 referenze Ecolabel e 67 carrelli EPD (Environmental Product Declaration), che sono stati recentemente estesi.

Impegno ambientale



Premio nazionale 25 anni Ecolabel EU rilasciato da ISPRA nel 2017



Clean Green Award

- 2009, Primo posto
- 2010 e 2011, Menzione di Merito
- 2014, Premio

Premio attribuito ai prodotti, sistemi o servizi del settore della pulizia professionale e industriale con una forte vocazione ambientale.

PSV: Plastica Seconda Vita
Ecolabel UE -
EPD
Certificazione Plastica Rigenerata - ISO 14021

Prodotti analizzati | Raccolta dati e documenti

Kubi 1 Pro Big-Foot

Descrizione del prodotto (estratto sito web)



Un nuovo modo di intendere il carrello chiuso: una costruzione robusta e compatta.

Per i carrelli KUBI è stata fatta una scelta scrupolosa delle materie prime per ottenere un prodotto unico nel suo genere. KUBI è modulare, trasformabile all'occorrenza e concepito per durare molti anni. Ideale da inserire in quei contesti dove il carrello deve nascondere il suo contenuto: centri commerciali, scuole e uffici.

KUBI 1 PRO Big-foot, nella configurazione più professionale, è equipaggiato con grandi ruote da 305 mm idonee all'utilizzo più gravoso ed ai percorsi più impegnativi.

Smart 6 Top Big-Foot

Descrizione del prodotto (estratto sito web)



Fa parte della gamma di carrelli inox.

I carrelli SMART sono il risultato di scelte tecniche orientate al mercato professionale delle pulizie in ambito civile. I carrelli trovano il loro utilizzo in uffici, industrie, e nel mondo ho.re.ca. Tutti i carrelli sono personalizzabili con una serie di accessori specifici e garantiti 2 anni. Il telaio portante degli SMART sono in acciaio AISI 304. Tutti i materiali impiegati nella produzione sono totalmente riciclabili.

Materiale a disposizione

- ✓ Certificazione ambientale
- ✓ Cataloghi
- ✗ 2D
- ✗ 3D Model
- ✗ Scheda tecnica

Nonostante l'azienda Falpi si è resa fin da subito disponibile ad un dialogo, purtroppo non ha fornito ulteriore documentazione utile per un possibile re-design. Ciò non limita la possibilità di prenderlo in esame perchè le caratteristiche funzionali sono dichiarate, almeno nel complesso.

arper

CERTIFICAZIONI AZIENDALI

ISO 14001
Sistema di gestione ambientale
UNI EN ISO 14001:2015

Descrizione (estratto sito web)

Arper è un'azienda italiana che produce e distribuisce in tutto il mondo sedute e tavoli per la collettività, il lavoro e la casa.

Arper realizza il progetto imprenditoriale nato nel 1989, dall'attività artigianale di lavorazione del cuoio di Luigi Feltrin, attuale Presidente. La creatività e la passione del fondatore, insieme alla ricerca e alla volontà di innovazione dei figli Mauro e Claudio - quest'ultimo Amministratore Delegato della società -, caratterizzano un'azienda che oggi esprime competenze interdisciplinari e capacità organizzative e manageriali.

Alla fine degli anni '90, Arper avvia un progetto industriale che permetterà il passaggio al design, con l'impiego di materiali e tecnologie nuove, e un decisivo cambio di scala. Contemporaneamente, l'incontro con lo studio Lievore Altherr Molina segna una tappa significativa per Arper: nasce una fruttuosa collaborazione che si esprimerà attraverso una sequenza di nuovi prodotti, diventati "long seller": tra questi, la collezione di sedute Catifa, declinata in 5 diverse versioni e, dal 2001, venduta in oltre un milione di pezzi.

Qualità e sostenibilità ambientale, e uso di materiali poco inquinanti e riciclabili, sono punti cardine della politica produttiva di Arper. Per questo, nel 2005 Arper ha creato un team di lavoro dedicato all'ambiente, il cui impegno principale è il controllo e la gestione dell'impatto ambientale, dalla progettazione allo smaltimento di fine vita. Per rendere concreto il proprio impegno ecologico, Arper ha conseguito la certificazione ISO 14001 e utilizza la metodologia LCA (Life Cycle Assessment); parte dei prodotti Arper rispettano inoltre importanti certificazioni internazionali (EPD, GreenGuard, GECA, Greenstar).



Premio Speciale sostenibilità ambientale Fsc Furniture Award 2019

"Il premio è stato assegnato ad un'azienda che si è particolarmente distinta nello sviluppo sostenibile con un crescente impegno nel tempo, integrando sempre di più la sostenibilità nel proprio processo produttivo e progettuale. Oltre ad essersi dotata della certificazione FSC, è la prima azienda in Italia ad aver ottenuto la "Certificazione ambientale EPD di processo" per la categoria di prodotto Sedute e Arredi, basata sul sistema di certificazione svedese. Tali azioni hanno permesso all'azienda di ottenere un miglioramento del proprio impatto ambientale anche attraverso l'utilizzo di una percentuale di materiale riciclato nei prodotti realizzati. L'azienda ha dimostrato, infine, un forte impegno nella "Ricerca e Sviluppo" con attività di ricerca di materiali polimerici alternativi di fonte bio e/o contenuto riciclato, al fine di limitare la produzione di plastica proveniente da fonti fossili."



Certificazione Greenguard

Il programma Greenguard certifica che i prodotti soddisfano i limiti di emissione previsti per una salubre qualità dell'aria degli ambienti interni. Il rispetto dei criteri più rigorosi previsti dalla certificazione Greenguard Gold garantisce un utilizzo sicuro dei prodotti nelle scuole e nelle strutture sanitarie.



Certificazione GECA (Good Environmental Choice Australia)

L'ecolabel Good Environmental Choice Australia (GECA) è una certificazione tra le più rigorose e autorevoli a livello internazionale, sinonimo di elevate prestazioni di sostenibilità.



Forest Stewardship Council (FSC)

La certificazione Forest Stewardship Council (FSC) garantisce una gestione responsabile delle foreste e la massima rintracciabilità dei prodotti in legno.

Forest Stewardship Council (FSC)
n. DNV-COC-001822
FSC 100%, FSC Mix, FSC Recycled

Catifa 53 Chair



Descrizione del prodotto (estratto catalogo)

Catifa 53 è l'originale: l'ispirazione che riporta all'identità stessa di Arper.

La linea armoniosa e curva della seduta e la raffinatezza del profilo si combinano in una sintesi perfetta: la purezza concettuale è ottenuta riducendo il superfluo senza tuttavia perdere in sensualità. Utilizzando una vasta gamma di finiture, fusti e accessori, questa sedia può essere personalizzata per le applicazioni e i contesti più diversi, senza alterare il suo carattere originale e universale.

Creata ad uso sia residenziale sia contract, per esterni o per interni, la scocca e il fusto di Catifa 53 sono realizzati in una grande varietà di materiali, colori e finiture. La scocca è disponibile in legno multistrato bicurvato, in polipropilene monocoloro, rivestita in pelle, similpelle, tessuto o con finitura imbottita.

Designer

Studio Lievore Altherr Molina,
progetto del 2001



Premi

Interior Innovation Award 2010 Classic Innovation, Germania
ICFF Editors Awards 2010, USA
Interior Innovation Award 2010, Germania
"Best of Best 2010", Germania
IF Gold Award 2006, Germania
MD International Magazine of Design "50 Jahre" award 2004, Germania
Delta ADI-FAD Spagna 2003, Catifa 53, plata award
FX International Interior Design Award UK 2002, "Catifa" chair, Winner Best Leisure Product

Certificazione ambientale di prodotto



PRODUCT CERTIFIED
FOR LOW CHEMICAL
EMISSIONS:
ULCOMADG
UL 2818



ARP-2009
GECA 26-2006 -
Furniture and Fittings



Environmental
Product Declaration
(EPD)
obtained according to
the Norwegian system
- Ref. NEPO nr. 000E

Materiale a disposizione

- ✓ Certificazione ambientale
- ✓ Cataloghi
- ✓ 2D
- ✓ 3D Model
- ✓ Scheda tecnica
- ✓ Istruzioni di montaggio

Oltre alla dichiarazione ambientale di tipo III - EPD, sono disponibili informazioni di tipo funzionale del prodotto e del trasporto del prodotto, come le informazioni riguardanti gli accessori da poter integrare alle sedute, le specifiche di spedizione, dettagli di impilabilità del prodotto e istruzioni di montaggio (sia in pdf che video), nonché le informazioni tecniche e prestazionali come i test di resistenza e i test ignifughi.

I modelli 3D non sono modelli di dettaglio, ma risultano comunque utili per la comprensione degli spessori dei componenti a vista.



LINEE GUIDA NAZIONALI PER LA GESTIONE E LA PULIZIA DEI BAGNI MOBILI

CON RIFERIMENTO ALLE NORME UNI EN 16194

Prefazione

Il presente manuale riporta le Linee Guida Nazionali (in seguito definite LGN – BM) adottate dall'Associazione ASPI per la gestione e la pulizia dei bagni mobili, nonché per regolamentarne i servizi, con riferimento alle norme del Ministero dei Trasporti e del Ministero dell'Ambiente e Tutela del Territorio e del Mare, delle norme tecniche EN – UNI, delle regole della buona tecnica e della buona pratica.

Lo scopo di questo manuale è di fornire:

- alle imprese le regole per impostare, organizzare, avviare, condurre e sviluppare l'attività di gestione e pulizia di bagni mobili, con mezzi di proprietà o noleggiati, su tutto il territorio nazionale, a fronte di richieste dello specifico servizio da parte delle PP.AA. e di soggetti privati;
- agli operatori uno strumento da consultare per conoscere e rileggere le regole di buon comportamento e le norme che disciplinano la materia, cui devono sempre attenersi;
- a tutti un riferimento unico sul territorio nazionale per le attività del settore nel rispetto delle norme, da cui partire per diffondere specifici standard di qualità dei servizi e sicurezza nelle operazioni.

Il documento è il risultato di accurata ricerca e studio delle seguenti norme:

- Decreto legislativo 3 aprile 2006 n° 152 (Testo Unico in materia ambientale) e s.m.i.;
- Decreto legislativo 30 aprile 1992 n° 285 (Codice della Strada) e s.m.i.;
- Decreto legislativo 06 giugno 1974 n° 298 e s.m.i. (Albo Nazionale Autotrasportatori);
- Decreto legislativo 22 dicembre 2000 n° 395 e s.m.i. (autotrasporto conto terzi);
- Decreto legislativo 09 aprile 2008 n° 81 (sicurezza nei luoghi di lavoro);
- Decreto ministeriale 28 aprile 1998 n° 406 del MATTM (regolamento Albo Gestori Ambientali);
- Decreto ministeriale 01 aprile 1998 n° 145 del MATTM (formulario identificazione rifiuti);
- Decreto ministeriale 01 aprile 1998 n° 148 del MATTM (registro di carico e scarico rifiuti);
- Decreto legislativo 12 aprile 2006 n° 163 (Codice Appalti Pubblici);
- ATECO – classificazione delle attività economiche;
- CCNL (contratto di lavoro) – INPS (contributi previdenziali) – INAIL (premio assicurativo);
- Decreto Presidente Repubblica 26 ottobre 1972 n° 633 e s.m.i.;
- EN UNI 16194 norme tecniche per il servizio di bagni mobili.

Il manuale è stato realizzato a cura di Aldo Cocco per tutti i soggetti interessati e per l'associazione nazionale ASPI, con la partecipazione di alcuni soci cui vanno i ringraziamenti dei beneficiari. *La riproduzione di stralci della norma EN UNI 16194 deve essere autorizzata da UNI Ente Nazionale Italiano di Unificazione. L'unica versione che fa fede, limitatamente agli stralci, è quella originale reperibile in versione integrale presso UNI, via Sannio 2 – 20137 Milano.* Le parti che si riferiscono direttamente al testo della norma EN UNI 16194 sono riportate in corsivo e colore indaco.

Sommario

1. Bagni mobili, definizioni, caratteristiche costruttive, tipologie e tecniche di impiego.
2. Veicoli per trasporto bagni mobili, gestione, pulizia con raccolta e trasporto rifiuti di risulta.
3. Veicoli per trasporto bagni mobili e rifiuti di risulta, omologazione, collaudo, immatricolazione.
4. Classificazione ed utilizzo veicoli per trasporto bagni mobili, pulizia e trasporto rifiuti di risulta.
5. Classificazione dei rifiuti da pulizia dei bagni mobili, formulari di identificazione rifiuti, registri di carico e scarico rifiuti.
6. Iscrizione all'Albo Gestori Ambientali.

CAPITOLO 1

BAGNI MOBILI – DEFINIZIONI – CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE TIPOLOGIE E TECNICHE DI IMPIEGO

1.1 I Bagni Mobili sono strutture igieniche mobili (cabine mobili attrezzate per servizi igienici) non collegate alla rete fognaria e destinate all'utilizzo di una singola persona, mobili in quanto unità portatili indipendenti e collocabili temporaneamente in luoghi in cui è prevista la presenza di un numero ampio di persone che debbano farne uso in mancanza o per insufficienza di strutture igieniche fisse. Si tratta di strutture semplici ed essenziali che hanno funzioni simili a quelle delle strutture igieniche fisse situate negli insediamenti abitativi e generalmente allacciate alla rete fognaria. In passato i Bagni Mobili sono stati chiamati anche Bagni Chimici perché i relativi serbatoi/vasche di raccolta reflui venivano predisposte con agenti chimici anti fermentativi e disgreganti a base di aldeidi e simili, costituenti poi parte dei rifiuti da pulizia manutentiva e svuotamento delle vasche stesse. Studi e ricerche hanno poi suggerito di evitare tali sostanze chimiche a favore di prodotti e processi più naturali, pertanto da alcuni anni non ha più senso parlare di Bagni Chimici, ma piuttosto di Bagni Mobili.

1.2 I tipi di impiego dei Bagni Mobili non collegati alla rete fognaria possono essere: eventi, missioni militari, opere di soccorso nei casi di disastri militari, cantieri, settore agricolo (soprattutto durante taluni raccolti), cantieri industriali (porti – raffinerie – centrali termiche ed elettriche), commercio (mercati all'aperto – stand di vendita), aree pubbliche come parchi e parcheggi, spiagge, piste da sci. Le norme EN UNI 16194 classificano i tipi di impiego dei Bagni Mobili.

1.3 I Bagni Mobili hanno la forma di un parallelepipedo (cabina) con asse maggiore verticale, sono costituiti da una base quadrata (o rettangolare) con superficie interna utile di almeno 1 mq misurata da parete a parete, un tetto di copertura bombato o



spiovente per lo scorrimento dell'acqua piovana, da pareti laterali di chiusura fissate alla base ed al tetto tali da garantire stabilità e rigidità alla struttura con altezza utile interna di almeno 2 m misurati nel punto più alto. Quando chiusi non deve essere possibile intravederne l'interno da fuori. Su una delle pareti è montata la porta di accesso che si chiude da sola, incernierata a bandiera, con all'esterno indicatore occupato, apribile a mano sia dall'interno che dall'esterno, con sistema di bloccaggio dall'interno ad uso dell'utilizzatore, ma sbloccabile anche dall'esterno in caso di emergenza.

Nella parte alta delle pareti verticali, immediatamente sotto il tetto, sono posizionate grate per adeguata ventilazione naturale dell'interno. Il materiale utilizzato per l'intera costruzione è prevalentemente plastica stampata con disponibili superfici esterne per l'affissione di adesivi e/o segnali. Le superfici interne ed esterne dei Bagni Mobili devono essere lisce, regolari ed esenti da anfratti per essere refrattarie alle polveri, facilmente e completamente pulibili. All'esterno di ogni Bagno Mobile deve sempre essere ben visibile il numero telefonico dell'impresa fornitrice del servizio. Il tetto è generalmente bianco, o di colore molto chiaro, per garantire sufficiente incidenza di illuminazione all'interno. I Bagni Mobili sono prodotti unisex, prescrizioni e simboli applicati all'esterno possono destinarne l'utilizzo esclusivo ad uno dei sessi e, se del caso, essere installati in strutture adeguate per ognuno dei sessi e specificamente predisposte. I requisiti minimi strutturali dei Bagni Mobili sono stabiliti dalle norme EN UNI 16194.

1.4 All'interno dei Bagni Mobili sono sistemate dotazioni minime di base, anch'esse rispondenti ai requisiti minimi delle norme EN UNI 16194:

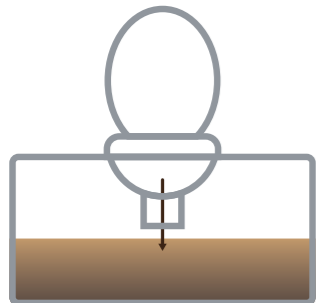
- apertura del serbatoio/vasca reflui con tavoletta o altra forma di appoggio che consenta la posizione seduta,
- serbatoio/vasca di raccolta reflui,
- sfiato verso l'esterno del serbatoio/vasca, con efflusso all'esterno della cabina; il condotto è realizzato con apposito tubo ovvero, talvolta, ricavato negli angolari della struttura portante della cabina adattati allo scopo,
- dispenser con quantità sufficiente di carta igienica,
- gancio appendi abiti,
- slitte posizionate esternamente per agevolare il supporto ed il trasporto con carrelli, e dotazioni supplementari:
 - lavandino con proprio serbatoio di acqua per lavaggio personale;
 - dispenser sapone liquido;
 - dispenser disinfettante mani;
 - dispenser asciugamani di carta/salviette;
 - orinatoio;
 - specchio;
 - illuminazione;
 - dispositivo anti-gelo;
 - mensola angolare;
 - chiusura a chiave all'esterno;
 - dispositivi esterni per aggancio con gru;
 - cartelli esterni indicatori UOMO o DONNA.



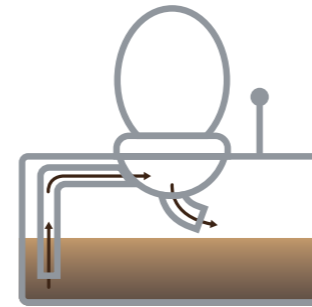
Le dotazioni, anch'esse realizzate con materiali plastici, devono comunque essere limitate, essenziali, semplici, con superfici lisce, funzionali e pratiche per garantire agevole e duratura funzionalità, nonché facile pulizia.

1.5 I Bagni Mobili possono essere di tre tipi in relazione al sistema di utilizzo serbatoio/vasca per i reflui:

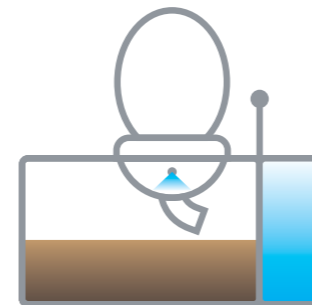
a) “*a caduta*” il serbatoio/vasca che riceve direttamente le deiezioni per caduta, attraverso la tavoletta è visibile il contenuto della vasca (tipo 1);



b) “*a ricircolo*” con sistema di lavaggio del vaso mediante pompa a mano o a pedale (tipo 2);



c) “*ad acqua pulita*” con sistema di lavaggio del vaso e/o del meccanismo di pulizia con schermo mediante acqua pulita da apposito serbatoio (additivata o meno da disinfettanti), erogata con l'azionamento di pompa a mano o a pedale (tipo 3).



Generalmente le dimensioni del serbatoio/vasca raccolta reflui, la capacità del serbatoio acqua pulita per lavaggi, quando esistente, sono tali da consentire circa 250 utilizzi.

1.6 I Bagni Mobili, nei depositi/magazzini, vengono caricati sui veicoli che li trasportano ai luoghi di ubicazione, puliti internamente ed esternamente, senza carichi liquidi e con dispenser vuoti. Giunti a destinazione i Bagni Mobili vengono scaricati da personale addestrato e qualificato, quindi posizionati stabilmente su aree prescelte: livellate, sopraelevate, compatte e non cedevoli anche in presenza di pioggia, sufficientemente distanti dai luoghi di concentrazione e permanenza delle persone, per garantire condizioni di igiene e riservatezza, per non creare disagi e non essere di intralcio al corso degli eventi, delle manifestazioni o dei lavori, ma anche per non essere danneggiati da materiali/oggetti non controllati (soprattutto nei cantieri). Dopo il posizionamento, i Bagni Mobili vengono riforniti con acqua pulita di lavaggio vaso e/o meccanismo di pulizia (additivata o meno da prodotti sanitari) nell'apposito serbatoio, con acqua e prodotti sanitari sul fondo del serbatoio/vasca contenimento reflui, con altra acqua pulita nell'eventuale serbatoio del lavandino, con carta igienica di uso comune, con eventuali asciugamani di carta/salviette, sapone liquido e disinfettante per le mani negli eventuali dispenser accessori.

I prodotti sanitari attualmente utilizzati sono costituiti da:

- concentrato sanificante che deve essere efficace per almeno 7 giorni dalla sua immissione nel sistema Bagno Mobile, in qualsiasi condizione atmosferica, con permanenza del colore ed efficace neutralizzazione degli odori; deve essere sempre disponibile la relativa scheda tecnica di sicurezza del prodotto sanificante, che deve essere compatibile con l'ambiente;
- olii profumati che servono per diffondere una piacevole fragranza nel Bagno Mobile; anch'essi de-

vono essere compatibili con l'ambiente;

- carta igienica di uso comune.

Le norme EN UNI 16194 stabiliscono in apposite tabelle le frequenze di utilizzo, le quantità, il posizionamento, gli intervalli di servizi e l'accessibilità dei Bagni Mobili in relazione ai tipi di evento; quindi rappresentano in dettaglio i servizi minimi in situ.

1.7 Dopo la "carica" iniziale dei Bagni Mobili in situ, in base al contratto di servizio – alle prescrizioni – ai controlli – alle statistiche, l'impresa fornitrice interviene sul posto di installazione con veicolo appositamente attrezzato; provvede alla pulizia interna ed esterna della cabina e dei suoi accessori con acqua di lavaggio, disinfettanti e prodotti sanitari; provvede allo svuotamento completo dai reflui ed alla pulizia del serbatoio/vasca caricando i rifiuti di risulta nel contenitore/cisterna del veicolo, ripristina i liquidi (acqua pulita – almeno 20 litri nel serbatoio/vasca reflui) ed i prodotti sanitari, ripristina il materiale di consumo (saponi e disinfettanti), provvede alla riparazione di eventuali guasti, quindi li rende idonei per un nuovo ciclo di utilizzi.



Il Bagno Mobile riscontrato saturo, malsano, danneggiato nel luogo di utilizzo deve essere chiuso esternamente e contrassegnato da cartello "FUORI USO" dal responsabile del committente, quindi deve essere tempestivamente avvisata l'impresa fornitrice del servizio, che deve intervenire

con personale ed attrezzature adeguate per il ripristino o la sostituzione.

1.8 Quando i Bagni Mobili devono essere ritirati dall'impresa che fornisce il servizio, il suo personale addestrato e qualificato provvede al loro svuotamento e pulizia integrale, al pari degli interventi di fine utilizzo, nonché alla rimozione della carta igienica e degli altri prodotti di consumo; in tali condizioni vengono caricati e fissati saldamente sul veicolo per il trasporto a deposito ovvero a nuova destinazione, dove si ripeteranno le operazioni di posizionamento e rifornimento per l'impiego, come descritte al primo capoverso di questo paragrafo ed in base al contratto di servizio.

1.9 Quando il personale dell'impresa fornitrice dei servizi con Bagni Mobili entra nei cantieri o nelle proprietà di terzi per l'installazione, o la pulizia manutentiva ed i rifornimenti, o per le manutenzioni a danno, o per il ritiro, deve operare sempre nel pieno rispetto della proprietà altrui, delle norme sulla sicurezza (D.Lgs. 81/2008) e delle norme sul lavoro, pertanto deve preventivamente munirsi di permesso di accesso, deve dotarsi di cartellino di riconoscimento rilasciato dall'impresa per cui lavora, deve disporre di P.O.S. eventualmente ad integrazione del P.O.S. di altra impresa titolare del cantiere per eventuali interferenze, deve essere equipaggiato con i dispositivi di protezione personali idonei al tipo di cantiere (proprio o di terzi), deve delimitare ed evidenziare il proprio cantiere con i previsti segnali di "rischio" – "pericolo" – "divieto", deve posizionare veicoli, dotazioni ed attrezzi di lavoro su suolo pianeggiante, compatto e stabile, ed in modo da non creare ostacoli, pericoli e disagi ad altre persone presenti nell'area.

Preventivamente l'impresa fornitrice dei Bagni Mobili e dei relativi servizi deve aver fissato con il committente, conoscere e comunicare al personale incaricato: le esatte ubicazioni, il nome della persona di riferimento in situ con relativo recapito telefonico, l'accesso ed il percorso all'ubicazione per i veicoli di servizio.

1.9b Le norme EN UNI 16194 stabiliscono che i servizi concordati tra committente ed impresa di servizi relativi a Bagni Mobili, devono essere documentati su apposito registro delle prestazioni, con riferimento ai regolamenti nazionali e locali pertinenti.

La società di servizi relativi a Bagni Mobili che soddisfa integralmente i requisiti della norma EN UNI 16194 può farsene vanto nelle circostanze in cui lo ritenga utile, con la seguente dichiarazione di conformità: "SERVIZIO EFFETTUATO IN CONFORMITÀ CON LA NORMA EN 16194".

ESTRATTO DA NORME EN UNI 16194

TIPOLOGIE DI IMPIEGO DEI BAGNI MOBILI NON COLLEGATI ALLA RETE FOGNARIA

I bagni mobili non collegati alla rete fognaria vengono impiegati per i seguenti utilizzi:

- tipo **A**: eventi;
- tipo **B**: missioni militari;
- tipo **C**: opere di soccorso nei casi di disastri naturali;
- tipo **D**: cantieri;
- tipo **E**: settore agricolo, per esempio, per i raccolti;
- tipo **F**: cantieristica industriale, per esempio porti, raffinerie, centrali elettriche;
- tipo **G**: commercio, per esempio stand di vendita portatili;
- tipo **H**: aree pubbliche, parchi e parcheggi;
- tipo **I**: spiagge;
- tipo **J**: piste da sci.

FREQUENZA DI UTILIZZO, NUMERO DI BAGNI MOBILI, INTERVALLI DEI SERVIZI E ACCESSIBILITÀ

Disposizioni generali, ad eccezione degli eventi (installazione tipo A)

Le seguenti informazioni devono costituire i dati in ingresso per i calcoli:

a) frequenza di utilizzo del bagno mobile per utente: una volta ogni 4 ore;

b) numero massimo di utilizzi per ogni bagno mobile tra un intervento di pulizia e il successivo: 100.

Nel calcolo non è stata considerata la separazione per sesso.

Dislocamento presso i cantieri edili (tipo D), nel settore agricolo (tipo E) e industriale (tipo F)

Tabella 1 – Numero di utilizzatori/bagni mobili

N. di utilizzatori	N. di bagni mobili
Da 1 a 10	1
Dal 11 a 20	2
Oltre 20	Un bagno mobile in più ogni 10 utilizzatori addizionali
Il bagno mobile deve essere pulito almeno ogni 5 giorni lavorativi da 8 ore ciascuno.	

Nei cantieri edili a livello del suolo, la distanza massima tra il luogo di lavoro e il bagno mobile non deve superare i 100 m. Nei cantieri edili su più livelli, deve essere installato un bagno mobile ogni 2 piani. Oltre al personale del cliente, il gruppo di utilizzatori comprende il personale dei subappaltatori.

Dislocamento per eventi (tipo A)

Tabella 2 – Numero di utilizzatori/bagni mobili

	Numero di utilizzatori (50% maschi e 50% femmine)	Numero minimo di bagni mobili (per un evento della durata massima di 6 ore)	Numero minimo di bagni mobili (per un evento della durata massima di 12 ore)
a)	Fino a 249	2	3
b)	Dal 250 a 499	3	5
c)	Dal 500 a 999	6	9
d)	da 1 000 a 1 999	12	18
e)	da 2 000 a 2 999	25	38
f)	da 3 000 a 3 999	38	57
g)	da 4 000 a 4 999	50	75
h)	da 5 000 a 5 999	63	95
i)	da 6 000 a 6 999	75	113
j)	da 7 000 a 7 999	88	132
k)	da 8 000 a 8 999	100	150
l)	da 9 000 a 9 999	113	170
m)	da 10 000 a 12 499	125	188
n)	Da 12 500 a 14 999	156	234
o)	da 15 000 a 17 499	188	282
p)	Da 17 500 a 19 999	219	329
q)	20 000	250	375
r)	Oltre 20 000	Richiesto calcolo individuale	

Intervallo di pulizia: Nel presente prospetto non sono considerati gli interventi di pulizia intermedi o i periodi di inutilizzo in servizio sul sito. Questi aspetti richiedono calcoli specifici. Se gli eventi si protraggono più di 6 o 12 ore, il bagno mobile deve essere pulito a intervalli di 6 o 12 ore.

Quando sono serviti cibi e bevande, il numero di bagni mobili deve essere aumentato a causa della maggiore frequenza di utilizzo. Si raccomanda un aumento pari ad almeno il 30%. Se la percentuale di utilizzatori di sesso femminile supera il 50%, il numero di bagni mobili deve essere aumentato di conseguenza. L'incremento quantitativo deve essere concordata fra il noleggiatore e il fornitore.

CAPITOLO 2

VEICOLI PER TRASPORTO BAGNI MOBILI – GESTIONE PULIZIA CON RACCOLTA E TRASPORTO RIFIUTI DI RISULTA

2.1 Veicoli per trasporto, gestione e pulizia dei bagni mobili, essi sono costituiti da un telaio con cabina per la guida e per 1 o 2 passeggeri, allestito con un pianale fisso al telaio dietro la cabina. Il pianale, inamovibile e non ribaltabile, è dotato di ancoraggi per il trasporto dei bagni mobili e di attrezzatura per la loro pulizia manutentiva, ancorati in sicurezza per il trasporto. L'attrezzatura per la pulizia consta generalmente di un serbatoio/cisterna per il contenimento dei rifiuti raccolti da pulizia manutentiva dei bagni mobili, da serbatoi per i liquidi di lavaggio e disin-

fettanti, da una pompa di aspirazione dei suddetti rifiuti, da una pompa per i liquidi di lavaggio e disinfettanti, da arrotolatore con tubo flessibile ed erogatore per le azioni di lavaggio con acqua e disinfettanti, da tubo di aspirazione rifiuti, nonché accessori d'uso; le pompe sono azionate da impianto idraulico alimentato da presa di forza al motore del veicolo, governato dal pannello comandi. I veicoli possono essere approvati ed immatricolati con gancio di traino per appendici/rimorchi allestiti per trasporto di bagni mobili supplementari.

2.2 Trasporto è la fase di movimentazione dei bagni mobili dai depositi e dai magazzini ai luoghi di impiego e viceversa, ovvero da un luogo di impiego ad un altro.

Rientrano nella fase di trasporto anche le movimentazioni dei rifiuti (autorizzata per iscrizione dell'impresa all'Albo Gestori Ambientali) derivanti dalla pulizia manutentiva dei bagni mobili e raccolti in idonei serbatoi/cisterne, per conferirli agli impianti autorizzati al trattamento, ovvero alla sede dell'impresa che ha effettuato la pulizia manutentiva, nei limiti e con i vincoli imposti dalle leggi in vigore (articolo 193 – comma 12 del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.).



2.3 Gestione dei bagni mobili è l'insieme di tutte le attività che li riguardano, necessarie per il magazzinaggio, la manutenzione per la funzionalità e l'efficienza, l'installazione nei luoghi di impiego, le operazioni per pulizia – controllo efficienza – ripristino dotazioni d'uso nei luoghi di impiego, la sanificazione.

2.4 Pulizia con raccolta dei rifiuti di risulta è l'attività che deve garantire l'igiene dei bagni mobili in servizio, lo svuotamento della vasca raccolta reflui, la sua pulizia, il ripristino dei liquidi igienizzanti e dei materiali di consumo, la sanificazione e disinfettazione, la sicurezza. Lo svuotamento della vasca raccolta reflui e la relativa pulizia, si effettuano caricando o aspirando i rifiuti di risulta in cisterna montata sul veicolo appositamente attrezzato, per il successivo loro trasporto a destinatario autorizzato al trattamento (smaltimento o recupero) nei tempi e con le modalità stabilite dalle norme.

CAPITOLO 3

VEICOLI PER TRASPORTO BAGNI MOBILI E RIFIUTI DI RISULTA: OMOLOGAZIONE – COLLAUDO - IMMATRICOLAZIONE

3.1 Omologazione (comunemente detto “collaudo”) dei veicoli per trasporto, gestione e pulizia dei bagni mobili è operazione a carico del loro allestitore, cioè del soggetto che provvede ad installare sul telaio del veicolo il pianale completo di dotazioni ed impianti di cui al precedente punto 2.1, nel rispetto delle direttive del costruttore del telaio (IVECO – MERCEDES – RENAULT ecc.) e delle norme del Ministero dei Trasporti e del Codice della Strada (D.Lgs. 285/1992 e s.m.i.).

3.2 Collaudo (detto anche “visita e prova”) per ammissione alla circolazione viene effettuato da funzionari dei servizi tecnici autorizzati del Ministero dei Trasporti, quali i Centri Prova Autoveicoli (CPA) ovvero gli uffici provinciali della motorizzazione civile; al collaudo con esito positivo il servi-





zio tecnico che ha proceduto per visita e prova sul veicolo, rilascia all'allestitore il "certificato di approvazione" che è il documento con cui il proprietario del veicolo può immatricolarlo.

3.3 Immatricolazione è l'atto amministrativo per l'immissione in circolazione su strada dei veicoli, attraverso il rilascio al proprietario del loro documento di circolazione (foglio di via provvisorio – carta di circolazione) e delle targhe di circolazione; quindi a seguito dell'immatricolazione il veicolo può circolare su strada per gli usi consentiti dalle leggi.

3.4 Il collaudo con visita e prova può essere per:

- **UNICO ESEMPLARE**, quando l'allestitore presenta per visita e prova al CPA di competenza (Centro Prove Autoveicoli) un solo veicolo e la prevista documentazione tecnica; il funzionario della motorizzazione procede agli accertamenti, sul veicolo allestito, dei requisiti di idoneità alla circolazione (ex articolo 75 del C.d.S.) per poter emettere il "certificato di approvazione" per quel veicolo. Per successivi veicoli, anche se identici, si attuano di volta in volta le medesime procedure.
- **PICCOLA SERIE**, quando l'allestitore presenta per visita e prova al CPA di competenza un prototipo di veicolo ed una piccola serie di veicoli (5 – 10) già contrassegnati da punzonatura indelebile e dichiarati dall'allestitore identici al prototipo; il CPA, a seguito degli esiti positivi degli accertamenti, rilascia all'allestitore i "certificati di approvazione" per tutti i veicoli costituenti la piccola serie, avendo anche provveduto a convalidare le punzonature e sulla base delle dichiarazioni di conformità emesse dall'allestitore per gli altri veicoli costituenti la piccola serie presentata.
- **TIPO OMOLOGATO**, quando l'allestitore presenta alla Direzione Generale per la Motorizzazione un progetto dettagliato per approvazione di "allestimento tipo". La Direzione Generale della Motorizzazione per approvare la documentazione relativa al progetto accerta preventivamente che l'organizzazione dell'allestitore sia in grado di garantire la conformità della produzione di serie. Data l'approvazione della Direzione Generale Motorizzazione, l'allestitore presenta per visita e prova al CPA di competenza un prototipo di veicolo con l'allestimento oggetto di omologazione. L'esito positivo di visita e prova consente al servizio tecnico che le ha effettuate (CPA) di emettere il certificato di approvazione del prototipo ed alla Direzione Generale della Motorizzazione di rilasciare all'allestitore la "omologazione per tipo". L'omologazione per tipo può essere nazionale o comunitaria. Le omologazioni per tipo sono soggette a verifiche e revisioni periodiche. Il costruttore può allestire, nel periodo di validità dell'omologazione, un numero illimitato di veicoli conformi al prototipo sottoposto a visita e prova per omologazione, quindi chiedere all'ufficio provinciale della motorizzazione il rilascio del "certificato di approvazione" per ogni allestimento presentato con una "dichiarazione di conformità" (al prototipo) periodicamente verificata. La procedura per "TIPO OMOLOGATO" è la più snella ed economica per il rilascio all'allestitore del "certificato di approvazione", ma è possibile solo ad impresa che disponga di una buona organizzazione complessiva per garantire nel tempo conformità della produzione.



CAPITOLO 4

CLASSIFICAZIONE ED UTILIZZO VEICOLI PER TRASPORTO BAGNI MOBILI, PULIZIA E TRASPORTO RIFIUTI DI RISULTA

4.1 L'allestitore consegna veicolo e "certificato di approvazione" (con altre dichiarazioni) al soggetto che ne diventa proprietario. Il proprietario procede con la "immatricolazione" del veicolo che è l'autorizzazione amministrativa per la sua immissione in circolazione con il documento di circolazione (foglio di via provvisorio – carta di circolazione) e le targhe di circolazione (anteriore e posteriore). A seguito dell'immatricolazione il veicolo può circolare su strada per gli usi consentiti dalle leggi. L'immatricolazione (autorizzazione amministrativa) in alcuni casi è subordinata alla verifica di idoneo titolo autorizzativo in capo al proprietario/intestatario del veicolo, in fase di stampa del documento di circolazione da parte degli uffici provinciali della motorizzazione. Tale titolo autorizzativo è necessario solo quando i veicoli allestiti per trasporto bagni mobili, pulizia e trasporto dei rifiuti di risulta vengono immatricolati come "autocarri" ovvero "trasporto specifici" per trasporto merci/cose e quindi con indicata la portata utile (differenza tra massa totale a pieno carico e tara del veicolo) sulla carta di circolazione; in tali casi i veicoli "autocarri" e "trasporto specifico" possono essere utilizzati anche per il trasporto di tutto ciò che consente il titolo autorizzativo, oltre i bagni mobili ed attrezzature per pulizia e trasporto rifiuti di risulta.

4.2 I bagni mobili ed i rifiuti costituiti dai liquami di risulta dall'attività di pulizia manutentiva degli stessi bagni mobili, nel campo specifico di cui si tratta, sono le "cose trasportate" ovvero le merci trasportate. I liquami/rifiuti devono essere trasportati sempre con documento di trasporto che è il Formulario Identificazione Rifiuti (FIR), considerato dal Ministero dei Trasporti equipollente al DDT previsto per il trasporto merci diverse da rifiuti.

Durante il trasporto i liquami/rifiuti devono essere contenuti in recipienti stagni e chiusi che non devono avere alcuna dispersione né di materia, né di percolati, né di odori; i recipienti possono essere in pvc ovvero in vetroresina ovvero in metallo, la loro forma e geometria può essere varia, comunque consona al suo corretto fissaggio sul pianale del veicolo ed al contenimento sicuro dei rifiuti caricati. La versione serbatoio a cisterna cilindrica con fondi bombati è la più consueta, anche se non l'unica possibile, perché è la più resistente ad usura, urti e sollecitazioni, la più adatta all'uso continuo e sicuro, soprattutto è dotata di accessori (pompe - naspi porta tubi – valvole di carico e scarico – ecc.) che ne rendono facile, sicuro, pratico e rapido l'impiego per la pulizia manutentiva dei bagni mobili. Tali cisternette possono anche essere dotate di "certificato identificazione cisterna" previsto per le cisterne spurgo pozzi neri, comunque non obbligatorio per piccole cisterne, che comunque devono essere sufficientemente robuste per resistere alla depressione interna in fase di aspirazione dei liquami/rifiuti se operanti sotto vuoto.



4.3 I veicoli da utilizzare per il trasporto di bagni mobili, pulizia e trasporto dei rifiuti di risulta possono essere classificati in tre diversi modi:

1. **AUTOCARRO** = veicoli per il trasporto di cose, ex lettera d) all'articolo 54 del C.d.S., con portata utile ai fini del trasporto cose (M.T.T. – TARA); tale classificazione consente la massima flessibilità di impiego del veicolo allestito perché sul pianale tecnicamente possono essere ca-

ricate cose di qualsiasi tipo (compresi i rifiuti) imballate, confezionate, in serbatoi/cisternette, alla rinfusa. I veicoli di cui trattasi, classificati autocarro, devono essere presentati alle revisioni periodiche a pianale libero, senza bagni mobili, senza cisternette, né altre dotazioni o carichi; ne viene verificata la tara a pianale libero per conferma della portata utile (in tal caso fanno parte della portata utile la cisternetta e le sue attrezzature + i bagni mobili caricabili sulla superficie a disposizione + il carico di rifiuti), oltre l'efficienza e l'integrità delle dotazioni previste dal codice della strada (luci + cristalli + pneumatici + segnalazioni + ecc.); in occasione di tali revisioni periodiche l'eventuale presa di forza ed impianto idraulico non devono essere smontati perché possono rientrare nella tara, ovvero nella tolleranza del 5% della MTT ammessa dal Codice della Strada se montati successivamente alla verifica e prova per approvazione come autocarro con pianale; in tali casi si consiglia all'allestitore di utilizzare innesti rapidi a pressione per collegare/scollegare agevolmente l'impianto idraulico alle/dalle pompe con la cisternetta. L'inserimento del veicolo approvato autocarro nell'iscrizione in categoria 4 dell'Albo Gestori Ambientali è possibile per il trasporto di tutti i rifiuti non pericolosi tecnicamente caricabili, compresi i liquami/rifiuti da pulizia manutentiva bagni mobili, a condizione che tale veicolo sia immatricolato USO TERZI come vedremo meglio in seguito. Il veicolo può anche essere inserito nelle altre categorie di trasporto rifiuti dell'Albo Gestori Ambientali e può anche essere utilizzato per il trasporto conto terzi di cose diverse da rifiuti.



2. **VEICOLO PER TRASPORTO SPECIFICO** = qualora il veicolo allestito dovesse essere approvato con la dicitura "dotato permanentemente di cisterna atta al trasporto di liquami" (cosa certamente possibile) ovvero più semplicemente "cisterna", non sarebbe più classificato "AUTOCARRO" bensì "VEICOLO PER TRASPORTO SPECIFICO" con cisterna; la cisterna potrebbe essere a pressione atmosferica e caricabile con una piccola pompa travaso, ovvero operante sotto vuoto per mezzo di depressore, simile alle cisterne "spurgo pozzi neri", con certificato di identificazione cisterna (sottoposte a verifiche triennali), ovvero senza trattandosi di piccole cisterne. Tale veicolo viene presentato alle revisioni periodiche completo di tutte le dotazioni, cisterna compresa. Tuttavia l'approvazione come veicolo per trasporto specifico con cisterna ne rende meno flessibile l'impiego rispetto ad autocarro, anche se presenta il vantaggio di essere presentato alle revisioni periodiche completo di tutte le dotazioni per la sua operatività, esclusi bagni mobili e rifiuti che sono le cose trasportate compatibili con la portata utile. L'inserimento del veicolo approvato trasporto specifico (con cisterna) nell'iscrizione in categoria 4 dell'Albo Gestori Ambientali è possibile per il trasporto di tutti i rifiuti non pericolosi tecnicamente caricabili e scaricabili, compresi i liquami/rifiuti da pulizia manutentiva bagni mobili, a condizione che tale veicolo sia immatricolato "USO TERZI" come vedremo meglio in seguito; lo stesso veicolo può anche essere inserito nelle altre categorie di trasporto rifiuti dell'Albo Gestori Ambientali e può anche essere utilizzato per il trasporto conto terzi di cose diverse da rifiuti.
3. **AUTOVEICOLO PER USO SPECIALE** = veicoli caratterizzati dall'essere muniti permanentemente di speciali attrezzature e destinati prevalentemente al trasporto proprio, ex lettera g) all'articolo 54 del C.d.S., senza portata utile ai fini del trasporto. Su tali veicoli è consentito il trasporto del personale e dei materiali connessi col ciclo operativo delle attrezzature e di persone e cose connesse alla destinazione d'uso delle attrezzature stes-

se. Esempi di veicoli per uso speciale sono: le spazzatrici stradali, i lava cassonetti per NN.UU., i veicoli per soccorso stradale, le officine mobili, i veicoli attrezzati per video ispezione reti fognarie, ecc., tutti targati per libera circolazione (diversi da "macchine operatrici"). I veicoli approvati ed immatricolati "USO SPECIALE" in questione (non occorre alcun titolo autorizzativo = iscrizione all'Albo Autotrasportatori, accesso alla professione, licenza conto proprio) possono essere utilizzati esclusivamente per trasporto bagni mobili, pulizia e trasporto dei rifiuti di risulta, possono essere inseriti solo nella categoria 4 dell'Albo Gestori Ambientali per il trasporto solo dei rifiuti classificati con codice EER 200304. I veicoli approvati ed immatricolati "USO SPECIALE", di qualsiasi MTT (massa totale a terra), sono anche esentati dal campo di applicazione del regolamento CE 561/2006, quindi sono esentati da installazione ed uso del cronotachigrafo e dalla registrazione dei tempi di guida, ex punto 5 della circolare 17598 del 22 luglio 2011 del Ministero dell'Interno (dipartimento della pubblica sicurezza).



4. **APPENDICI RIMORCHIO** = per esse valgono le stesse considerazioni del veicolo motrice abilitato al rimorchio; l'appendice rimorchio, approvata/omologata rispondente alle norme per la circolazione stradale, può anche essere ad USO SPECIALE e può essere trainata da veicolo motrice USO SPECIALE a condizione che rientri nei limiti di ingombro e di carico nonché nelle prescrizioni stabilite per l'aggancio, per il quale non è previsto alcun abbinamento dei numeri di telaio (si tenga presente che motocompattori – gruppi elettrogeni – idrovore – torri faro – ecc. sono appendici rimorchiabili acquistati dalle imprese senza alcun riferimento al numero di telaio o alla targa dei veicoli che li rimorchieranno salvo il rispetto delle condizioni tecniche e geometriche per l'aggancio ed il rimorchio).

Da non confondersi la definizione dei veicoli "uso speciale" che corrisponde a quanto riportato al precedente punto 3 ex lettera g) all'articolo 54 del C.d.S., dalla definizione "trasporto specifico" ex lettera f) all'articolo 54 del C.d.S. da considerare possibile per quanto esposto al precedente punto 2.

4.4 La classificazione (definita da allestitore e proprietario) deve essere preventiva al collaudo del veicolo allestito perché i servizi tecnici della motorizzazione devono emettere il "certificato di approvazione" per AUTOCARRO con portata utile ai fini del trasporto, ovvero per TRASPORTO SPECIFICO con cisterna, ovvero per USO SPECIALE senza portata utile ai fini del trasporto ma solo di personale, attrezzature, cose e materiali connessi col ciclo operativo e con la destinazione d'uso del veicolo allestito. Tutte e tre le classificazioni descritte, AUTOCARRO – TRASPORTO SPECIFICO (cisterna) – USO SPECIALE (trasporto bagni mobili, pulizia e trasporto dei rifiuti di risulta), sono state adottate ed approvate in passato, e potranno esserlo ancora in futuro perché tutte possibili secondo il Codice della Strada ed altre norme del Ministero dei Trasporti, caratterizzate tuttavia da differenti possibilità di impiego operativo, nonché con o senza titolo autorizzativi per l'immatricolazione, come vedremo meglio di seguito. Durante la "vita" del veicolo la classificazione può essere cambiata esclusivamente con nuova visita e prova/collaudo da parte dei servizi tecnici della motorizzazione, che emetteranno un nuovo certificato di approvazione ed annulleranno la precedente carta di circolazione, consentendo una nuova immatricolazione del veicolo con la nuova classificazione.

4.5 La destinazione ed uso dei veicoli è riportata sulla carta di circolazione (modello MC 820 F) nel riquadro 2 alla posizione J1, essa può essere:

a) per veicoli omologati AUTOCARRO è USO TERZI se essi sono stati immatricolati per il trasporto di cose in conto terzi (rispetto al proprietario/intestatario della carta di circolazione); tale condizione (autocarro – uso terzi) consente anche al proprietario/intestatario di noleggiare “a freddo” (senza conducente) il veicolo a terzi che siano anch’essi autorizzati al trasporto cose in conto terzi; in un caso e nell’altro l’autocarro viene utilizzato per richieste di terzi verso corrispettivo;



b) per veicoli omologati AUTOCARRO è USO PROPRIO se essi sono stati immatricolati esclusivamente per il trasporto delle cose proprie (del proprietario/intestatario della carta di circolazione); l’autocarro – uso proprio non può essere noleggiato a terzi; in nessun caso l’autocarro – uso proprio può essere utilizzato per richieste di terzi verso corrispettivo;

c) per i veicoli omologati TRASPORTO SPECIFICO vale esattamente quanto riportato alle precedenti lettere a) e b);

d) per i veicoli omologati USO SPECIALE, per i quali non si deve fare riferimento al trasporto merci in quanto veicoli senza portata utile ai fini del trasporto, è USO TERZI se essi sono stati immatricolati per il loro utilizzo da parte di soggetti terzi rispetto al proprietario (compagnia di leasing o società autorizzata all’immatricolazione di veicoli da locare senza conducente); il proprietario li concede in utilizzo a terzi verso corrispettivo;



e) per i veicoli omologati USO SPECIALE, per i quali non si deve fare riferimento al trasporto merci in quanto veicoli senza portata utile ai fini del trasporto, è USO PROPRIO se essi sono stati immatricolati per il loro utilizzo solo da parte del soggetto proprietario/intestatario, che non può noleggiarli a terzi.

4.6 L’immatricolazione dei veicoli classificati AUTOCARRO (1.) e TRASPORTO SPECIFICO (2.) è subordinata al possesso di idoneo titolo autorizzativo da parte del proprietario/intestatario del veicolo; tali titoli autorizzativi che permettono l’immatricolazione dei veicoli in genere sono:

a) AUTORIZZAZIONE ALL’IMPRESA PER TRASPORTO DI COSE IN CONTO TERZI, conseguente ad iscrizione dell’impresa all’Albo Nazionale Autotrasportatori istituito con legge 298/74 ed accesso alla professione, con modalità e requisiti di cui all’articolo 1 del D.Lgs. 395/2000 e s.m.i..

b) LICENZA PER SINGOLO VEICOLO CON M.T.T. SUPERIORE A 6 TON PER TRASPORTO DI COSE IN CONTO PROPRIO, la licenza è rilasciata da apposita commissione insediata presso la sezione provinciale dell’Albo Nazionale Autotrasportatori, su richiesta dell’impresa per singolo veicolo individuato con numero di telaio (per ottenere la licenza l’impresa deve già possedere il veicolo); sulla licenza sono riportati codici e classi di cose trasportabili in conto proprio inerenti l’attività principale dell’impresa denunciata alla competente CCIAA; il trasporto delle proprie cose deve rimanere attività marginale, senza corrispettivo e complementare all’attività principale; il veicolo viene immatricolato con portata utile per il trasporto delle proprie cose nonché USO PROPRIO, pertanto non può essere utilizzato per richieste di terzi verso corrispettivo né noleggiato.

c) LICENZA PER SINGOLO VEICOLO CON M.T.T. FINO A 6 TON PER TRASPORTO DI COSE IN

CONTO PROPRIO, non occorre alcun titolo autorizzativo ma il veicolo viene immatricolato all’impresa solo per il trasporto delle proprie cose, in quanto attività marginale, senza corrispettivo e complementare all’attività principale.

4.7 L’immatricolazione dei veicoli classificati per USO SPECIALE (3.), invece, non è subordinata ad alcun titolo autorizzativo per qualsiasi dimensione e caratteristica di impiego del veicolo, l’impresa può ottenere tale immatricolazione sulla base dell’oggetto sociale nell’atto costitutivo dell’impresa.

Ripetiamo un concetto importante che sarà ripreso anche in seguito: per l’iscrizione in categoria 4 dell’Albo Gestori Ambientali, per essere autorizzata al trasporto di rifiuti speciali non pericolosi, l’impresa deve presentare veicoli immatricolati per trasporto cose in conto terzi (AUTOCARRI – VEICOLI PER TRASPORTI SPECIFICI – con portata utile) quindi deve essere iscritta all’Albo Nazionale Autotrasportatori di cose in conto terzi con accesso alla professione,

ovvero

veicoli immatricolati USO SPECIALE (senza portata utile - per il trasporto di bagni mobili, pulizia e trasporto dei rifiuti di risulta) da impiegare esclusivamente per il ciclo operativo (tra cui la raccolta dei rifiuti derivanti da pulizia manutentiva) per cui sono stati approvati dai servizi tecnici della motorizzazione; essi saranno USO PROPRIO se di proprietà ovvero USO TERZI se noleggiato a freddo; per l’impiego di veicoli USO SPECIALE non è necessario che l’impresa sia iscritta all’Albo Nazionale Autotrasportatori di cose in conto terzi.



I veicoli USO SPECIALE sono esentati da installazione ed uso del cronotachigrafo e dalla registrazione dei tempi di guida, ex punto 5 della circolare 17598 del 22 luglio 2011 del Ministero dell’Interno.

4.8 Si precisa che:

per l’iscrizione in categoria 4 dell’Albo Gestori Ambientali, ex articolo 212 – comma 5 del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., l’impresa non può presentare veicoli immatricolati con portata utile per il trasporto cose in conto proprio (AUTOCARRI – VEICOLI PER TRASPORTI SPECIFICI – USO PROPRIO)

perché tale attività di trasporto, riferita a rifiuti non pericolosi, quali scarti prodotti dalla propria attività, fa riferimento al comma 8 del citato articolo 212 per l’iscrizione semplificata “C.P.” a detto Albo, che tuttavia esclude l’attività di pulizia manutentiva dei bagni mobili con trasporto dei rifiuti di risulta rientrante nelle attività della categoria 4 (ordinaria) ex comma 5 del citato articolo 212.

SINTESI DEL CAPITOLO 4

1. omologare i veicoli per trasporto bagni mobili, pulizia e trasporto dei rifiuti di risulta come veicolo per USO SPECIALE perché l’impresa possa immatricolarli senza la necessità di alcun titolo autorizzativo (né conto terzi né conto proprio). Il Ministero dei Trasporti ha già rilasciato tali omologazioni in passato, non sussistono impedimenti al loro rilascio per il futuro. In tale caso i veicoli possono effettuare esclusivamente trasporto bagni mobili, pulizia e trasporto dei rifiuti di risulta, i rifiuti di risulta sono classificati con codice EER 200304. Le parole sottolineate devono essere riportate, dall’allestitore in fase di omologazione e dall’ufficio provinciale della motorizzazione in fase di immatricolazione, rispettivamente nelle note del certificato di approvazione e trascritte nel riquadro 3 della carta di circolazione, per la massima chiarezza sull’impiego del veicolo durante valutazioni, controlli e verifiche da parte delle Autorità competenti. I veicoli USO SPECIALE sono idonei, ex lettera g) all’articolo 54 del C.d.S., al traspor-

to del personale e dei materiali connessi col ciclo operativo delle attrezzature e di persone e cose connesse alla destinazione d'uso delle attrezzature stesse, nello specifico sono idonei al trasporto dei rifiuti di risulta da pulizia manutentiva dei bagni mobili, degli stessi bagni mobili e delle persone addette alla specifica attività.



2. I veicoli omologati USO SPECIALE sono immatricolati USO TERZI solo se il proprietario/intestatario è compagnia di leasing ovvero società autorizzata per attività di noleggio veicoli senza conducente, cioè solo se il proprietario/intestatario è soggetto autorizzato ad immatricolare (a freddo = senza conducente) veicoli a terzi verso corrispettivo per l'impiego previsto dal Codice della Strada; quindi gli utilizzatori dei veicoli sono soggetti terzi che pagano un corrispettivo al proprietario/ intestatario.
3. I veicoli omologati USO SPECIALE sono immatricolati USO PROPRIO nei casi in cui il proprietario/intestatario è anche utilizzatore dei veicoli con proprio personale, per i medesimi utilizzi; i veicoli USO PROPRIO non possono essere noleggiati a terzi.
4. Solo se l'impresa è già iscritta all'Albo Nazionale Autotrasportatori per trasporto cose in conto terzi con accesso alla professione può, in alternativa, immatricolare i veicoli da impiegare per trasporto bagni mobili, pulizia e trasporto dei rifiuti di risulta come AUTOCARRO per avere la disponibilità degli stessi al trasporto cose in conto terzi sul pianale, diverse dai bagni mobili e relative attrezzature, in tal caso le parole sottolineate non saranno riportate sulla carta di circolazione, trattandosi di veicoli per trasporto generico; in alternativa l'impresa autorizzata al trasporto conto terzi può immatricolare i veicoli per TRASPORTI SPECIFICI (cisterna) con permanenza dell'attrezzatura sul pianale ma rinunciando alla loro completa flessibilità di impiego per trasporto generico su pianale.

LE IMPRESE CHE NON SONO ISCRITTE ALL'ALBO NAZIONALE AUTO-TRASPORTATORI POSSONO COMUNQUE IMMATICOLARE VEICOLI USO SPECIALE PER TRASPORTO BAGNI MOBILI, PULIZIA E TRASPORTO DEI RIFIUTI DI RISULTA, QUINDI POSSONO ISCRIVERSI ALL'ALBO GESTORI AMBIENTALI CON TALI VEICOLI IN CATEGORIA 4 LIMITATAMENTE A RACCOLTA E TRASPORTO DI RIFIUTI CLASSIFICATI CON CODICE EER 200304.

NOTA IMPORTANTE:

nei casi di veicoli USO SPECIALE le specificazioni riportate al punto J1 – riquadro 2 della carta di circolazione, “USO TERZI” ovvero “USO PROPRIO”, sono in riferimento al soggetto che utilizza i veicoli, non devono essere messe in relazione al trasporto merci perché tali veicoli non hanno portata utile a tale scopo. I veicoli USO SPECIALE – USO TERZI sono utilizzati, verso corrispettivo a favore del proprietario/intestatario e nell'interesse di soggetti terzi, ex articolo 82 – comma 5 – lettera a) del C.d.S.. I veicoli USO SPECIALE – USO PROPRIO sono utilizzati esclusivamente dal proprietario/intestatario, con proprio personale, verso corrispettivo per i servizi resi dai quali è escluso il trasporto di cose. Per esempio, le spazzatrici stradali immatricolate per “libera circolazione” (non macchine operatrici) sono omologate per lo spazzamento stradale ed aspirano in apposito contenitore ciò che spazzano (rifiuti corrispondenti al codice EER 200303) per trasportarlo a destinazione autorizzata a trattamento; tali spazzatrici stradali sono veicoli classificati USO SPECIALE:

- se sono immatricolate da compagnia di leasing e nolleggiate senza conducente a terzi, essi sono USO SPECIALE – USO TERZI,

- se sono immatricolate dal proprietario/intestatario che li utilizza con proprio personale, essi invece sono USO SPECIALE – USO PROPRIO,

in entrambi i casi svolgono il medesimo servizio, con la differenza che nel primo la compagnia di leasing fattura all'utilizzatore il canone di noleggio (verso corrispettivo), nel secondo il proprietario/intestatario fattura al cliente il servizio fornito con proprio personale e con propri mezzi.

Tutti i veicoli USO SPECIALE sono esentati da installazione ed uso del cronotachigrafo e dalla registrazione dei tempi di guida, ex punto 5 della circolare 17598 del 22 luglio 2011 del Ministero dell'Interno.

CAPITOLO 5

CLASSIFICAZIONE DEI RIFIUTI DA PULIZIA BAGNI MOBILI, FORMULARI DI IDENTIFICAZIONE RIFIUTI, REGISTRI DI CARICO E SCARICO RIFIUTI

5.1 I bagni mobili sono sostitutivi delle strutture igieniche fisse che sono presidi indispensabili per ogni realtà abitata o abitabile, sia essa pubblica, privata, civile, artigianale, industriale, commerciale, militare, istituzionale, per servizi, ecc.

Nei bagni, di qualsiasi tipologia, si producono reflui da igiene personale e metabolismo umano, definiti “acque reflue domestiche” ovvero “acque reflue industriali” (lettere <g> ed <h> all'articolo 74 del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.), quindi scaricate nella rete fognaria ovvero in sistemi individuali o altri sistemi pubblici o privati adeguati (ex comma 3 all'articolo 100 del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.). La rete fognaria, insieme di condotte per la raccolta e il convogliamento delle acque reflue urbane (lettere <dd> all'articolo 74 del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.) deve necessariamente essere intesa nel suo complesso di infrastruttura, sia la parte pubblica che quella asservita ad edifici privati, perché nel suo complesso è funzionale a collettare gli scarichi senza soluzione di continuità. La rete fognaria è l'insieme di pozzetti, caditoie, impianti di sollevamento, griglie di separazione, fosse settiche convenzionali, fosse imhoff, tubi collettori.

I “rifiuti” da fosse settiche e da pulizia reti fognarie si generano nella fase di raccolta dei sedimenti dei reflui giacenti nelle rispettive parti della rete fognaria (riferimento EN 14654); le fosse settiche favoriscono, per rallentamento del flusso, la formazione di depositi per mantenere più pulite possibile le condutture durante il normale funzionamento dell'intera infrastruttura, dove tuttavia si formano comunque depositi di vario genere. Per una buona e duratura efficienza della rete fognaria si deve intervenire a programma per la pulizia delle fosse settiche, dei pozzetti, delle caditoie, degli impianti di sollevamento, nonché per l'integrità delle condotte e dell'intera infrastruttura. I rifiuti da fosse settiche sono classificati con codice EER 200304, mentre quelli dalla pulizia delle reti fognarie sono classificati con codice EER 200306; in entrambi i casi i rifiuti sono generati dall'azione di pulizia manutentiva per liberare le parti dell'infrastruttura da sedimenti e depositi con definizioni, procedure, modalità e mezzi di lavoro specificati anche nelle EN 14654 = *gestione e controllo delle operazioni di pulizia di scarichi e collettori di fognature*. I rifiuti che derivano dalla pulizia dei bagni mobili, e quelli derivanti dalla pulizia degli altri sistemi previsti dal citato comma 3 all'articolo 100 del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., hanno le stesse caratteristiche di quelli derivanti dalla pulizia delle fosse settiche, in tutti sono presenti residui di cosmetici, detergenti,



disinfettanti, igienizzanti di vario tipo comunemente utilizzati, oltre ai reflui da metabolismo umano. Le norme e i codici EER non fanno specifico riferimento a rifiuti da pulizia bagni mobili e da pulizia degli altri sistemi di cui al citato comma 3 dell'articolo 100, ma si ritiene debbano essere classificati con codice EER 200304 per i seguenti motivi:

- a) hanno caratteristiche, fisiche e biologiche, simili a quelle riscontrabili nei rifiuti derivanti da pulizia manutentiva delle fosse settiche asservite ad edifici privati;
- b) sono sottoposti agli stessi trattamenti;

c) sono normalmente conferibili con codice EER 200304 ad impianti autorizzati alla depurazione delle acque reflue urbane ex parte III del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., previa comunicazione di cui all'articolo 110 del medesimo decreto legislativo, al pari dei rifiuti con codice EER 200306.

Si ritiene utile citare un paragrafo della sentenza 24 febbraio 2003 n° 8758 della Suprema Corte di Cassazione:
“ ... si è in presenza di rifiuti liquidi costituiti da acque reflue quando i liquami non sono scaricati direttamente nel corpo ricettore, ma vengono trasportati verso un sito



esterno di trattamento. ... , la mancanza di un collegamento diretto fra fonte di produzione e corpo idrico ricettore trasforma automaticamente il liquame di scarico in rifiuto ...” sembra si confermi, nel corsivo estratto dalla sentenza, il principio per cui i reflui ed i liquami siano da considerarsi “rifiuti”, la cui gestione è specificata nella parte IV del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., in quanto debbano essere trasportati perché mancante il collegamento fisico stabile tra luogo di produzione di reflui/ liquami urbani e corpo ricettore, di cui trattasi invece nella parte III del citato decreto legislativo.

Si ritiene dunque lecito affermare, anche per questa ragione, che i rifiuti in questione abbiano origine nella fase di aspirazione/raccolta dei liquami di risulta da attività di pulizia manutentiva effettuata da impresa specializzata, organizzata ed attrezzata autonomamente per rimuovere, diluire con liquidi di lavaggio, aspirare i reflui e liquami giacenti nel deposito non collegato al corpo ricettore, per il successivo trasporto dei rifiuti generati ad impianto autorizzato. Anche in questi casi, coerentemente, l'impresa che effettua la pulizia manutentiva è produttrice dei rifiuti di risulta raccolti e trasportati, di cui comunque garantisce la completa tracciabilità a partire dal luogo di raccolta, assumendosene la responsabilità anche come produttore.

5.2 La **tracciabilità** dei rifiuti derivanti dalla pulizia dei bagni mobili deve essere garantita da produttore e trasportatore dal luogo di produzione sino al luogo di conferimento autorizzato, al pari dei rifiuti da pulizia manutentiva delle reti fognarie e fosse settiche. Gli strumenti attualmente obbligatori per la tracciabilità sono i Formulari Identificazione Rifiuti (F.I.R. ex DM 145/1998) ed i Registri di carico e Scarico (ex DM 148/1998), in attesa di un sistema di tracciabilità informatizzato (SISTR).

5.3 FORMULARI IDENTIFICAZIONE RIFIUTI (tracciabilità) EX D.M. 145/98

I F.I.R. devono essere vidimati prima del loro utilizzo, senza oneri a carico dell'impresa, presso la CCIAA ovvero presso l'Ufficio del Registro ovvero presso l'Agenzia delle Entrate, quindi gestiti e compilati come stabilito dal DM 145/98 e specificato dalla circolare 4 agosto 1998 GAB/DEC/812/98 del MATTM (le procedure passo-passo sono anche riportate sul sito www.associazioneaspi.it). Il Trasportatore è il soggetto che utilizza il veicolo attrezzato per la pulizia manutentiva dei bagni mobili, con cui trasporta i rifiuti di risulta; il Trasportatore di tali rifiuti deve essere iscritto all'Albo Gestori Ambientali ex comma 5 dell'articolo 212 al D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. (in categoria 4 – ordinaria).

Il Produttore è lo stesso soggetto che svolge la pulizia manutentiva dei bagni mobili, quindi coincide con il Trasportatore per la specifica attività per i seguenti motivi:

1. i rifiuti raccolti dal soggetto che utilizza il veicolo attrezzato per la pulizia manutentiva dei bagni mobili sono il risultato dell'azione di pulizia effettuata con l'impiego di liquidi di lavaggio e igienizzanti in dotazione al veicolo stesso;
2. le operazioni di pulizia manutentiva sono attuate in autonomia organizzativa e decisionale del soggetto che le effettua, quindi sotto la sua esclusiva responsabilità per le attrezzature ed i materiali utilizzati, per ciò che carica sul veicolo utilizzato e per i contenuti del F.I.R.;
3. i bagni mobili sono nella gestione o di proprietà dello stesso soggetto che ne effettua la pulizia manutentiva, il quale mette a disposizione del richiedente (pubblico o privato) uno specifico servizio occupandosi dell'efficienza e dell'igiene;
4. l'articolo 183 – lettera f) al D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. definisce *“produttore di rifiuti: il soggetto la cui attività produce rifiuti (produttore iniziale) o chiunque effettui operazioni di pretrattamento, di miscelazione o altre operazioni che hanno modificato la natura e la composizione di detti rifiuti”*, da una valutazione corretta e competente dell'attività di pulizia manutentiva di bagni mobili risulta evidente che i rifiuti raccolti per il trasporto sono modificati rispetto a quanto prodotto dal metabolismo umano;
5. non è possibile individuare come Produttore un soggetto diverso da quello che svolge la pulizia manutentiva, per le ragioni sopra esposte e perché non praticabile, anche in relazione alla dislocazione dei bagni mobili per il loro utilizzo diurno e notturno 24 ore su 24, per esempio su aree pubbliche di grandi città;
6. non vi è alcuna possibilità di attribuire la responsabilità dei rifiuti caricati sul veicolo, risultanti dalla pulizia manutentiva dei bagni mobili, a soggetto diverso (non identificabile) da colui che la ha effettuata;
7. il soggetto che utilizza veicoli per la pulizia dei bagni mobili, in quanto Produttore e Trasportatore dei rifiuti di risulta, prima di iniziare la pulizia manutentiva di bagni mobili dislocati in luoghi diversi su un unico percorso, con raccolta dei rifiuti di risulta, predispone, con le modalità stabilite dal D.M. 145/1998, un unico F.I.R. per l'intero percorso di raccolta e nello spazio annotazioni riporta in successione i vari luoghi di raccolta con indicata a fianco la quantità stimata di rifiuti prodotti e caricati (chili o litri). In relazione al fatto che dal primo luogo di raccolta dei rifiuti il veicolo non si reca direttamente all'impianto di smaltimento o recupero prestabilito, ma invece procede per pulizia di vari bagni mobili dislocati in luoghi diversi su unico percorso, sul F.I.R. deve essere contrassegnata sin dal primo intervento la casella *“percorso diverso dal più breve”* ed a fianco riportare la dicitura *“vedere annotazioni”*;
8. dalla pulizia manutentiva di un bagno mobile risultano modeste quantità di rifiuti (decine di chili o litri), pertanto un veicolo può provvedere alla pulizia manutentiva anche di più di dieci bagni mobili (sino a 40 e 50 bagni mobili) per unico percorso di raccolta rifiuti di risulta. Per poter riportare sul F.I.R. annotazioni chiare e complete, secondo le indicazioni di cui al precedente punto 7, si può chiedere alle tipografie autorizzate la stampa di F.I.R. conformi al modello approvato con D.M.145/1998, ma privilegiando lo spazio disponibile per annotazioni;



9. il F.I.R. deve essere compilato in tutte le sue parti e deve riportare, oltre le annotazioni di cui al precedente punto 7, data – ora – luogo di inizio trasporto che coincidono con l'ultimo intervento di pulizia manutentiva dei bagni mobili in programma, nonché la quantità totale stimata dei rifiuti complessivamente caricati (anche in coda alle annotazioni fare la somma algebrica dei vari carichi). Fino all'ultimo intervento il veicolo ha coperto un percorso di raccolta secondo programma, dopo l'ultimo intervento inizia la fase di trasporto. In ogni punto del percorso di pulizia manutentiva bagni mobili, il F.I.R. correttamente compilato, e con le annotazioni, documenta con precisione la tracciabilità dei rifiuti caricati sino a quel punto;



10. dopo l'ultimo intervento di pulizia manutentiva e raccolta dei rifiuti di risulta l'operatore/autista del veicolo inizia il trasporto dei rifiuti caricati verso l'impianto di smaltimento o recupero prescelto accompagnati dall'unico F.I.R. compilato in ogni sua parte, con indicata la quantità totale stimata dei rifiuti caricati ed avendo contrassegnato la casella "peso da verificarsi a destino"; in alternativa l'operatore/autista può condurre il veicolo con il carico di rifiuti alle sede dell'impresa, o sua unità locale, riportando nelle annotazioni ed in coda ai luoghi degli interventi eseguiti, "rientro in sede causa (indicare il motivo)". Nelle 48 ore dal primo carico di rifiuti da pulizia bagni mobili annotato sul F.I.R. il totale dei rifiuti caricati deve comunque essere conferito ad impianto di smaltimento o recupero ex articolo 193 – comma 12 del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i, accompagnati dal medesimo F.I.R. dopo aver riportato nello spazio annotazioni (in coda a quelle già riportate) la frase "ripreso trasporto il alle ore autista (cognome e nome) ... firma dell'autista (può essere diverso dal precedente)";

11. considerato che taluni percorsi prevedono anche alcune decine di interventi per pulizia manutentiva, tenuto conto che lo spazio "annotazioni" del F.I.R. potrebbe essere insufficiente per indicazioni dettagliate ai fini della tracciabilità, è possibile dotare l'operatore/autista del veicolo che inizia un percorso di raccolta rifiuti di risulta di una stampa dettagliata e puntuale dei vari indirizzi programmati (da spuntare al termine del singolo intervento), e delle singole quantità stimate in chili, su foglio formato A4 intestato dall'impresa e che riporti in premessa il numero del F.I.R. emesso per lo stesso percorso di raccolta e la relativa data di emissione. Tale stampa con proprio numero progressivo di riferimento, in duplice copia (una per il produttore/trasportatore ed una per il destinatario), accompagnerà il F.I.R. per tutto il percorso di raccolta programmato perché ne è parte integrante; nello spazio annotazioni del F.I.R. l'operatore dovrà limitarsi a riportare la dicitura "INTERVENTI PULIZIA MANUTENTIVA DA PROGRAMMA N° ... DEL" ed a seguire, al termine di ogni singolo intervento, la dicitura "intervento 1" ed a seguire "intervento 2" "intervento 20" ecc.. Il F.I.R. e la stampa del percorso programmato contengono in itinere ed al termine del percorso di raccolta tutte le informazioni dettagliate e puntuali ai fini della tracciabilità. Al destinatario l'operatore consegna la copia di competenza del F.I.R. con indicazione in chili della "quantità totale stimata da verificarsi a destino" e l'indicazione di "percorso diverso dal più breve" già impostata dal primo intervento, insieme ad una delle stampe del percorso programmato con gli interventi di raccolta rifiuti da pulizia manutentiva spuntati di volta in volta;

12. durante il trasporto, nei limiti e con le modalità ammesse dalle norme, è possibile il trasbordo totale o parziale dei rifiuti da un veicolo ad un altro, della stessa impresa o di altra impresa autorizzata, con le modalità specificate alla lettera v) della circolare del Ministero dell'Ambiente e del Ministero dell'Industria del Commercio e dell'Artigianato GAB/DEC/812/98 del 4 agosto 1998;

FORMULARIO DI IDENTIFICAZIONE RIFIUTI

Serie e Numero: ... del ... / ... / ...

Numero registro ... Data di emissione ...

1. PRODUTTORE / DETENTORE
 Denominazione o Ragione Sociale _____
 Unità Locale _____
 Codice Fiscale _____ N° Aut./Albo _____ del _____

2. DESTINATARIO
 Denominazione o Ragione Sociale _____
 Luogo di destinazione _____
 Codice Fiscale _____ N° Aut./Albo _____ del _____

3. TRASPORTATORE
 Denominazione o Ragione Sociale _____
 Indirizzo _____
 Codice Fiscale _____ N° Aut./Albo _____ del _____
 N° Autorizzazione Trasporto Conto Terzi _____ Tel. _____
 Trasporto di rifiuti non pericolosi prodotti nel proprio stabilimento di _____

ANNOTAZIONI

4. CARATTERISTICHE DEL RIFIUTO
 Denominazione / Descrizione del rifiuto _____

Codice Europeo del Rifiuto _____/_____	Stato fisico: (1) (2) (3) (4) _____	Caratteristiche di pericolo _____	N° colli / contenitori _____
-------------------------------------------	----------------------------------------	--------------------------------------	---------------------------------

5. DESTINAZIONE DEL RIFIUTO
 Recupero Smaltimento _____
 Caratteristiche chimico / fisiche _____

6. QUANTITA' Peso Lordo _____ Tara _____ <input type="checkbox"/> Kg. _____ <input type="checkbox"/> Litri _____ <input type="checkbox"/> Peso da verificarsi a destino	7. PERCORSO Se diverso dal più breve _____	8. TRASPORTO SOTTOPOSTO A NORMATIVA ADR / RID <input type="checkbox"/> SI <input type="checkbox"/> NO
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------

9. FIRME
 Firma del Produttore / Detentore _____
 Firma del trasportatore _____

10. MODALITA' E MEZZO DI TRASPORTO
 Cognome e Nome Conducente _____
 Data e ora inizio trasporto _____
 Targa automezzo _____
 Targa rimorchio _____

11. RISERVATO AL DESTINATARIO
 Si dichiara che il carico è stato: Accettato per intero Accettato per la seguente quantità: kg. _____
 Litri _____
 Respinto per le seguenti motivazioni _____

 Data _____ Ora _____ Firma del destinatario _____

13. in casi particolari il committente dei servizi con bagni mobili coordina attività particolarmente complesse e differenziate per le quali deve acquisire informazioni dirette e complete, della cui raccolta e controllo si assume la completa responsabilità, sono i casi, per esempio, dei disastri naturali in cui interviene la protezione Civile. In tali casi la stessa Istituzione della Protezione Civile si considera “produttore” dei rifiuti da pulizia manutentiva dei bagni mobili.

VEDI FAC SIMILE F.I.R. ALLA PAG. A SINISTRA

5.4 REGISTRI DI CARICO E SCARICO (tracciabilità) EX D.M. 148/98

I registri di carico e scarico, modello “A” per trasportatori e detentori, devono essere vidimati unicamente presso la CCIAA prima del loro utilizzo, con oneri a carico dell’impresa (circa 30 €), quindi gestiti e compilati come stabilito dal DM 148/98 e specificato dalla circolare 4 agosto 1998 GAB/DEC/812/98 del MATTM (le procedure passo-passo sono anche riportate sul sito www.associazioneaspi.it). Le registrazioni di carico e scarico dei rifiuti gestiti per il trasporto devono essere effettuate nel termine massimo di 10 giorni lavorativi dagli eventi di presa a carico e di conferimento ex articolo 190 – comma 1 – lettera b) del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.

Per quanto precisato al punto 2 – lettera d) della circolare MATTM 4 agosto 1998 n° GAB/DEC/812/98, l’impresa può procedere a contestuale registrazione di CARICO e SCARICO (stesso spazio) dei rifiuti gestiti per il trasporto e riportati sul F.I.R. a condizione che durante il trasporto non ci sia uno stoccaggio intermedio (il trasportatore prende a carico i rifiuti e li consegna ad impianto di smaltimento o recupero); la detenzione per massimo 48 ore da parte del Trasportatore del rifiuto preso a carico non costituisce attività di stoccaggio (articolo 193 – comma 12 del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.). Le registrazioni di carico e scarico dei rifiuti devono essere fatte rispettando tassativamente l’ordine cronologico degli interventi.

Le registrazioni devono essere numerate progressivamente dal soggetto incaricato di effettuarle. La numerazione deve essere fatta con riferimento all’anno di esercizio, ricominciare dall’1 gennaio di ogni anno con 001/..anno.. (esempio 001/13 per il 2013).

La numerazione progressiva deve essere riportata al momento della registrazione. Il numero progressivo della registrazione deve essere ripetuto a mano sulle pagine del F.I.R. (in alto a destra) di competenza dell’impresa (1^ la 2^ e la 4^ pagina per l’impresa che effettua la pulizia manutentiva di bagni mobili essendo essa stessa Produttore e Trasportatore dei rifiuti di risulta) per stabilire il previsto collegamento tra F.I.R. e registrazione ex punto 1 – lettera f) della circolare MATTM 4 agosto 1998 n° GAB/DEC/812/98.

CAPITOLO 6

ISCRIZIONE ALL’ALBO GESTORI AMBIENTALI

6.1 Le imprese che effettuano la gestione dei bagni mobili, che ne effettuano la pulizia manutentiva e trasportano a smaltimento o recupero i relativi rifiuti di risulta, devono iscriversi all’Albo Gestori Ambientali, presso la sezione regionale di competenza, per essere autorizzati al trasporto di tali rifiuti. I rifiuti in questione sono rifiuti speciali non pericolosi prodotti da attività di servizio ex articolo 184 – comma 3 – lettera f) del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i., classificati con codice EER 200304, essendo il servizio di che trattasi attività professionale e prevalente dell’impresa che gestisce i bagni mobili. Pertanto le imprese che svolgono le attività di cui al primo capoverso devono iscriversi nella categoria 4 dell’Albo Gestori Ambientali ex articolo 212 – comma 5 del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. (ordinaria) per la raccolta ed il trasporto di rifiuti corrispondenti al codice EER 200304 (oltre ad eventuali altri



codici EER compatibili con il possesso dei previsti requisiti tecnici ed amministrativi).

6.2 Le imprese che dispongono solo di veicoli per la gestione dei bagni mobili immatricolati USO SPECIALE (veicoli senza portata utile per il trasporto merci) e che non sono iscritte all’Albo Nazionale Autotrasportatori si iscrivono all’Albo Gestori Ambientali in categoria 4 con l’unico codice EER 200304 per i soli rifiuti risultanti dalla pulizia manutentiva dei bagni mobili in gestione (si ricorda che per immatricolare veicoli USO SPECIALE non occorre l’iscrizione all’Albo Nazionale Autotrasportatori né di cose in conto terzi né di cose in conto proprio); tali veicoli sono con destinazione USO TERZI se il soggetto che li utilizza è diverso dal soggetto proprietario, ovvero USO PROPRIO se il soggetto che li utilizza ne è anche proprietario (si ricorda che in questo caso la specificazione USO PROPRIO si riferisce all’impiego dei veicoli e non al trasporto merci essendo i veicoli USO SPECIALE privi di portata utile per il trasporto merci).



6.3 Le imprese che sono iscritte all’Albo Nazionale Autotrasportatori di cose in conto terzi, ed hanno l’accesso alla professione, possono iscriversi all’Albo Gestori Ambientali i veicoli per gestione e pulizia manutentiva dei bagni mobili, in uno dei seguenti modi:

- immatricolati USO SPECIALE – USO TERZI, in locazione senza conducente, inseriti nell’iscrizione all’Albo Gestori Ambientali in categoria 4 (ordinaria) per raccolta e trasporto solo dei rifiuti con codice EER 200304;
- immatricolati USO SPECIALE – USO PROPRIO, di proprietà, inseriti nell’iscrizione all’Albo Gestori Ambientali in categoria 4 (ordinaria) per raccolta e trasporto solo dei rifiuti con codice EER 200304;
- immatricolati AUTOCARRO – USO TERZI, in locazione senza conducente ex articolo 84 del Codice della Strada, inseriti nell’iscrizione all’Albo Gestori Ambientali in categoria 4 (ordinaria) per raccolta e trasporto di tutti i rifiuti non pericolosi tecnicamente possibili, oltre ai bagni mobili – alle attrezzature per la loro gestione e pulizia – ai rifiuti di risulta da pulizia manutentiva; al di fuori dell’iscrizione all’Albo Gestori Ambientali questi veicoli possono anche trasportare merci in conto terzi (non rifiuti);
- immatricolati AUTOCARRO – USO TERZI, di proprietà, inseriti nell’iscrizione all’Albo Gestori Ambientali in categoria 4 (ordinaria) per raccolta e trasporto di tutti i rifiuti non pericolosi tecnicamente possibili, oltre ai bagni mobili – alle attrezzature per la loro gestione e pulizia – ai rifiuti di risulta da pulizia manutentiva; al di fuori dell’iscrizione all’Albo Gestori Ambientali questi veicoli possono anche trasportare merci in conto terzi (non rifiuti);
- immatricolati PER TRASPORTO SPECIFICO (cisterna) con le stesse modalità descritte ai precedenti punti c) e d) per AUTOCARRO.

6.4 Le imprese iscritte all’Albo Nazionale Autotrasportatori, che possiedono veicoli AUTOCARRO, o altri veicoli con portata utile per trasporto merci, immatricolati USO PROPRIO (in questo caso termine equivalente al trasporto cose in conto proprio) per mezzo di singole licenze per trasporto cose in conto proprio (una per veicolo con MTT superiore a 6 ton) ovvero per l’attività comunicata alla competente CCIAA per i veicoli con MTT sino a 6 ton, non possono iscriversi tali veicoli all’Albo Gestori Ambientali per la gestione dei bagni mobili né per la loro pulizia manutentiva con trasporto dei rifiuti di risulta perché l’attività di trasporto di cose in conto proprio, di norma, deve essere marginale e complementare a diversa attività principale.

Le imprese che intendono utilizzare veicoli AUTOCARRO (o furgone o cisterna o scarrabile) imma-

tricolati USO PROPRIO per trasporto cose in conto proprio (con portata utile per il trasporto merci) per il trasporto di rifiuti non pericolosi di cui sono produttori, in quanto scarti da attività principale diversa da gestione di rifiuti, si devono iscrivere all'Albo gestori Ambientali ex comma 8 dell'articolo 212 al D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. (semplificata – non ammessa per il trasporto di rifiuti da pulizia manutentiva bagni mobili).

NOTA IMPORTANTE: gli AUTOCARRI, e gli altri veicoli, immatricolati USO TERZI per il trasporto cose in conto terzi (con portata utile per trasporto merci) sono idonei al trasporto cose di terzi (compresi i rifiuti), ma anche di cose proprie (compresi i rifiuti – per esempio da pulizia manutentiva), lo ha definitivamente stabilito la Corte di Cassazione, sezione II, con sentenza 13725 del 31.07.2012 scaricabile anche dal sito www.associazioneaspi.it; per questo un trasporto di rifiuti su AUTOCARRO – USO TERZI può essere accompagnato da F.I.R. su cui sia riportato come Produttore un soggetto terzo (committente) ovvero lo stesso soggetto che dispone del veicolo (proprietario o locatore).



SINTESI DEL CAPITOLO 6

I veicoli da utilizzare per la gestione dei bagni mobili, la loro pulizia manutentiva ed il trasporto dei rifiuti di risulta devono essere inseriti nell'iscrizione all'Albo Gestori Ambientali dell'impresa che li utilizza, in categoria 4 (ordinaria ex articolo 212 – comma 5 del D.Lgs. 152/2006 e s.m.i.), purché immatricolati in uno dei seguenti modi:

- a) **USO SPECIALE – USO TERZI**, noleggiato senza conducente, anche se l'impresa non è iscritta all'Albo Nazionale Autotrasportatori cose in conto terzi; utilizzabili esclusivamente per la gestione dei bagni mobili, la loro pulizia manutentiva, il trasporto dei rifiuti di risulta;
- b) **USO SPECIALE – USO PROPRIO**, di proprietà originariamente o a seguito di riscatto da leasing o noleggio senza conducente, anche se l'impresa non è iscritta all'Albo Nazionale Autotrasportatori cose in conto terzi; utilizzabili esclusivamente per la gestione dei bagni mobili, la loro pulizia manutentiva, il trasporto dei rifiuti di risulta;
- c) **AUTOCARRO – USO TERZI**, noleggiato senza conducente o di proprietà, l'impresa deve essere necessariamente iscritta all'Albo Nazionale Autotrasportatori cose in conto terzi senza vincoli e limiti ed avere l'accesso alla professione; utilizzabili per tutte le attività di trasporto cose in conto terzi o proprie, compresi i bagni mobili – la loro pulizia manutentiva – il trasporto dei rifiuti di risulta.
- d) **TRASPORTO SPECIFICO (cisterna) – USO TERZI**, con le stesse modalità di cui al precedente punto c) AUTOCARRO.



EPD®

I SEBACH

Dichiarazione Ambientale di prodotto
Bagni mobili Top San® e Top San® HN Sebach: noleggio a servizio completo

La presente EPD si colloca all'interno del International EPD® System ed è conforme alle norme ISO 14025:2006 ed EN 15804:2012

PCR di riferimento: UN CPC group 387 - Prefabricated buildings - PCR 2013-01 versione 2.0 del 2018-07-26

Numero di registrazione: S-P-00441
Data di pubblicazione: 24-07-2013
Data di aggiornamento: 09-11-2020

Versione: v.8.0 Rev00
Data di validità: 07-07-2024
Validità geografica: Italia

Programme operator: EPD International AB
Programme: The International EPD® System, www.envirandec.com

EPD®

I SEBACH

1

La nostra mission: innovare nel dare servizio

IL CUORE DI SEBACH:
CREATIVITÀ, EFFICIENZA, AFFIDABILITÀ.

Dal 1986 Sebach investe nella ricerca, nello sviluppo e nel perfezionamento di soluzioni applicabili a prodotti caratterizzati da crescenti standard tecnologici e qualitativi. Il punto di forza di Sebach è l'unione di quattro requisiti fondamentali per il raggiungimento di un prodotto all'avanguardia: la sicurezza, l'ecosostenibilità, il rispetto delle norme vigenti e la soddisfazione dei suoi clienti.

I diversi prodotti Sebach, come i bagni mobili, le cabine doccia e spogliatoio uniscono la facilità d'impiego a un look moderno, divertente e intelligente.

Sebach è la soluzione più adottata in Italia per cantieri edili ed eventi di ogni genere (concerti, installazioni, sagre, fiere, manifestazioni sportive e molto altro), oltre che per situazioni di emergenza ed esigenze di lungo periodo.

Sebach EPD® pag. 3

INDICE	
La nostra mission: innovare nel dare servizio	Pag. 3
IL CUORE DI SEBACH: CREATIVITÀ, EFFICIENZA, AFFIDABILITÀ.	PAG. 3
IL SERVIZIO VINCENTE SEBACH: LA CUSTOMER CARE COMPLETA.	PAG. 4
La nostra vision: l'innovazione orientata alla sostenibilità	Pag. 5
L'IMPEGNO DI SEBACH: OBIETTIVO: MIGLIORARE IL PROFILO AMBIENTALE DI PRODOTTI E SERVIZI.	PAG. 5
CARTA DEGLI IMPEGNI PER LA SOSTENIBILITÀ: 4 PASSI PER GESTIRE E RIDURRE I RIFIUTI.	PAG. 6
CARTA DEGLI IMPEGNI PER LA SOSTENIBILITÀ: RISPARMIAMO LE RISORSE IDRICHE ED ENERGETICHE.	PAG. 7
LA EPD: Istantanea di Sebach al lavoro.	PAG. 8
I bagni mobili Sebach	Pag. 9
IL BAGNO MOBILE SEBACH TOPSAN®	PAG. 9
IL BAGNO MOBILE SEBACH TOPSAN® HN	PAG. 10
LIQUIDO SANIFICANTE	PAG. 11
Il servizio a noleggio completo Sebach	Pag. 12
LE FASI DI VITA DI UN BAGNO	PAG. 12
Com'è stato realizzato lo studio	Pag. 13
APPROCCIO E ANALISI	PAG. 13
I risultati	Pag. 15
BAGNO MOBILE SEBACH TOPSAN®	PAG. 15
BAGNO MOBILE SEBACH TOPSAN® HN	PAG. 21
English summary	Pag. 27
Verifica e altre informazioni	Pag. 31



1

La nostra mission: innovare nel dare servizio

IL SERVIZIO VINCENTE SEBACH:
LA CUSTOMER CARE COMPLETA.

Sebach non è solo un prodotto ma un vero e proprio servizio, completo e professionale. La rete Sebach copre infatti tutta l'Italia con circa 80 società concessionarie e più di 1.500 punti noleggio: una molteplicità di operatori che lavorano sul territorio per assicurare un servizio capillare, tempestivo ed efficace (la mappa aggiornata dei Concessionari Sebach è disponibile all'indirizzo www.sebach.it/concessionari). In questo modo, l'azienda riesce a movimentare contemporaneamente circa 40.000 bagni al giorno.

Il servizio Sebach comprende:

- l'installazione presso i clienti;
- la manutenzione e la riparazione periodica;
- la disinfezione e il lavaggio;
- l'aspirazione e il successivo smaltimento dei reflui presso i depuratori autorizzati;
- il reintegro dei materiali di consumo (sanificante, carta igienica);
- il ritiro a fine locazione.

L'azienda è dotata di tre sistemi di gestione certificati: il sistema per la gestione della qualità ISO 9001, il sistema di Gestione Ambientale ISO 14001 e il sistema di gestione per la Salute e la Sicurezza sul Lavoro OHSAS 18001. Tutti i prodotti Sebach sono coperti da assicurazione furto, incendio, atti vandalici, oltre alla RC prodotti. Noleggiando un bagno mobile Sebach si rispetta inoltre il Testo Unico sulla Salute e Sicurezza sul Lavoro (D.Lgs 81/08). I prodotti ed il servizio Sebach rispondono a quanto definito dalla Norma UNI EN 16194.

Sebach EPD® pag. 4

Sebach EPD® pag. 2

La nostra vision: l'innovazione orientata alla sostenibilità

L'IMPEGNO DI SEBACH.

OBIETTIVO: MIGLIORARE IL PROFILO AMBIENTALE
DI PRODOTTI E SERVIZI.

Fornire un prodotto tecnologicamente avanzato e un servizio impeccabile però non basta, se l'intero processo non viene integrato e orientato al principio della sostenibilità. Ispirarsi a tale criterio è indispensabile per mantenere efficacemente l'equilibrio tra la crescita economica, gli interessi della collettività e la tutela dell'ambiente.

Formalizzando un impegno che dura dal 1986, Sebach ha introdotto nel 2011 la **Carta degli Impegni per la Sostenibilità** (www.sebach.it/sostenibilita), che ispira l'azienda nella conduzione delle proprie attività. Tali impegni si concretizzano nella progettazione e realizzazione di prodotti che siano innovativi soprattutto nell'attenzione alle esigenze di risparmio, al comfort di utilizzo e all'impatto ambientale alla fine del ciclo di vita del prodotto.

La **Carta degli Impegni per la Sostenibilità** ufficializza infatti la responsabilità dell'azienda che da anni investe nella ricerca per ridurre l'impatto ambientale in ogni fase di lavorazione, dalla produzione al trasporto dei bagni, dall'utilizzo di materiale riciclabile alla integrazione con il paesaggio. Ma questo, per Sebach è stato solo il primo passo.

Sebach EPD® pag. 5

La nostra vision: l'innovazione orientata alla sostenibilità

CARTA DEGLI IMPEGNI PER LA SOSTENIBILITÀ:
RISPARMIAMO LE RISORSE IDRICHE ED ENERGETICHE.



RIDUCIAMO IL CONSUMO D'ACQUA

I bagni mobili Sebach sono studiati per ridurre il flusso d'acqua a 0,1 litri per utilizzo, attraverso il meccanismo TopSan®.



RIDUCIAMO I CONSUMI DI ENERGIA NELLA FASE D'USO

L'utilizzo dei bagni Sebach non richiede alcuna forma di energia.



MINIMIZZIAMO I TRASPORTI DURANTE LA GESTIONE DEL SERVIZIO

Una gestione ottimizzata dei trasporti permette di ridurre il consumo di carburanti e le emissioni in atmosfera oltre a garantire risparmio economico ed efficienza operativa.

Sebach EPD® pag. 7

La nostra vision: l'innovazione orientata alla sostenibilità

CARTA DEGLI IMPEGNI PER LA SOSTENIBILITÀ:
4 PASSI PER GESTIRE E RIDURRE I RIFIUTI.



- **PROGETTIAMO PER IL DISASSEMBLAGGIO**
Per consentire il massimo recupero di materiali da riciclare.
- **UTILIZZIAMO UN NUMERO RIDOTTO E OMOGENEO DI MATERIALI IDENTIFICABILI**
Perché il riciclo di plastiche di diverse tipologie porta a un materiale di qualità scadente.
- **UTILIZZIAMO MATERIALI RICICLABILI**
Soprattutto l'HDPE, che possiede un grande potenziale di riciclabilità.
- **SMALTIAMO IN MODO CONTROLLATO E MASSIMIZZIAMO IL RECUPERO**
Verificando direttamente le fasi di smaltimento (prelievo dei materiali presso il concessionario, avvenuto riciclo o smaltimento).

Sebach EPD® pag. 6

La nostra vision: l'innovazione orientata alla sostenibilità

LA EPD:
ISTANTANEA DI SEBACH AL LAVORO.

La **Carta degli Impegni per la Sostenibilità** è il risultato di un impegno di anni e di un percorso a tappe, che oggi ha raggiunto una coerenza etica che prevede un utilizzo delle risorse ambientali integrato alla loro salvaguardia, non solo per la generazione presente, ma anche per quelle future.

La seconda tappa dell'impegno Sebach è costituita dalla presente **Dichiarazione Ambientale di Prodotto (EPD - Environmental Product Declaration)**. Un documento che analizza l'intero ciclo di vita del prodotto rendendo pubblici tutti gli aspetti del processo produttivo di Sebach.

Questa EPD è stata realizzata seguendo le Regole di Categoria di Prodotto (PCR - Product Category Rules) valide per i prefabricated buildings (UN CPC 387). Tali regole sono state sviluppate nel 2012 in conformità con la norma EN 15804:2012 dal gruppo di lavoro "Bagni Mobili Italia", che riunisce i principali operatori del settore.



Diffusa in tutto il mondo, la certificazione EPD è sviluppata in applicazione della norma UNI ISO 14025:2006. Essa rappresenta uno strumento per comunicare informazioni oggettive, confrontabili e credibili relative alla prestazione ambientale dei prodotti e dei servizi. Tali prestazioni devono basarsi sull'Analisi del Ciclo di Vita (LCA - Life Cycle Assessment) in accordo con le norme della serie ISO 14040, fondamento metodologico da cui deriva l'oggettività delle informazioni fornite.

Sebach EPD® pag. 8

I bagni mobili Sebach

IL BAGNO MOBILE SEBACH TOPSAN®

Sebach TopSan® è il bagno mobile igienizzato a ogni uso, grazie allo speciale dispositivo brevettato a nastro rotante, che non necessita di allacciamenti idrico-fognari-elettrici. La denominazione TopSan® unisce tre funzioni: la copertura del vano reflui e il loro conseguente occultamento, il sistema meccanico di pulizia mediante rasatore a ogni utilizzo, il wc irrorato dal liquido sanificante profumato. La versione presentata nella EPD è la No Touch, introdotta nel 2014.

Misure esterne del bagno Sebach TopSan®:
cm 106x106x242 ca. (LxPxH)
Capienza serbatoio reflui: 220 litri ca.

I bagni Sebach TopSan® e Sebach TopSan® HN sono prodotti per conto di Sebach nello stabilimento Armal di Certaldo (Firenze) e vengono distribuiti ai concessionari Sebach sul territorio italiano. Il cliente finale usufruisce di un servizio di noleggio completo: consegna, posizionamento, interventi di manutenzione periodica e ritiro a fine locazione. Gli imballi per la distribuzione ai concessionari sono costituiti da pallet in legno e film di materiale plastico. Durante il servizio di noleggio, il bagno non richiede l'utilizzo di ulteriori imballaggi.



Contenuti di materiali e sostanze del bagno mobile Sebach TopSan®

COMPONENTI	NUMERO	MATERIALI COSTITUENTI	PESO TOTALE
Pareti	3	HDPE, PP con talco, Masterbatch	76,6 kg
Porta	1		
Imbotte	1		
Tetto	1		
Pedana	1		
Vasca	1		
Tubo di sfiato	1		
Altre componenti	-		
Meccanismo TopSan® (componenti stampate)	-	HDPE, Acetalica, PP con fibra di vetro, PP con talco, Poliestere	4,0 kg
Meccanismo TopSan® (componenti acquistate)	-	Acciaio, Acciaio Inox, Acciaio zincato, Alluminio, Gomma, ABS, PVC	4,1 kg
			84,7 kg

Sebach EPD® pag. 9

I bagni mobili Sebach

LIQUIDO SANIFICANTE

Il liquido sanificante, diluito in acqua, viene inserito dal concessionario nel serbatoio del wc. L'ugello nebulizzante garantisce un'adeguata erogazione di acqua e liquido sanificante ad ogni utilizzo, consentendo di pulire il WC oltre a garantire un maggior livello di igienizzazione e controllare i cattivi odori.

Esempio di un liquido rappresentativo tra quelli considerati per il calcolo, in rappresentanza della gamma di prodotti utilizzati dai concessionari Sebach

SOSTANZA	CONCENTRAZIONE % IN PESO	CLASSIFICAZIONE E FRASI DI RISCHIO
Composti di ammonio quaternario, benzil-C8-18-alcildimetil, clorati	2-5	H314 - Skin Corr. 1B H312 - Acute Tox. 4
Metanolo	5-10	H225 - Flam. Liq. 2 H331 - Acute Tox. 3 H31 - Acute Tox. 3 H301 - Acute Tox. 3 H370 - STOT SE 1
Fragranza	6-12	H318 - Eye Dam. 1
Altre componenti	-	Non classificate
Acqua	73-87	-
Totale	100	

Sebach EPD® pag. 11

I bagni mobili Sebach

IL BAGNO MOBILE SEBACH TOPSAN® HN

Sebach TopSan® HN è il modello realizzato per garantire l'accesso e l'utilizzo ai disabili, che non necessita di allacciamenti idrico-fognari-elettrici. La pedana filo a terra, con porta di accesso larga 80 cm circa, agevola l'entrata e i maniglioni d'appoggio facilitano l'uso del bagno. Le misure della cabina, con pianta rettangolare di 150x200 cm, consentono una rotazione di 360° della sedia a rotelle. Anche il Sebach TopSan® HN è dotato dello speciale dispositivo brevettato a nastro rotante.

Misure esterne del bagno Sebach TopSan® HN:
cm 150x200x217 ca. (LxPxH)
Capienza serbatoio reflui: 220 litri ca.

Contenuti di materiali e sostanze del bagno mobile Sebach TopSan® HN

COMPONENTI	NUMERO	MATERIALI COSTITUENTI	PESO TOTALE
Pareti	3	HDPE, Masterbatch	102,4kg
Porta	1		
Imbotte	1		
Tetto	1		
Pedana	1		
Vasca	1		
Tubo di sfiato	1		
Altre componenti plastiche	-		
Componenti metalliche	-	Acciaio zincato, Alluminio	14,1 kg
Meccanismo TopSan® e viteria	-	HDPE, Masterbatch, Acciaio inox, Acciaio zincato, Acetalica, PP con fibra di vetro, PP con talco, Nylon con fibra di vetro, Gomma, PVC, Nylon	6,0 kg
			122,5 kg

Sebach EPD® pag. 10

Il servizio a noleggio completo Sebach



I seguenti moduli non sono rilevanti:

A5 (Installazione); B1 (Emissioni derivanti dall'uso); B4 (Sostituzione); B5 (Rinnovo); B6-B7 (Uso d'energia e d'acqua per l'operatività di sistemi tecnici integrati); C1 (Disassemblaggio, demolizione)

Sebach EPD® pag. 12

Com'è stato realizzato lo studio

L'approccio utilizzato nell'analisi copre l'intero ciclo di vita del prodotto ("Cradle to grave"), che è analizzato in base a due unità di riferimento (unità funzionali, u.f.):

- 1** Dieci anni di utilizzo del bagno mobile Sebach TopSan® e Sebach TopSan® HN. Si riportano di seguito il numero di unità e il numero di giorni di effettivo utilizzo considerati nella valutazione:

	SEBACH TOPSAN®	SEBACH TOPSAN® HN
Vita media bagno mobile	8 anni	8 anni
Bagni mobili per soddisfare l'u.f. di dieci anni	1,25 bagni	1,25 bagni
Giorni di effettivo utilizzo all'anno	241	121
Numero di giorni di effettivo utilizzo per l'u.f. di dieci anni	2.409	1.209

- 2** Un giorno di utilizzo del bagno mobile Sebach TopSan® e Sebach TopSan® HN. I risultati dell'unità funzionale di dieci anni di utilizzo sono stati suddivisi per il numero di giorni di effettivo utilizzo del bagno indicato nella tabella precedente.

I dati relativi alle fasi del ciclo di vita per i bagni TopSan® e TopSan® HN sono riferiti all'anno solare 2019.

Sebach EPD® pag. 13

Com'è stato realizzato lo studio

Per la valutazione di uso e fine vita dei bagni mobili e dei loro imballaggi sono state applicate le seguenti ipotesi:

- 1** La distribuzione dei bagni avviene interamente ai concessionari Sebach sul territorio italiano.
- 2** Per il fine vita dei bagni è stato considerato lo scenario rappresentativo di tutti i concessionari Sebach per l'anno 2018, relativo alla valutazione degli smaltimenti, o degli invii a recupero delle unità, come riportato di seguito:
- Il bagno viene smontato nei centri di recupero e il 95% del suo peso è stato assunto come recuperabile sulla base dei dati forniti dai centri di recupero. Il restante 5% viene smaltito secondo uno scenario definito dalle statistiche italiane sul fine vita dei materiali plastici¹.
- 3** Per gli imballaggi dei prodotti è stato considerato uno scenario italiano medio per gli imballi in cartone², legno³ e plastica⁴, che tiene conto delle percentuali inviate a recupero, a discarica e a incenerimento. I valori considerati sono riportati di seguito:

FINE VITA IMBALLAGGI, SECONDO SCENARI DI SETTORE			
Materiale	Riciclo	Discarica	Incenerimento
Carta	80%	12%	8%
Plastica	44%	16%	40%
Legno	60%	37%	3%

¹ Fonte: <http://ec.europa.eu/eurostat/data/database>, dati 2016 ² Fonte: Programma Specifico di Prevenzione 2018, COMIECO 2018
³ Fonte: Programma Specifico di Prevenzione 2018, Rilegno 2018 ⁴ Fonte: Programma Specifico di Prevenzione 2018, COREPLA 2018

Sebach EPD® pag. 14

I risultati: bagno mobile Sebach TopSan®

La presente EPD è stata sottoposta ad aggiornamento. I cambiamenti rispetto alla precedente versione sono dovuti a variazioni nello scenario di noleggio dei bagni.

Impatti ambientali bagno Sebach TopSan® - Unità funzionale: 10 anni di utilizzo del bagno mobile

Categorie d'impatto	Unità	FASI DELLA VITA DEL BAGNO							TOTALE	
		Produzione del bagno			Trasporto al concessionario	Servizio di noleggio Sebach		Fine vita		
		Upstream	Core		Downstream					
		Materie prime (A1)	Trasporto (A2)	Produzione (A3)	Trasporto (A4)	Manutenzione (B2)	Riparazione (B3)	Fine vita (C2, C3, C4)		
Potenziale di riscaldamento globale	Fossile	kg CO ₂ eq	275,54	13,23	34,24	5,39	1.652,45	4,38	8,89	1.994,12
	Biogenico	kg CO ₂ eq	0,25	4,15E-03	0,47	1,69E-03	3,54	4,16E-03	0,09	4,36
	Uso e trasformazione del suolo	kg CO ₂ eq	0,02	3,90E-03	0,06	1,59E-03	7,12	7,61E-04	2,91E-04	7,20
	Totale	kg CO ₂ eq	275,80	13,23	34,78	5,39	1.663,11	4,38	8,98	2.005,68
Potenziale di acidificazione	g SO ₂ eq	1.003,01	59,50	132,58	24,34	6.501,83	16,35	5,54	7.743,15	
Potenziale di eutrofizzazione	g PO ₄ ³⁻ eq	84,55	9,23	19,53	3,77	1.251,24	2,62	1,02	1.371,95	
Potenziale di formazione di smog fotochimico	g C ₂ H ₄ eq	41,62	2,16	9,60	0,88	380,53	0,96	0,23	435,99	
Potenziale di riduzione abiotica - elementi	g Sb eq	0,07	0,04	0,66	0,02	19,07	0,02	2,81E-03	19,88	
Potenziale di riduzione abiotica - risorse fossili	MJ*	8.004,11	200,05	364,91	81,49	23.138,93	67,20	15,49	31.872,17	
Potenziale di distruzione dell'ozono	mg CFC 11 eq	9,80	2,44	3,41	0,99	256,77	0,20	0,19	273,80	

* Potere calorifico inferiore

Sebach EPD® pag. 15

I risultati: bagno mobile Sebach TopSan®

Impatti ambientali bagno Sebach TopSan® - Unità funzionale: 1 giorno di utilizzo del bagno mobile

Categorie d'impatto	Unità	FASI DELLA VITA DEL BAGNO							TOTALE	
		Produzione del bagno			Trasporto al concessionario	Servizio di noleggio Sebach		Fine vita		
		Upstream	Core		Downstream					
		Materie prime (A1)	Trasporto (A2)	Produzione (A3)	Trasporto (A4)	Manutenzione (B2)	Riparazione (B3)	Fine vita (C2, C3, C4)		
Potenziale di riscaldamento globale	Fossile	g CO ₂ eq	114,38	5,49	14,21	2,24	685,95	1,82	3,69	827,78
	Biogenico	g CO ₂ eq	0,10	1,72E-03	0,20	7,03E-04	1,47	1,73E-03	0,04	1,81
	Uso e trasformazione del suolo	g CO ₂ eq	0,01	1,62E-03	0,03	6,59E-04	2,95	3,16E-04	1,21E-04	2,99
	Totale	g CO ₂ eq	114,49	5,49	14,44	2,24	690,37	1,82	3,73	832,58
Potenziale di acidificazione	mg SO ₂ eq	416,36	24,70	55,03	10,11	2.698,97	6,79	2,30	3.214,26	
Potenziale di eutrofizzazione	mg PO ₄ ³⁻ eq	35,10	3,83	8,11	1,56	519,40	1,09	0,42	569,51	
Potenziale di formazione di smog fotochimico	mg C ₂ H ₄ eq	17,28	0,90	3,99	0,37	157,96	0,40	0,10	180,98	
Potenziale di riduzione abiotica - elementi	mg Sb eq	0,03	0,02	0,27	0,01	7,91	0,01	0,00	8,25	
Potenziale di riduzione abiotica - risorse fossili	kJ*	3.322,58	83,04	151,48	33,83	9.605,20	27,89	6,43	13.230,46	
Potenziale di distruzione dell'ozono	µg CFC 11 eq	4,07	1,01	1,41	0,41	106,59	0,08	0,08	113,66	

* Potere calorifico inferiore

Sebach EPD® pag. 16

I risultati: bagno mobile Sebach TopSan®

Risorse naturali bagno Sebach TopSan® - Unità funzionale: 10 anni di utilizzo del bagno mobile

Risorse		Unità	FASI DELLA VITA DEL BAGNO							TOTALE
			Produzione del bagno			Trasporto al concessionario	Servizio di noleggio Sebach		Fine vita	
			Upstream	Core		Trasporto (A4)	Downstream		Fine vita (C2, C3, C4)	
				Materie prime (A1)	Trasporto (A2)		Produzione (A3)	Manutenzione (B2)		
Uso di fonti energetiche rinnovabili primarie	Per la produzione di energia	MJ*	341,76	2,15	58,01	0,88	1.273,99	2,86	0,19	1.679,83
	Come materie prime	MJ*	1,32	0,04	0,83	0,01	23,40	0,03	2,92E-03	25,63
	Totale	MJ*	343,08	2,18	58,84	0,89	1.297,39	2,89	0,19	1.705,46
Uso di fonti energetiche non rinnovabili primarie	Per la produzione di energia	MJ*	8.670,73	203,24	421,39	82,78	24.273,55	74,27	15,78	33.741,75
	Come materie prime	MJ*	4.173,55	0,00	29,36	0,00	0,00	16,42	0,00	4.219,33
	Totale	MJ*	12.844,27	203,24	450,76	82,78	24.273,55	90,69	15,78	37.961,07
Uso di materie prime seconde		kg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Uso di combustibili secondari rinnovabili		MJ*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Uso di combustibili secondari non rinnovabili		MJ*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Consumo netto d'acqua		m³	1,71	0,04	0,34	0,02	8,25	0,13	4,64E-03	10,48

* Potere calorifico inferiore

Sebach EPD® pag. 17

I risultati: bagno mobile Sebach TopSan®

Altri indicatori ambientali bagno Sebach TopSan® - Unità funzionale: 10 anni di utilizzo del bagno mobile

Risorse		Unità	FASI DELLA VITA DEL BAGNO							TOTALE
			Produzione del bagno			Trasporto al concessionario	Servizio di noleggio Sebach		Fine vita	
			Upstream	Core		Trasporto (A4)	Downstream		Fine vita (C2, C3, C4)	
				Materie prime (A1)	Trasporto (A2)		Produzione (A3)	Manutenzione (B2)		
Rifiuti										
Rifiuti pericolosi smaltiti ⁵	kg	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.
Rifiuti non pericolosi smaltiti ⁶	kg	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.
Rifiuti radioattivi smaltiti	kg	4,21E-03	1,37E-03	1,11E-03	5,60E-04	0,14	9,32E-05	1,06E-04		0,15
Flussi in uscita	Unità	Materie prime (A1)	Trasporto (A2)	Produzione (A3)	Trasporto (A4)	Manutenzione (B2)	Riparazione (B3)	Fine vita (C2, C3, C4)	TOTALE	
Componenti per il riuso	kg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Materiali a riciclo	kg	0,00	0,00	5,10	0,00	0,00	0,29	101,48		106,86
Materiali a recupero energetico	kg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	0,44		0,49
Energia elettrica esportata	MJ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00
Energia termica esportata	MJ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00

^{5,6} Le quantità di rifiuti non vengono dichiarate perché il processo di trattamento rientra nei confini del sistema (Fonte: www.environdec.com).
N.A. = not assessed

Sebach EPD® pag. 19

I risultati: bagno mobile Sebach TopSan®

Risorse naturali bagno Sebach TopSan® - Unità funzionale: 1 giorno di utilizzo del bagno mobile

Risorse		Unità	FASI DELLA VITA DEL BAGNO							TOTALE
			Produzione del bagno			Trasporto al concessionario	Servizio di noleggio Sebach		Fine vita	
			Upstream	Core		Trasporto (A4)	Downstream		Fine vita (C2, C3, C4)	
				Materie prime (A1)	Trasporto (A2)		Produzione (A3)	Manutenzione (B2)		
Uso di fonti energetiche rinnovabili primarie	Per la produzione di energia	kJ*	141,87	0,89	24,08	0,36	528,85	1,19	0,08	697,32
	Come materie prime	kJ*	0,55	0,02	0,34	0,01	9,71	0,01	1,21E-03	10,64
	Totale	kJ*	142,41	0,91	24,43	0,37	538,56	1,20	0,08	707,95
Uso di fonti energetiche non rinnovabili primarie	Per la produzione di energia	kJ*	3.599,31	84,37	174,93	34,36	10.076,19	30,83	6,55	14.006,54
	Come materie prime	kJ*	1.732,48	0,00	12,19	0,00	0,00	6,82	0,00	1.751,49
	Totale	kJ*	5.331,79	84,37	187,11	34,36	10.076,19	37,65	6,55	15.758,02
Uso di materie prime seconde		g	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Uso di combustibili secondari rinnovabili		kJ*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Uso di combustibili secondari non rinnovabili		kJ*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Consumo netto d'acqua		l	0,71	0,02	0,14	0,01	3,42	0,05	1,93E-03	4,35

* Potere calorifico inferiore

Sebach EPD® pag. 18

I risultati: bagno mobile Sebach TopSan®

Altri indicatori ambientali bagno Sebach TopSan® - Unità funzionale: 1 giorno di utilizzo del bagno mobile

Risorse		Unità	FASI DELLA VITA DEL BAGNO							TOTALE
			Produzione del bagno			Trasporto al concessionario	Servizio di noleggio Sebach		Fine vita	
			Upstream	Core		Trasporto (A4)	Downstream		Fine vita (C2, C3, C4)	
				Materie prime (A1)	Trasporto (A2)		Produzione (A3)	Manutenzione (B2)		
Rifiuti										
Rifiuti pericolosi smaltiti	g	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.
Rifiuti non pericolosi smaltiti	g	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.
Rifiuti radioattivi smaltiti	g	1,75E-03	5,71E-04	4,61E-04	2,32E-04	0,06	3,87E-05	4,39E-05		0,06
Flussi in uscita	Unità	Materie prime (A1)	Trasporto (A2)	Produzione (A3)	Trasporto (A4)	Manutenzione (B2)	Riparazione (B3)	Fine vita (C2, C3, C4)	TOTALE	
Componenti per il riuso	g	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Materiali a riciclo	g	0,00	0,00	2,12	0,00	0,00	0,12	42,12		44,36
Materiali a recupero energetico	g	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,18		0,20
Energia elettrica esportata	kJ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00
Energia termica esportata	kJ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		0,00

Sebach EPD® pag. 20

I risultati: bagno mobile Sebach TopSan® HN

La presente EPD è stata sottoposta ad aggiornamento. I cambiamenti rispetto alla precedente versione sono dovuti a variazioni nello scenario di noleggio dei bagni.

Impatti ambientali bagno Sebach TopSan® HN - Unità funzionale: 10 anni di utilizzo del bagno mobile

Categorie d'impatto		Unità	FASI DELLA VITA DEL BAGNO							TOTALE
			Produzione del bagno			Trasporto al concessionario	Servizio di noleggio Sebach		Fine vita	
			Upstream	Core			Downstream			
				Materie prime (A1)	Trasporto (A2)	Produzione (A3)	Trasporto (A4)	Manutenzione (B2)	Riparazione (B3)	
Potenziale di riscaldamento globale	Fossile	kg CO ₂ eq	428,77	23,26	122,25	8,41	1.652,45	4,38	12,74	2.252,24
	Biogenico	kg CO ₂ eq	0,44	0,01	2,66	2,64E-03	3,54	4,16E-03	0,81	7,47
	Uso e trasformazione del suolo	kg CO ₂ eq	0,08	0,01	0,40	2,48E-03	7,12	7,61E-04	5,23E-04	7,61
	Totale	kg CO ₂ eq	429,30	23,27	125,31	8,41	1.663,11	4,38	13,55	2.267,32
Potenziale di acidificazione		g SO ₂ eq	1.608,96	104,62	570,58	38,00	6.501,83	16,35	13,39	8.853,73
Potenziale di eutrofizzazione		g PO ₄ ³⁻ eq	137,60	16,22	95,65	5,88	1.251,24	2,62	2,58	1.511,80
Potenziale di formazione di smog fotochimico		g C ₂ H ₄ eq	63,47	3,79	47,19	1,38	380,53	0,96	0,64	497,96
Potenziale di riduzione abiotica – elementi		g Sb eq	0,14	0,07	6,97	0,03	19,07	0,02	4,72E-03	26,31
Potenziale di riduzione abiotica – risorse fossili		MJ*	12.772,78	351,75	1.447,49	127,19	23.138,93	67,20	35,82	37.941,15
Potenziale di distruzione dell'ozono		mg CFC 11 eq	13,77	4,29	10,29	1,55	256,77	0,20	0,45	287,31

* Potere calorifico inferiore

Sebach EPD® pag. 21

I risultati: bagno mobile Sebach TopSan® HN

Risorse naturali bagno Sebach TopSan® HN - Unità funzionale: 10 anni di utilizzo del bagno mobile

Risorse		Unità	FASI DELLA VITA DEL BAGNO							TOTALE
			Produzione del bagno			Trasporto al concessionario	Servizio di noleggio Sebach		Fine vita	
			Upstream	Core			Downstream			
				Materie prime (A1)	Trasporto (A2)	Produzione (A3)	Trasporto (A4)	Manutenzione (B2)	Riparazione (B3)	
Uso di fonti energetiche rinnovabili primarie	Per la produzione di energia	MJ*	525,99	3,78	416,70	1,37	1.273,99	2,86	0,37	2.225,06
	Come materie prime	MJ*	5,20	0,06	13,14	0,02	23,40	0,03	0,01	41,86
	Totale	MJ*	531,19	3,84	429,84	1,39	1.297,39	2,89	0,38	2.266,92
Uso di fonti energetiche non rinnovabili primarie	Per la produzione di energia	MJ*	13.979,71	357,34	1.687,86	129,21	24.273,55	74,27	36,43	40.538,38
	Come materie prime	MJ*	6.830,49	0,00	110,17	0,00	0,00	16,42	0,00	6.957,08
	Totale	MJ*	20.810,19	357,34	1.798,04	129,21	24.273,55	90,69	36,43	47.495,46
Uso di materie prime seconde		kg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Uso di combustibili secondari rinnovabili		MJ*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Uso di combustibili secondari non rinnovabili		MJ*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Consumo netto d'acqua		m ³	3,89	0,06	1,47	0,02	8,25	0,13	0,01	13,84

* Potere calorifico inferiore

Sebach EPD® pag. 23

I risultati: bagno mobile Sebach TopSan® HN

Impatti ambientali bagno Sebach TopSan® HN - Unità funzionale: 1 giorno di utilizzo del bagno mobile

Categorie d'impatto		Unità	FASI DELLA VITA DEL BAGNO							TOTALE
			Produzione del bagno			Trasporto al concessionario	Servizio di noleggio Sebach		Fine vita	
			Upstream	Core			Downstream			
				Materie prime (A1)	Trasporto (A2)	Produzione (A3)	Trasporto (A4)	Manutenzione (B2)	Riparazione (B3)	
Potenziale di riscaldamento globale	Fossile	g CO ₂ eq	354,65	19,24	101,11	6,96	1.366,79	3,62	10,53	1.862,90
	Biogenico	g CO ₂ eq	0,37	0,01	2,20	2,19E-03	2,93	3,44E-03	0,67	6,18
	Uso e trasformazione del suolo	g CO ₂ eq	0,07	0,01	0,33	2,05E-03	5,89	6,29E-04	4,33E-04	6,30
	Totale	g CO ₂ eq	355,08	19,25	103,64	6,96	1.375,60	3,62	11,21	1.875,37
Potenziale di acidificazione		mg SO ₂ eq	1.330,82	86,53	471,94	31,43	5.377,86	13,52	11,08	7.323,18
Potenziale di eutrofizzazione		mg PO ₄ ³⁻ eq	113,82	13,42	79,11	4,86	1.034,94	2,17	2,14	1.250,45
Potenziale di formazione di smog fotochimico		mg C ₂ H ₄ eq	52,50	3,14	39,03	1,14	314,75	0,79	0,53	411,88
Potenziale di riduzione abiotica – elementi		mg Sb eq	0,12	0,06	5,77	0,02	15,77	0,02	3,91E-03	21,76
Potenziale di riduzione abiotica – risorse fossili		kJ*	10.564,75	290,94	1.197,26	105,20	19.138,90	55,58	29,63	31.382,25
Potenziale di distruzione dell'ozono		µg CFC 11 eq	11,39	3,54	8,51	1,28	212,38	0,17	0,37	237,64

* Potere calorifico inferiore

Sebach EPD® pag. 22

I risultati: bagno mobile Sebach TopSan® HN

Risorse naturali bagno Sebach TopSan® HN - Unità funzionale: 1 giorno di utilizzo del bagno mobile

Risorse		Unità	FASI DELLA VITA DEL BAGNO							TOTALE
			Produzione del bagno			Trasporto al concessionario	Servizio di noleggio Sebach		Fine vita	
			Upstream	Core			Downstream			
				Materie prime (A1)	Trasporto (A2)	Produzione (A3)	Trasporto (A4)	Manutenzione (B2)	Riparazione (B3)	
Uso di fonti energetiche rinnovabili primarie	Per la produzione di energia	kJ*	435,06	3,12	344,67	1,13	1.053,75	2,37	0,31	1.840,41
	Come materie prime	kJ*	4,30	0,05	10,87	0,02	19,35	0,02	0,00	34,62
	Totale	kJ*	439,36	3,18	355,54	1,15	1.073,11	2,39	0,31	1.875,04
Uso di fonti energetiche non rinnovabili primarie	Per la produzione di energia	kJ*	11.563,03	295,57	1.396,08	106,88	20.077,38	61,43	30,13	33.530,50
	Come materie prime	kJ*	5.649,70	0,00	91,13	0,00	0,00	13,58	0,00	5.754,41
	Totale	kJ*	17.212,73	295,57	1.487,21	106,88	20.077,38	75,01	30,13	39.284,91
Uso di materie prime seconde		g	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Uso di combustibili secondari rinnovabili		kJ*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Uso di combustibili secondari non rinnovabili		kJ*	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Consumo netto d'acqua		l	3,22	0,05	1,21	0,02	6,82	0,11	0,01	11,45

* Potere calorifico inferiore

Sebach EPD® pag. 24

I risultati: bagno mobile Sebach TopSan® HN

Altri indicatori ambientali bagno Sebach TopSan® HN - Unità funzionale: 10 anni di utilizzo del bagno mobile

		FASI DELLA VITA DEL BAGNO							
		Produzione del bagno			Trasporto al concessionario	Servizio di noleggio Sebach		Fine vita	
		Upstream		Core	Downstream				
Rifiuti	Unità	Materie prime (A1)	Trasporto (A2)	Produzione (A3)	Trasporto (A4)	Manutenzione (B2)	Riparazione (B3)	Fine vita (C2, C3, C4)	TOTALE
Rifiuti pericolosi smaltiti ⁵	kg	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.
Rifiuti non pericolosi smaltiti ⁶	kg	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.
Rifiuti radioattivi smaltiti	kg	0,01	2,42E-03	0,01	8,74E-04	0,14	9,32E-05	2,49E-04	0,16
Flussi in uscita	Unità	Materie prime (A1)	Trasporto (A2)	Produzione (A3)	Trasporto (A4)	Manutenzione (B2)	Riparazione (B3)	Fine vita (C2, C3, C4)	TOTALE
Componenti per il riuso	kg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Materiali a riciclo	kg	0,00	0,00	6,76	0,00	0,00	0,29	154,93	161,98
Materiali a recupero energetico	kg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05	6,24	6,28
Energia elettrica esportata	MJ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Energia termica esportata	MJ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

^{5,6} Le quantità di rifiuti non vengono dichiarate perché il processo di trattamento rientra nei confini del sistema (Fonte: www.environdec.com).
N.A. = not assessed

Sebach EPD® pag. 25

I risultati: bagno mobile Sebach TopSan® HN

Altri indicatori ambientali bagno Sebach TopSan® HN - Unità funzionale: 1 giorno di utilizzo del bagno mobile

		FASI DELLA VITA DEL BAGNO							
		Produzione del bagno			Trasporto al concessionario	Servizio di noleggio Sebach		Fine vita	
		Upstream		Core	Downstream				
Rifiuti	Unità	Materie prime (A1)	Trasporto (A2)	Produzione (A3)	Trasporto (A4)	Manutenzione (B2)	Riparazione (B3)	Fine vita (C2, C3, C4)	TOTALE
Rifiuti pericolosi smaltiti	g	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.
Rifiuti non pericolosi smaltiti	g	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.	N. A.
Rifiuti radioattivi smaltiti	g	0,01	2,00E-03	4,21E-03	7,23E-04	0,12	7,71E-05	2,06E-04	0,13
Flussi in uscita	Unità	Materie prime (A1)	Trasporto (A2)	Produzione (A3)	Trasporto (A4)	Manutenzione (B2)	Riparazione (B3)	Fine vita (C2, C3, C4)	TOTALE
Componenti per il riuso	g	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Materiali a riciclo	g	0,00	0,00	5,59	0,00	0,00	0,24	128,15	133,98
Materiali a recupero energetico	g	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	5,16	5,20
Energia elettrica esportata	kJ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Energia termica esportata	kJ	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Sebach EPD® pag. 26

English Summary



SEBACH TOPSAN® AND TOPSAN® HN TOILETS: RENTAL WITH COMPLETE SERVICE

Since 1986 Sebach has been investing in research and development of solutions for products with growing technology and quality standards. Sebach's strength lies in the orientation to safety, eco-sustainability, regulations compliance and customer satisfaction. Sebach products include portable toilets, portable showers and portable changing rooms. Sebach is the most adopted solution in Italy for construction sites and for events, concerts, installations, fairs, country festivals, sporting events, as well as emergencies and longterm rentals. Sebach network covers the whole Italian territory, with 80 concessionaires and over 1,500 rental points, moving about 40,000 toilets per day.

Sebach guarantees a full service:

- Delivery • Placement • Cleaning service and refill • Collection after the rental period

The company has three certified management systems: the quality management system ISO 9001, the environmental management system ISO 14001 and the health and safety management system OHSAS 18001. Fire Insurance, Theft Insurance, Vandalism Insurance and R.C. products are all included in the rental service. Furthermore, renting a Sebach toilet ensures compliance with the Italian law on health and safety at working places (Legislative Decree 81/08). Sebach service and its products comply with the requirements of UNI EN 16194 regulation.

Sebach EPD® pag. 27

English Summary

SEBACH PORTABLE TOILETS

Sebach TopSan®, non-sewer connected toilet, is the first portable toilet that can be flushed after every use thanks to a special patented system characterized by a rotating tape. The flushing system Top San® has a triple function: screening between the seat and the waste holding tank, sanitification of the toilet after every use with clean water and sanitizing liquid and granting hygiene also in case of no water thanks to a mechanical system made of a razor. In the current EPD the toilet version is No Touch introduced in 2014. Sebach TopSan® HN is the portable toilet that is especially conceived to comply with the accessibility and use of the disabled people. The skid floor helps the access while the gripping bars facilitates the use of the toilet. The portable toilet's dimensions allow a 360° rotation of the wheelchair. Even this toilet has the special patented system characterized by a rotating tape.

Sebach TopSan® e TopSan® HN are made at the Armal plant of Certaldo (Firenze, Italy) on behalf of Sebach and are allocated to Sebach concessionaires on the Italian territory. Distribution packaging to concessionaires is made of wood pallets and plastic films. During rental service, no other packaging use is required.

Sebach EPD® pag. 28

English Summary

SEBACH COMPLETE RENTAL SERVICE

THE TOILET LIFE CYCLE						
Toilet production			Transport to concessionaires	Sebach rental service		End of life
Upstream		Core		Downstream		
A1 Raw material supply	A2 Transport	A3 Manufacturing	A4 Transport	B2 Maintenance	B3 Repair	C2, C3, C4 Transport, waste processing and disposal

The following modules are not relevant:

- A5 (Installation process)
- B1 (Material emissions from usage)
- B4 (Replacement)
- B5 (Refurbishment)
- B6-B7 (Use of energy and use of water)
- C1 (Deconstruction, demolition)

Sebach EPD® pag. 29

English Summary

HOW THE STUDY HAS BEEN REALIZED

The study covers the whole product life cycle (Cradle to grave) and considers two functional units:

- Ten years of TopSan® and TopSan® HN toilets use, considering the following units number and days of real use:

	SEBACH TOPSAN®	SEBACH TOPSAN® HN
Toilet average lifetime	8 years	8 years
Number of toilets to fulfill the functional unit of ten years	1,25 toilettes	1,25 toilettes
Days of real use in one year	241	121
Days of real use to fulfill the functional unit of ten years	2.409	1.209

- One day of TopSan® and TopSan® HN toilets use, by dividing the results for ten years of use by the days of real use of the toilet as reported above.

Data related to the life cycle stages of TopSan® and TopSan® HN toilets refer to 2019.

The toilets are distributed entirely in Italy. The toilets end of life reflects the representative scenario of all 2018 Sebach concessionaires, related to the toilets disposal or recovery. Packaging end of life is based on the current Italian scenario for cardboard, wood and plastic waste treatment, with their respective rates of recycling, landfilling and incineration.

(see p.14 for references)

Sebach EPD® pag. 30

Verifica e altre informazioni

Programme operator	EPD International AB, Box 210 60, SE-100 31 Stockholm, Sweden, E-mail: info@environdec.com
Revisione della PCR condotta da	Technical Committee of the International EPD® System. Contact via info@environdec.com
Verifica di terza parte indipendente della dichiarazione e dei dati, secondo la norma ISO 14025:2006	Verifica di EPD
Verificatore	Ing. Vito D'Incognito - Individual verifier
Approvato da	The International EPD® System Technical Committee, supported by the Secretariat
La procedura di follow-up dei dati durante la validità della EPD coinvolge un verificatore di parte terza	Si
Contatti azienda	Cinzia Mariottini - Marketing & Sviluppo (cinzia.mariottini@sebach.it)
Supporto tecnico	Studio Fieschi & soci Srl - www.studiofieschi.it

Dichiarazioni ambientali pubblicate all'interno della stessa categoria di prodotto ma provenienti da programmi differenti potrebbero non essere confrontabili. Per maggiori informazioni in merito a questa dichiarazione si rimanda al sito: www.environdec.com

Sebach ha la sola proprietà e responsabilità per la presente EPD.

RIFERIMENTI

- International EPD® System, General Programme Instructions (EPD), versione 3.0 del 2017-12-11.
- International EPD® System, PCR 2013:01, UN CPC 387 Prefabricated buildings - versione 2.0 del 2018-07-26.
- ISO 14025:2006 "Etichette e dichiarazioni ambientali - Dichiarazioni ambientali di Tipo III - Principi e procedure".
- EN 15804:2012 "Sostenibilità delle costruzioni - Dichiarazioni ambientali di prodotto - Regole quadro di sviluppo per categoria di prodotto".
- Valutazione del Ciclo di Vita - LCA (Life Cycle Assessment). Bagni mobili TopSan® e TopSan® HN. Aggiornamento della EPD - Riferimento anno 2019. Versione 02 del 2019-07-05.
- Dati nazionali rifiuti speciali: ec.europa.eu/eurostat, dati 2016
- Programma Specifico di Prevenzione 2018, COMIECO 2018.
- Programma Specifico di Prevenzione 2018, COREPLA 2018.
- Programma Specifico di Prevenzione 2018, Rilegno 2018.
- www.environdec.com (Guidance on interpretation of programme instructions)
- Ecoinvent v.3.5

Sebach EPD® pag. 31



Sebach S.p.A.
Società soggetta a direzione e coordinamento di Yida S.p.A.
Via Fiorentina, 109 - 50052 Certaldo - FI - Italia
Tel. +39 0571 663455 - info@sebach.it
www.sebach.com



BIOMIMETIC RE-DESIGN OF SUSTAINABLE PRODUCTS

Incrementare la sostenibilità ambientale dei prodotti attraverso criteri biomimetici

Dottorato di ricerca in Architecture, Design, Planning
Curriculum in Innovation Design - Ciclo XXXIV

Tutor: Prof.ssa Lucia Pietroni
Dottoranda: Mariangela Francesca Balsamo