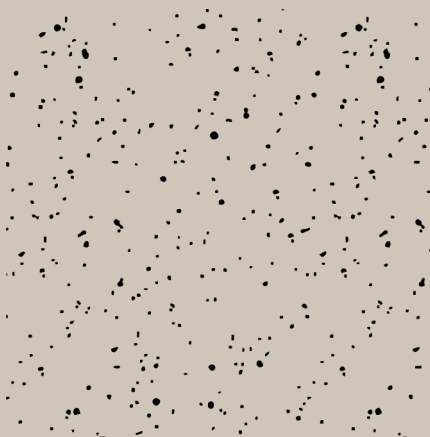
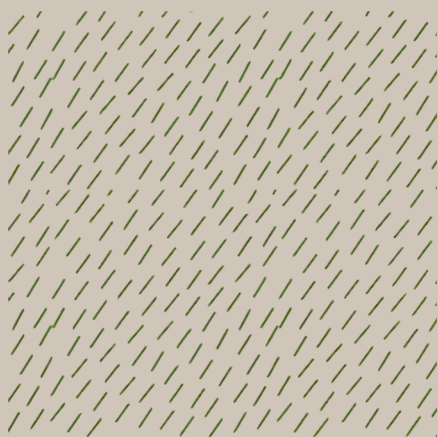
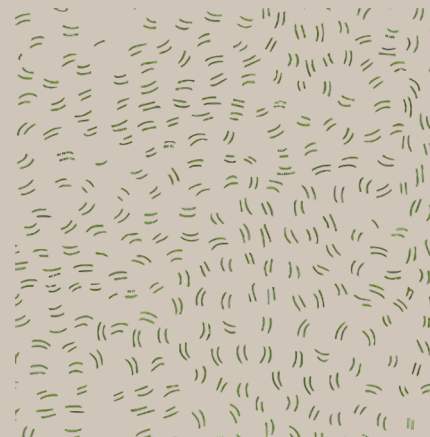
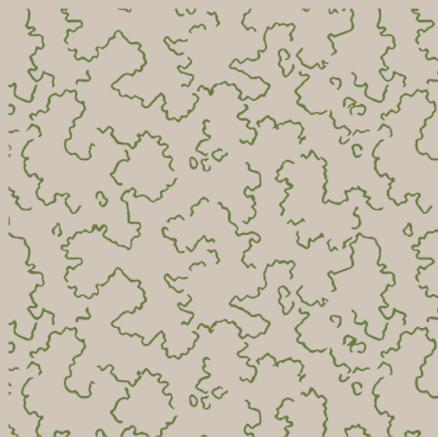


I Materiali della Transizione Ecologica

Un framework operativo per il design
con i nuovi materiali

Candidata
Anna Nannini

Relatrice
Beatrice Lerma





I Materiali della Transizione Ecologica

Un framework operativo per il design con i nuovi materiali

Politecnico di Torino
DAD - Dipartimento di Architettura e Design
Design e comunicazione
A.A. 2025-2026
Tesi di Laurea Triennale Luglio 2026

Candidata
Anna Nannini

Relatrice
Beatrice Lerma

Indice

1

Abstract	1
La Transizione Ecologica	2
1.1 Il contesto	4
1.2 Il ruolo della materia nella transizione	6
1.2.1 L'innovazione materica nella transizione	8
1.3 Barriere e <i>Translation Gap</i>	10
1.4 " <i>Matter leads to Form</i> "	12
1.5 Le lenti teoriche: MDD, MX e MoM	14
1.6 Obiettivi e struttura della ricerca	16
Bibliografia capitolo 1	18

2

Evoluzione e tassonomia dei nuovi materiali	20
2.1 I nuovi materiali come informazione	22
2.1.1 Le materiotecche	22
2.1.2 Le tipologie di materiotecche	24
2.2 I modelli di classificazione attuali	25
2.2.1 I criteri di selezione dei casi studio	25
2.2.2 Presentazione dei casi studio	26
2.2.3 Analisi critica dei casi studio	28
2.2.4 Sintesi dei risultati	29
2.3 Tassonomia dei nuovi materiali	30
2.3.1 La genesi come valore identitario	30

3

2.3.2 L'Identità del materiale	31
2.3.3 I quattro profili identitari	32
2.4 Analisi e mappatura dei campioni	34
2.4.1 Costruzione del campione di indagine	34
2.4.2 Parametri di rilevazione e costruzione del database	35
2.4.3 Presentazione del campione d'indagine	36
2.5 Dall'analisi alla Tassonomia di Genesi	44
2.5.1 Prima categoria: I materiali Recuperati	46
2.5.2 Seconda categoria: I materiali Bio-Fabbricati	48
2.5.3 Terza categoria: I materiali Naturali ad Alte Prestazioni	50
2.6 Alcuni casi studio	52
2.6.1 Criteri di selezione e metodologia di analisi	52
2.6.2 Materiali Recuperati	56
2.6.3 Materiali Bio-Fabbricati	88
2.6.4 Materiali Naturali ad Alte Prestazioni	112
2.6.5 Sintesi trasversale	136
2.7 Analisi Comparativa e Considerazioni	137
Bibliografia capitolo 2	142

Il Framework Operativo	146
3.1 Verso il framework operativo	148
3.2 Il ribaltamento metodologico	150
3.2.1 La meccanica dell'approccio lineare	150
3.2.2 L'inversione del framework	151
3.3 Contesti applicativi e attori	153
3.4 L'architettura del framework	156
3.4.1 Fase Esplorativa (Strumento A: Questionari)	158
3.4.2 Fase Tassonomica (Strumento B: Diagramma di Flusso)	165
3.4.3 Fase di Sintesi (Strumento C: Material Strategy Canvas)	166
3.5 Linee Guida Operative (Strumento D)	167
Bibliografia capitolo 3	174

4	Il workshop		176
	4.1	Obiettivi e disegno della ricerca	178
	4.2	Setup della ricerca	180
	4.3	Il protocollo operativo	182
	4.4	Le fasi del workshop	185
	4.5	Analisi dei risultati	201
	4.5.1	Dinamiche di negoziazione tra profili	201
	4.5.2	Concept generati: osservazioni e confronto con lo stato dell'arte	202
	4.5.3	Evoluzione del ragionamento progettuale	203
	4.5.4	Ruolo delle Linee Guida	204
	4.6	Valutazioni del workshop	205
	4.7	Correzioni al framework e conclusioni	207
Bibliografia capitolo 4			208

5	Conclusioni		210
	5.1	Sintesi del percorso di ricerca	212
	5.2	Il ruolo del product designer	213
	5.3	La validazione empirica	214
	5.3.1	Cosa è stato confermato	214
	5.3.2	Cosa è stato confermato parzialmente	215
	5.3.3	Cosa il workshop ha aperto	215
	5.4	Contesti di applicazione del framework	216
	5.5	Limiti della ricerca	217
	5.6	Sviluppi futuri	218
Bibliografia capitolo 5			219

Abstract

La transizione ecologica ha trasformato i materiali da semplici variabili tecniche a driver strategici per l'economia circolare. Nonostante lo sviluppo di nuove categorie materiche, come risorse bio-fabbricate, materiali rigenerati da scarti e biomasse ingegnerizzate, la loro adozione industriale è ostacolata dal tentativo di imporre standard prestazionali tradizionali e dall'inedeguatezza degli strumenti digitali di selezione. Questi limiti generano quello che in questa ricerca viene definito *Translation Gap*: la difficoltà del progettista di tradurre le qualità identitarie dei nuovi materiali in requisiti e opportunità di progetto concreti. La presente tesi indaga il superamento di queste barriere attraverso l'adozione del paradigma

Matter leads to Form, in cui anche le caratteristiche che l'industria tradizionale considera difetti (come variabilità, eterogeneità e deperibilità) diventano opportunità progettuali. Integrando le teorie del *Material Driven Design* (MDD) e della *Materials Experience* (MX), la ricerca propone e valida il *Material Strategy Canvas*: un *framework* operativo che supporta i designer nella progettazione con i nuovi materiali, traducendo le loro qualità identitarie in linee guida strategiche e di prodotto.

La transizione ecologica

1

1.1 Il contesto

La “transizione ecologica” è un concetto che si è evoluto nel corso del tempo, influenzato dallo sviluppo di una sensibilità che la società mano a mano ha acquisito. Nel 2019 l'Unione Europea ha tradotto questo concetto in una strategia nota come Green Deal (European Commission, 2019) che si impegna a raggiungere un'economia circolare, attraverso una serie di obiettivi, tra cui il miglioramento della gestione delle risorse terrestri. Questo aspetto interessa personalmente il design del prodotto che lavora quotidianamente con materiali, metodologie e strategie, che influenzano direttamente l'ambiente.

Per questo è importante approfondire il concetto di risorsa, a partire dal rapporto *The Limits to Growth* (Meadows et al., 1972), che ha diffuso la consapevolezza della disponibilità limitata di ciò che il nostro pianeta può produrre annualmente. Dalla descrizione

antropologica delle comunità umane come sistemi che sviluppano risposte adattative razionali alla scarsità delle risorse (Bennett, 1976), si è successivamente passati alla definizione istituzionale di Sviluppo Sostenibile con il Rapporto Brundtland (*World Commission on Environment and Development* [WCED], 1987). Un'ulteriore evoluzione di pensiero viene attuata con la visione *Cradle to Cradle* (McDonough & Braungart, 2002). Essa è un approccio di progettazione che ha come obiettivo la riduzione dei consumi per minimizzare l'impatto ambientale. L'idea alla base è quella di adattare i sistemi di produzione all'ambiente, lavorando sulla circolarità, in maniera che non esista più il concetto di scarto, poiché viene visto come nuova risorsa da immettere in un altro ciclo produttivo. Sperimentazioni contemporanee dimostrano come questa logica possa applicarsi a interi biosistemi produttivi; un esempio è costituito dal progetto di agricoltura subac-

quea *Nemo's Garden* (Figura 1.1), in cui l'ecosistema marino viene assecondato senza consumare risorse terrestri. Questo approccio divide i flussi di materia in due cicli chiusi e non sovrapponibili: un ciclo biologico per i materiali naturali e un ciclo tecnico per polimeri e metalli. Oggi questa visione è il motore operativo dell'Economia Circolare promossa dall'*European Green Deal* (2019) per superare il modello lineare "estrai-produci-getta". Per il product designer, questo implica che scegliere un materiale è diventato una decisione strategica che definisce in partenza la sostenibilità e la reale circolarità del prodotto.

Figura 1.1

Progetto Nemo's Garden (Noli): agricoltura subacquea in biosfere autosufficienti basate sulla dissalazione naturale (Fonte: Luca Locatelli, 2021)



1.2 Il ruolo della materia nella transizione

Nel corso del secolo scorso, il materiale era un elemento raramente considerato nella fase di progettazione iniziale in quanto secondario rispetto alla forma del prodotto (Ashby, 2011; Karana et al., 2015). È infatti molto più semplice individuare il materiale, selezionandolo sulla base delle caratteristiche richieste dal progetto.

Come evidenziato dalle teorie sul *Life Cycle Design* (Manzini & Vezzoli, 1998), in un'ottica circolare la scelta del materiale determina l'intero ciclo di vita del prodotto². Optare per una risorsa a base biologica o per una plastica riciclata vincola le tecnologie di lavorazione, l'assemblaggio e gli scenari di fine vita. Il materiale predetermina il destino dell'oggetto, stabilendo se questo finirà nel ciclo biologico o in quello tecnico.

Tuttavia, questa necessità di innovazione si scontra con un sistema industriale ancora profondamente legato alle risorse di origine fossile. Tale modello estrattivo, come è possibile osservare in Figura 1.2, persiste, provocando ingenti danni ambientali e paesaggistici. I dati globali mostrano che la produzione mondiale di plastica supera i 400 milioni di tonnellate annue, e le alter-

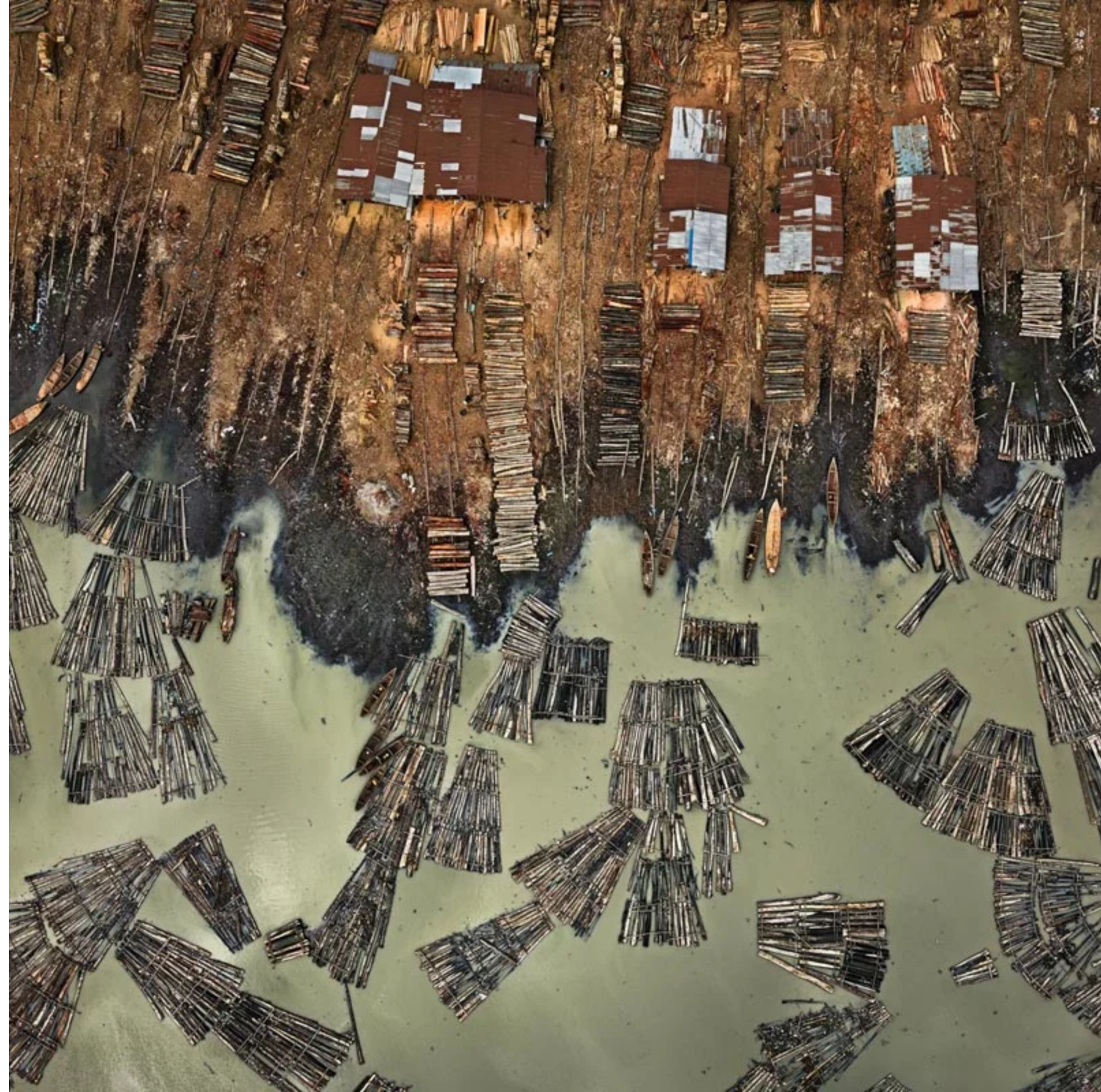
native bio-based o compostabili coprono a stento lo 0,5% del mercato (European Bioplastics, 2023). Nel settore tessile, su oltre 120 milioni di tonnellate prodotte, i filati sintetici tradizionali dominano con oltre il 60%, lasciando le fibre circolari a un ruolo di nicchia (Textile Exchange, 2024). Anche l'industria metallurgica mantiene volumi di estrazione difficili da limitare (World Steel Association, 2024).

Le cause non sono meramente economiche (costi di produzione), ma anche legate alla standardizzazione e prevedibilità delle prestazioni delle risorse tradizionali. Diversamente, i nuovi materiali per la transizione ecologica sono per natura eterogenei, a causa della variabilità dei processi di produzione e dell'origine delle risorse e quindi più difficilmente gestibili. La variabilità delle proprietà fisiche tra diversi lotti, i fenomeni di ritiro dimensionale in fase di stampaggio e la tendenza alla degradazione meccanica in presenza di umidità generano un comportamento spesso imprevedibile (Camere & Karana, 2018), risultando pertanto critici per un'industria abituata a tolleranze minime.

I materiali bio-fabbricati o derivati da scarti sono infatti sistemi aperti, dipendenti da variabili biologiche e da filiere di approvvigionamento non omogenee per definizione. A differenza dei materiali ottenuti da processi controllati, la loro composizione chimica e morfologica può variare in funzione della stagione del raccolto, del substrato di coltivazione o della provenienza geografica dello scarto. Questa intrinseca eterogeneità rende strutturalmente impossibile e metodologicamente scorretto applicare a queste classi materiche le stesse logiche di standardizzazione pensate per materiali prodotti in condizioni industriali chiuse e ripetibili (Camere & Karana, 2018).

Nota 1
Life Cycle Design: Approccio progettuale volto a ridurre l'impatto ambientale complessivo di un prodotto lungo tutto il suo ciclo di vita (Manzini & Vezzoli, 1998).

Figura 1.2
Anthropocene project: vista aerea dell'impatto ambientale e dell'alterazione paesaggistica causati dal modello estrattivo intensivo. (Fonte: Edward Burtynsky, 2016)



1.2.1 L'innovazione materica nella transizione

Per mantenere il focus della ricerca, è essenziale definire i confini di questa tesi rispetto al vasto panorama dell'innovazione materica. L'analisi esclude composti avanzati, nanomateriali o Smart Materials (come leghe a memoria di forma o materiali piezoelettrici). L'innovazione di queste categorie punta generalmente a massimizzare le prestazioni meccaniche o a creare comportamenti fisici attivi, dina-

miche che spesso non rispondono alle necessità sistemiche dell'economia circolare (Bocken et al., 2016). La presente ricerca si concentra esclusivamente su quelle classi materiche sviluppate per supportare proattivamente la transizione ecologica e scardinare il modello estrattivo lineare. Nello specifico, il campo di indagine individua alcune macro-direttrici d'innovazione

fondamentali: i materiali bio-fabbricati tramite la coltivazione di organismi viventi (Figura 1.3), all'interno dei quali si collocano anche i materiali carbon-negative

Figura 1.3
Campioni di materiale bio-fabbricato a base di micelio coltivato su substrati di scarti agricoli. (Fonte: Material District, 2019)



(Figura 1.4), capaci di agire come veri e propri serbatoi di stoccaggio per la CO₂ atmosferica (Arehart et al., 2020; Camere & Karana, 2018); le risorse ottenute dalla valorizzazione degli scarti urbani e agro-industriali (Figura 1.4) (Arancon et al., 2013); e le biomasse ingegnerizzate ad alte prestazioni (Girijappa et al., 2019). Nel settore plastico, l'attenzione è rivolta alle bioplastiche avanzate, mantenendo una rigorosa distinzione tra polimeri bio-based (innovativi per l'origine rinnovabile della biomassa) e polimeri biodegradabili (innovativi per la compatibilità in fase di *end-of-life*).

Nota 2
È opportuno chiarire che le due proprietà bio-based e biodegradabile, non implicano l'una l'altra: un polimero può essere di origine biologica ma non biodegradabile o viceversa biodegradabile ma derivato da fonti fossili (Kirchherr et al., 2017).

Figura 1.4
Apple skin: materiale waste-based ottenuto dalla polverizzazione di scarti di mela miscelati a poliuretano e cotone. (Fonte: Frumat, 2021)



Figura 1.5
Granuli di PHA (Polidrossialcanoati) ottenuti tramite la bio-fabbricazione da gas serra (metano) (Fonte: 2030 Magazine, 2021)

1.3 Barriere e Translation Gap

La resistenza industriale all'adozione delle nuove classi materiche non dipende solo dal radicamento strutturale del modello lineare, che ha consolidato nel tempo filiere di approvvigionamento e impianti di trasformazione difficili da riconvertire (Kirchherr et al., 2017). Questo blocco tecno-economico è infatti alimentato a livello micro-progettuale dall'inadeguatezza degli strumenti digitali di selezione attualmente a disposizione del designer, i quali condizionano negativamente le scelte strategiche fin dalle primissime fasi del progetto (Lerma & Dal Palù, 2016; Lerma et al., 2011)

Per oltre un secolo, il design ha seguito il principio "Form follows Function" postulato da Louis Sullivan, un approccio lineare in cui il materiale interviene a valle del processo per dare sostanza a una forma già definita. In questo contesto, i progettisti si affidano a database ingegneristici come *Ansys Granta EduPack* (Figura 1.6) o *MatWeb* (Figura 1.7). Questi software servono a gestire la cosiddetta "iper-scelta" (Manzini, 1986), amplificata oggi da database come *Ansys Granta EduPack* che mappano centinaia di migliaia di varianti (Ansys, 2026), filtrando i materiali attraverso parametri quantitativi e oggettivi, come la

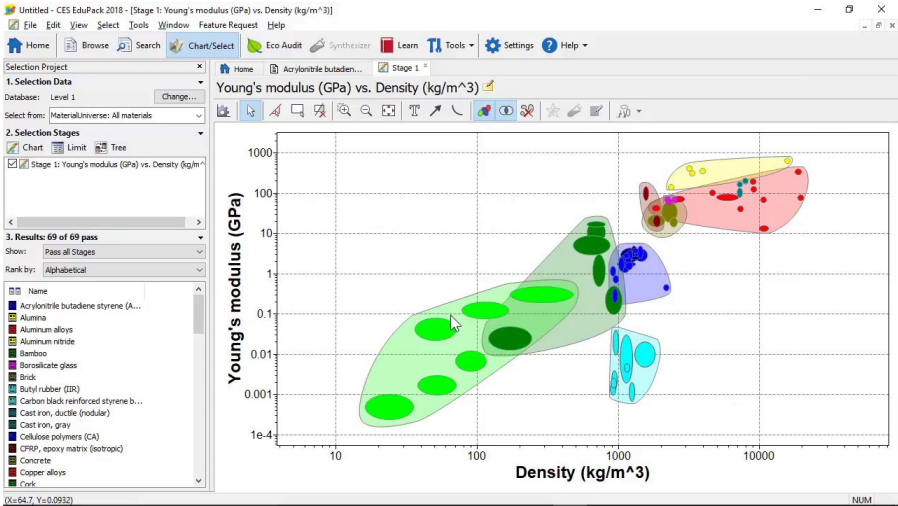


Figura 1.6
Ansys Granta EduPack: strumento digitale tradizionale per la selezione dei materiali. (Fonte: Ansys Granta EduPack)

Titanium, Ti			
Categories: Metal; Nonferrous Metal; Titanium Alloy; Pure Element			
Material Notes: CAS Number: 7440-32-6			
Key Words: biomaterials, biomedical implants, biocompatibility			
Vendors: No vendors are listed for this material. Please click here if you are a supplier and would like information on how to add your listing to this material.			
Physical Properties			
Density	4.50 g/cc	0.163 lb/in³	Comments
Chemical Properties			
Atomic Mass	47.867	47.867	Comments
Atomic Number	22	22	1995
Thermal Neutron Cross Section	5.6 barns/atom	5.6 barns/atom	
X-ray Absorption Edge	2.497 Å	2.497 Å	K
	23.389 Å	23.389 Å	L _I
	26.831 Å	26.831 Å	L _{II}
	27.184 Å	27.184 Å	L _{III}
Electrode Potential	0.20 V	0.20 V	
Electronegativity	1.54	1.54	Pauling
Ionic Radius	0.680 Å	0.680 Å	Crystal Ionic Radius for Valence +4
	0.760 Å	0.760 Å	Crystal Ionic Radius for Valence +3
	0.940 Å	0.940 Å	Crystal Ionic Radius for Valence +2
	0.960 Å	0.960 Å	Crystal Ionic Radius for Valence +1

Figura 1.7
Mathweb: Esempio di archivio digitale ingegneristico utilizzato dai progettisti per la selezione materica. (Fonte: Mathweb)



Figura 1.8
Dispositivo tecnologico per la traduzione di percezioni sensoriali (es. impronta olfattiva) in dati oggettivi misurabili. (Fonte: Comai, Torino)

resistenza meccanica o l'impronta di carbonio (Ashby, 2011; Del Curto, 2011).

Tuttavia, questi strumenti mostrano limiti evidenti quando applicati ai materiali di nuova generazione. Anche quando tentano di catalogare le cosiddette soft qualities (termine con cui si designano le proprietà espressivo-sensoriali dei materiali: texture, colore, trasparenza, odore, suono e le associazioni semantiche che ne derivano) utilizzano parametri chiusi e statici che non riescono a restituire la complessità visiva o tattile dell'esperienza materica (Ashby & Johnson, 2014).

Questo limite intrinseco ai software, unito al fatto che i designer spesso non possiedono una profonda formazione chimico-biologica, crea un divario metodologico che impedisce al progettista di tradurre le potenzialità dei nuovi materiali in requisiti di progetto (Lerma & Dal Palù, 2016; Lerma et al., 2011). All'interno della presente tesi,

questo ostacolo comunicativo e operativo verrà sintetizzato con l'espressione *Translation Gap*. Si tratta di un vuoto di comunicazione che impedisce al progettista di tradurre le potenzialità dei nuovi materiali in requisiti di progetto. Il valore dei materiali derivati da scarti o bio-fabbricati, infatti, non risiede nelle prestazioni meccaniche estreme, ma nella loro unicità sensoriale e nella narrazione del loro ciclo di vita.

Il progettista deve quindi imparare a gestire strategicamente le soft qualities, comunicando le proprie intenzioni all'utente in maniera che il prodotto non venga percepito come Greenwashing, spesso causato da messaggi commerciali ambigui o incoerenze visive che confondono l'utente sulla reale origine della risorsa (Dal Palù & Lerma, 2023). Al contrario, all'interno di specifici settori d'uso come l'arredo o il packaging (ambiti in cui la componente espressiva e sensoriale prevale sulla pura necessità struttu-

rale), l'utente cerca l'irregolarità e l'eterogeneità visiva, codificandole come prove di autenticità e onestà materica (Sauerwein et al., 2017).

Sebbene la ricerca stia sviluppando tecnologie per misurare oggettivamente le percezioni tattili e olfattive (come la mappatura aptica e i nasi elettronici (Figura 1.8)), si tratta di strumenti complessi, poco accessibili al singolo designer nelle fasi preliminari e utili principalmente a progetto già avviato (Veelaert et al., 2020). L'inadeguatezza degli strumenti attuali dimostra che per integrare efficacemente i nuovi materiali nella prassi industriale, non è sufficiente aggiornare i database, ma piuttosto agire sul metodo stesso di progettazione.

1.4 "Matter leads to Form"

I limiti degli strumenti tradizionali evidenziano la necessità di un'evoluzione metodologica. I database ingegneristici classici sono stati progettati per gestire materiali industriali standardizzati, stabili e prevedibili. Di conseguenza, falliscono di fronte alle nuove classi materiche biologiche o di recupero, che sono per loro natura eterogenee, vive e mutevoli nel tempo. Questa variabilità intrinseca, impossibile da mappare attraverso parametri numerici fissi, interrompe la linearità del progetto tradizionale e costringe il designer a riconoscere un'agentività propria alla materia (Karana et al., 2015). Per gestire questa complessità strutturale dei materiali legati alla transizione ecologica, il design industriale sta abbandonando l'approccio gerarchico a favore di un nuovo modello teorico e operativo definibile come *Matter leads to Form* (la materia guida la forma).

Tale ribaltamento supera la concezione tradizionale (nota in ambito filosofico come *ilomorfismo*³) secondo cui il progettista impone unilateralmente la propria intenzione formale a una materia considerata inerte. Questo approccio permette al progettista di comprendere a

fondo le caratteristiche dei materiali, per usarle a proprio favore abbattendo la cosiddetta barriera della conoscenza (Bak-Andersen, 2018). Tuttavia, per raggiungere questo obiettivo, è necessario anticipare la selezione del materiale alle fasi preliminari di progettazione, in modo che le potenzialità del materiale contribuiscano a plasmare il prodotto. Questa visione permette di attribuire al materiale una propria agentività, ovvero la *Material Agency*, termine ripreso dalle scienze antropologiche (Knappett & Malafouris, 2008), che vede il materiale come un attore attivo e influenzante.

Come evidenziato dalla letteratura (Camere & Karana, 2018), riconoscere la *Material Agency* significa smettere di imporre unilateralmente una forma preconcepita, accettando invece che siano le proprietà fisiche, biologiche e percettive della materia a influenzare proattivamente e orientare il risultato finale. Accogliere questa prospettiva significa trattare i vincoli del materiale (es. variabilità cromatica, risposta all'umidità) come informazioni progettuali da integrare (Karana et al., 2015). Giaccardi e Karana (2015) estendono questo concetto al rap-

Nota 3
Ilomorfismo: Dal greco *hýlē* (materia) e *morphē* (forma). Dottrina filosofica di matrice aristotelica secondo la quale ogni ente fisico è costituito dall'unione indissolubile di una materia passiva e informe e di una forma intellegibile che le impone una struttura definita. (Fonte: Ingold, 2013)



porto tra materiali, persone e pratiche d'uso, sottolineando come l'esperienza della materia non si esaurisca nella fase produttiva ma continui nel tempo di vita del prodotto. (Figura 1.9; Figura 1.10).

In questa prospettiva, il ruolo del product designer cambia radicalmente, mettendosi in ascolto dei vincoli intrinseci della materia per tradurli in opportunità (Ingold, 2013; Bak-Andersen, 2018). A livello

Figura 1.9
Vasi di Diana Scherer, Full Grown: Applicazioni pratiche in cui la morfologia finale dell'oggetto è guidata dall'agentività del sistema biologico.



Figura 1.10
Full Grown (Gavin Munro): un esempio di Material Agency, in cui l'agentività intrinseca della materia viva viene assecondata affinché guidi la morfologia finale dell'oggetto.

operativo, questo significa analizzare preventivamente il comportamento del materiale nel tempo e nello spazio (come reagisce all'usura, come si deforma, come muta visivamente) e derivare le logiche morfologiche direttamente da questi dati (Karana et al., 2015).

1.5 Le lenti teoriche: MDD, MX e MoM

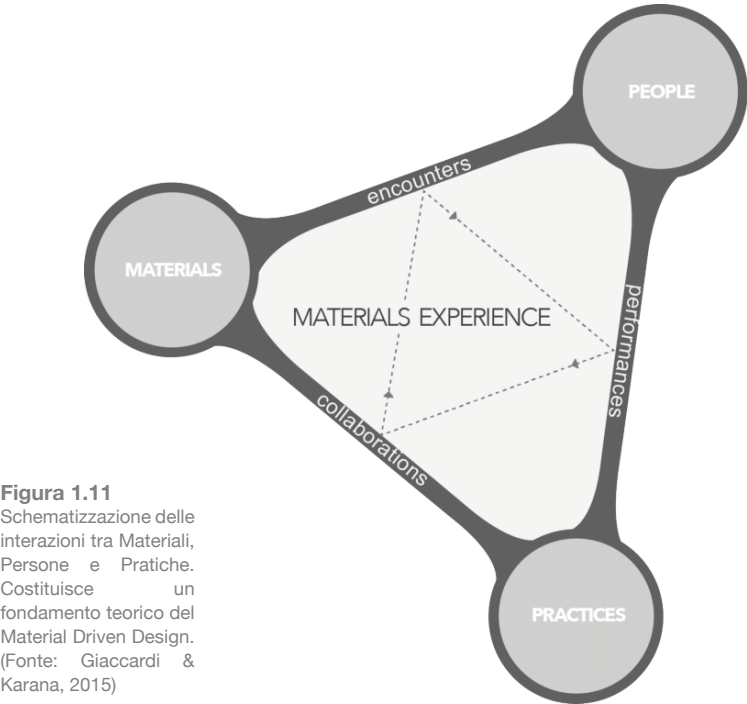


Figura 1.11
Schematizzazione delle interazioni tra Materiali, Persone e Pratiche. Costituisce un fondamento teorico del Material Driven Design. (Fonte: Giaccardi & Karana, 2015)

Per progettare secondo il paradigma *Matter leads to Form*, il designer necessita di strumenti d'indagine capaci di andare oltre il puro dato tecnico. Poiché i database ingegneristici faticano a comunicare le qualità espressive della materia, la ricerca accademica ha sviluppato *framework* specifici per codificare la dimensione esperienziale dei materiali.

Il riferimento metodologico princi-

pale è il **MDD (Material Driven Design)**, formalizzato da Karana, Barati e Rognoli (2015) (Figura 1.11). L'MDD cessa di trattare il materiale come una variabile dipendente e lo pone come incipit del progetto. Questa inversione prospettica richiede un'anticipazione decisionale che, prendendo in prestito un concetto nato nell'ingegneria del software, lo *Shift Left*, (Smith, 2001), può essere riadattata al design come vincolo metaprogettuale

(Ulrich & Eppinger, 2015). Applicando questo principio alla progettazione fisica, decisioni solitamente relegate alla fase di ingegnerizzazione finale vengono anticipate alla fase di concept. Questa traslazione concettuale risponde perfettamente ai principi del *Life Cycle Design* (Manzini & Vezzoli, 1998), secondo cui l'impatto ambientale di un prodotto si definisce quasi interamente durante il metaprogetto. Per decodificare le soft qualities in questa fase preliminare, l'MDD si appoggia a due modelli teorici complementari:

MoM (Meanings of Materials): Teorizzato da Karana (2010), questo modello dimostra che il "significato" di un materiale non è una proprietà oggettiva. La percezione di un materiale deriva piuttosto dall'interazione tra l'utente con il proprio background e il contesto d'uso, le proprietà del materiale e la forma del prodotto. Se il progettista tiene in considerazione questi elementi, un materiale potrebbe infatti apparire di scarsa qualità, oppure ricercato e innovativo.

MX (Materials Experience): Secondo Giaccardi e Karana (2015) l'esperienza che viene percepita

quando si interagisce con un materiale, si articola secondo quattro livelli: Sensoriale (la percezione tattile e visiva), Interpretativo (i significati evocati), Affettivo (le emozioni suscitate) e Performativo (come la materia suggerisce o limita le azioni dell'utente).

L'indagine di questi livelli richiede di allontanarsi dai software CAD. L'MDD prevede infatti una fase obbligatoria di *Material Tinkering* (Figura 1.11): manipolando fisicamente i campioni, il designer testa empiricamente la flessibilità, il suono e il comportamento termico della materia, aggirando così il Translation Gap dei database digitali. Questo approccio empirico ed esplorativo si colloca esclusiva-

mente nella fase iniziale di concept e metaprogetto; esso serve a stimolare l'intuizione strategica e non sostituisce in alcun modo le successive validazioni ingegneristiche e i test normativi regolati dagli standard ISO e ASTM, necessari nelle fasi avanzate di sviluppo.

Questo tipo di esplorazione qualitativa e fenomenologica si collega direttamente alle metodologie di valutazione sensoriale applicate al metaprogetto, nate per mappare le qualità espressive della materia e strutturarle come elementi di conoscenza per il designer (Lerma et al., 2011; Lerma & Dal Palù, 2016; Lerma et al., 2022).

La letteratura scientifica evidenzia

come il trasferimento di queste metodologie aperte verso la pratica industriale richieda una semplificazione degli strumenti, capace di adattarsi ai tempi contratti e alle risorse limitate della prassi professionale (Barati et al., 2019; Mestre & Cooper, 2017). Affinché queste teorie diventino operative, è necessario tradurre l'impalcatura concettuale dell'MDD in uno strumento decisionale visivo, rapido e applicabile all'industria. Per fare ciò è necessario trovare una metodologia capace di rendere più semplice ed immediata l'analisi sensoriale, in particolare traducendo le qualità di un materiale in opportunità di progetto, attraverso delle linee guida strategiche. Questo permetterebbe di individuare gli ambiti di utilizzo, la durata di vita, o le applicazioni di un materiale, usando le potenzialità specifiche del singolo materiale (Lerma et al., 2011).



Nota 4
Shift Left: Concetto mutuato originariamente dall'ingegneria del software (Smith, 2001) che indica lo spostamento cronologico di valutazioni e test decisionali verso le primissime fasi della timeline progettuale.

Figura 1.12
Fase esplorativa ed empirica del metaprogetto condotta durante un workshop. (Fonte: Karana, Barati, Rognoli, & van der Laan, 2015).

1.6 Obiettivi e struttura della ricerca

In questo scenario, il progettista assume un ruolo strategico di mediazione tra la dimensione tecnico-ambientale e quella espressivo-sensoriale della selezione materica (Lerma et al., 2022; Lerma et al., 2011), con il compito di tradurre l'innovazione scientifica in prodotti funzionali e desiderabili. L'esercizio di questa sintesi è però bloccato da un unico nodo problematico che si manifesta su due fronti complementari: da un lato la rigidità quantitativa dei database tradizionali, incapaci di restituire le soft qualities della materia; dall'altro l'astrattezza dei grandi framework accademici come il *Material Driven Design*, che pur teorizzando correttamente il problema non offrono uno strumento immediatamente applicabile nella prassi progettuale quotidiana.

L'obiettivo primario di questa tesi è di risolvere queste problematiche attraverso lo sviluppo di un framework operativo chiamato *Material Strategy Canvas*, composto da diversi strumenti, tra cui delle linee guida progettuali, da usare in maniera sequenziale. Questa metodologia non vuole sostituire i test e strumenti tradizionali, quanto piuttosto fornire uno strumento aggiuntivo e complementare al processo ideativo, in determinati contesti. Questo strumento, sfrut-

tando il principio dello Shift Left (Smith, 2001; Karana et al., 2015), anticipa la scelta materica dei nuovi materiali alle fasi iniziali della progettazione. Nello specifico, pone il materiale come base di partenza dell'intero processo metaprogettuale. Attraverso il ribaltamento del sistema esigenziale-prestazionale, il framework spinge prima all'analisi materica e conseguentemente alla definizione della forma del prodotto. Si tratta di una concretizzazione del paradigma Matter Leads to Form, che guida il progettista nella scoperta delle caratteristiche identitarie di un materiale, insegnandogli a riconoscerne i limiti (come la deperibilità o l'irregolarità) e le potenzialità anche attraverso l'esplorazione tattile e sensoriale (Figura 1.13), per utilizzarli attivamente come driver di progetto.

Per validare questo approccio, la tesi si articola in cinque capitoli:

Capitolo 1: delinea la crisi del modello gerarchico, evidenziando i limiti degli strumenti tradizionali e introducendo le lenti teoriche (MDD, MX, MoM) necessarie per introdurre il nuovo paradigma *Matter leads to Form*.

Capitolo 2: mappa lo stato dell'arte dell'innovazione materica. Cambiando direzione rispetto alle

tassonomie attualmente presenti nelle materiotecche e database, i nuovi materiali vengono classificati secondo una logica generativa in tre macro-famiglie: Recuperati, Bio-fabbricati e Naturali ad Alte Prestazioni.

Capitolo 3: costituisce il nucleo metodologico della ricerca. Presenta formalmente il *Material Strategy Canvas*, integrando l'approccio MDD al sistema esigenziale-prestazionale per elaborare specifiche linee guida progettuali. Dimostra inoltre l'inversione della logica progettuale, in cui le basse prestazioni diventano vincoli.

Capitolo 4: è dedicato alla validazione empirica del framework. Il metodo viene testato attraverso tre casi applicativi specifici per le tre macro-categorie: Ictyos per i Recuperati, il micelio per i Bio-fabbricati e Sulapac per i Naturali ad Alte Prestazioni.

Capitolo 5: raccoglie la sintesi dei risultati, delinea il nuovo ruolo del product designer di fronte all'innovazione ecologica e individua i limiti e i possibili sviluppi futuri della ricerca.

Figura 1.13
Esposizione campio-
naria di materiali
innovativi per l'architettura e il design
circolare. (Wasteland
Exhibition, 2017)



Bibliografia capitolo 1

Allione, C., De Giorgi, C., Lerma, B., & Petrucci, L. (2012). From ecodesign products guidelines to materials guidelines for a sustainable product: Qualitative and quantitative multi-criteria environmental profile of a material. *Energy*, 39(1), 90–99. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2011.08.055>

Ansys. (2026). Ansys Granta EduPack: Materials education and selection. Recuperato da <https://www.ansys.com/>

Arancon, R. A. D., Lin, C. S. K., Chan, K. M., Kwan, T. H., & Luque, R. (2013). Advances on waste valorization: New horizons for a more sustainable society. *Energy Science & Engineering*, 1(2), 53-71.

Arehart, J. H., Nelson, W. S., & Srubar III, W. V. (2020). On the theoretical carbon storage and carbon sequestration potential of hempcrete. *Journal of Cleaner Production*, 266, 121846.

Ashby, M. F. (2011). *Materials selection in mechanical design* (4th ed.). Butterworth-Heinemann.

Ashby, M. F., & Johnson, K. (2014). *Materials and design: The art and science of material selection in product design* (3rd ed.). Butterworth-Heinemann.

Bak-Andersen, M. (2018). When matter leads to form: Material driven design for sustainability. *Temes de Disseny*, (34), 10–33. <https://doi.org/10.46467/TdD34.2018.10-33>

Barati, B., Karana, E., & Hekkert, P. (2019). Prototyping materials experience: Towards a shared understanding of underdeveloped smart material composites. *International Journal of Design*, 13(2), 21–38.

Bennett, J. W. (1976). *The ecological transition: Cultural anthropology and human adaptation*. Pergamon Press.

Bocken, N. M. P., de Pauw, I., Bakker, C., & van der Grinten, B. (2016). Product design and business model strategies for a circular economy. *Journal of Industrial and Production Engineering*, 33(5), 308–320.

Camere, S., & Karana, E. (2018). Fabricating materials from living organisms: An emerging design practice. *Journal of Cleaner Production*, 186, 570-584.

Commissione Europea. (2019). The European Green Deal (Communication COM/2019/640 final). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2019%3A640%3A-FIN>

Dal Palù, D., & Lerma, B. (2023). How natural are the "natural" materials? Proposal for a quali-quantitative measurement index of naturalness in the environmental sustainability context. *Sustainability*, 15(5), 4349. <https://doi.org/10.3390/su15054349>

Del Curto, B. (2011). *I materiali per il design. Introduzione ai materiali e alle loro proprietà*. Casa Editrice Ambrosiana.

European Bioplastics. (2023). Bioplastics market data 2023. <https://www.european-bioplastics.org/market/>

Giaccardi, E., & Karana, E. (2015). Foundations of materials experience: An approach for HCI. In *Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 2447-2456).

Girijappa, Y. G. T., Yadav, S. M., Parameswaranpillai, J., & Siengchin, S. (2019). Natural fibers and their composites: A review. *BioResources*, 14(3), 7523-7555.

Ingold, T. (2013). *Making: Anthropology, archaeology, art and architecture*. Routledge.

Karana, E. (2010). How do materials obtain their meanings? *METU Journal of the Faculty of Architecture*, 27(2), 271-285.

Karana, E., Barati, B., Rognoli, V., & van der Laan, A. Z. (2015). Material driven design (MDD): A method to design for material experiences. *International Journal of Design*, 9(2), 35-54.

Kirchherr, J., Reike, D., & Hekkert, M. (2017). Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions. *Resources, Conservation and Recycling*, 127, 221-232.

Knappett, C., & Malafouris, L. (Eds.). (2008). *Material agency: Towards a non-anthropocentric approach*. Springer.

Lerma, B., & Dal Palù, D. (2016). Material (and product) sensoriality: Can perceptive evaluations strengthen the meta-design phase? *Temes de Disseny*, (32), 10–23.

Lerma, B., De Giorgi, C., & Allione, C. (2011). *Design e materiali: Sensorialità, sostenibilità, progetto*. FrancoAngeli.

Lerma, B., Dal Palù, D., De Giorgi, C., & Emidi, N. (2022). La cultura dei materiali e il lato sensoriale del progetto. *Atti e Rassegna Tecnica della Società degli Ingegneri e degli Architetti in Torino*, 155(1-2-3), 148-154.

Manzini, E. (1986). *La materia dell'invenzione*. Arcadia.

Manzini, E., & Vezzoli, C. (1998). *Lo sviluppo di prodotti sostenibili: i requisiti ambientali dei prodotti industriali*. Maggioli Editore.

McDonough, W., & Braungart, M. (2002). *Cradle to cradle: Remaking the way we make things*. North Point Press.

Meadows, D. H., Meadows, D. L., Randers, J., & Behrens, W.

W. (1972). *The limits to growth: A report for the Club of Rome's project on the predicament of mankind*. Universe Books.

Mestre, A., & Cooper, T. (2017). Circular product design. A multiple loops life cycle design approach for the circular economy. *The Design Journal*, 20(sup1), S1620-S1635.

Sauerwein, M., Karana, E., & Rognoli, V. (2017). Revived beauty: Research into aesthetic appreciation of materials to valorise materials from waste. *Sustainability*, 9(4), 529.

Smith, L. (2001). Shift-left testing. *Dr. Dobb's Journal*, 26(9), 56-59.

Textile Exchange. (2024). *Materials market report 2024*. <https://textileexchange.org/knowledge-center/reports/materials-market-report/>

The European Green Deal. COM(2019) 640 final.

Ulrich, K. T., & Eppinger, S. D. (2015). *Product design and development* (6th ed.). McGraw-Hill Education.

Veelaert, L., Du Bois, E., Moons, I., & Karana, E. (2020). Experiential characterization of materials in product design: A literature review. *Materials and Design*, 190, 108543. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2020.108543>

World Commission on Environment and Development. (1987). *Report of the World Commission on Environment and Development: Our common future*. Oxford University Press.

World Steel Association. (2024). *World steel in figures 2024*. <https://worldsteel.org/steel-topics/statistics/world-steel-in-figures/>

Evoluzione e tassonomia dei nuovi materiali

2

2.1 I nuovi materiali come informazione

L'introduzione di uno strumento operativo come il *Material Strategy Canvas* presuppone un'indagine approfondita su come i materiali per la transizione ecologica vengano attualmente catalogati, mappati e veicolati nel panorama reale. Prima di ridefinire le linee guida della progettazione, è infatti indispensabile verificare se i sistemi di selezione esistenti siano in grado di supportare il paradigma *Matter leads to Form*, o se tendano a

neutralizzarlo. Per superare l'inadeguatezza degli strumenti digitali tradizionali e colmare il divario tra i saperi (Lerma et al., 2022) delineato nel capitolo precedente, la pratica progettuale contemporanea ha riscoperto la centralità dell'interazione fisica con la materia. All'interno dell'attuale panorama dell'iperselezione materica (Manzini, 1986), in cui il progettista ha a disposizione un bacino di decine di migliaia di opzioni in costante espansione (Cornish, 1987), il materiale ha

cessato di essere una mera entità fisica per configurarsi come un sistema complesso di informazioni tecniche, ambientali e sensoriali.

2.1.1 Le materiotecche

Le materiotecche nascono per colmare il divario tra i saperi tecnici e quelli progettuali, agendo come veri e propri *hub* di mediazione capaci di tradurre il linguaggio della scienza dei materiali in requisiti di design (Lerma et al., 2022). Le materiotecche non sono contesti statici, ma piattaforme dinamiche basate su criteri di catalogazione aggiornabili e distinguibili a seconda dell'istituzione che gestisce l'archivio materico (Papile & Del Curto, 2021). Le materiotecche racchiudono materiali preferibilmente innovativi e sempre industrializzati o comunque in fase avanzata di *scale-up*. Solitamente forniscono sia un servizio in presenza, che permette di osservare

ed interagire con i materiali dal vivo, come è possibile osservare in figura 2.1, che l'infrastruttura digitale, utile per la rapida visione e lettura dei dati tecnici. La reale utilità delle materiotecche è quella di far entrare in contatto il progettista alla risorsa. Interagendo con essa in prima persona, il designer riesce ad approfondire la conoscenza espressiva e sensoriale della risorsa, obiettivo non raggiungibile usando solo i *software* ingegneristici tradizionali.

Come evidenziato dalla letteratura, la coerenza tra l'esperienza fisica e la sua traduzione nel database digitale rappresenta il fulcro operativo di questi centri (Papile & , 2021).



Figura 2.1
L'interno di una sede
Material ConneXion

2.1.2 Le tipologie di materiotecche

L'assenza di uno standard globale per la classificazione dei materiali si riflette nella diversità dei modelli operativi adottati dalle attuali materiotecche. Dall'osservazione incrociata delle piattaforme attuali e dalle evidenze in letteratura (Lerma et al., 2022; Papile & Del Curto, 2021), è possibile proporre in questa sede una suddivisione delle materiotecche in tre macro-tipologie operative:

materiotecche Istituzionali e Didattiche: Realtà come MATto (Politecnico di Torino) (figura 2.3) operano in ambito universitario. Il loro focus è il trasferimento tecnologico, il supporto metodologico alla ricerca e la consulenza strategica (Lerma et al., 2022; MATto, s.d.).

materiotecche Commerciali: Piattaforme globali come MaterialDistrict (figura 2.4) adottano un modello B2B. L'obiettivo è far incontrare domanda progettuale e offerta industriale, fornendo indici aggiornati sui trend di mercato per garantire l'immediata reperibilità e scalabilità dei materiali (MaterialDistrict, s.d.-b; Papile & Del Curto, 2021).

materiotecche Open Source e Sperimentali: Archivi emergenti come Materiom (s.d.), che fornisce ricette (figura 2.2) o Future Materials Bank (s.d.), che cataloga i DIY-Materials (Rognoli et al., 2015), promuovono un approccio open-knowledge.

Figura 2.2
Esposizione di un libro di ricette di biomateriali replicabili su scala locale ed in autonomia



Figura 2.3
Materioteca MatTo. Gli studenti del Master alla scoperta dei materiali più innovativi e sostenibili nella Materioteca MatTO del Politecnico di Torino



Figura 2.4
Un momento dell'evento MaterialDistrict a Utrecht, esempio paradigmatico delle attività promosse dalle materiotecche commerciali.



2.2 I modelli di classificazione attuali

La classificazione dei nuovi materiali è spesso oggetto di dibattito accademico e professionale, poiché non esistono ancora tassonomie universali capaci di descrivere adeguatamente la complessità della transizione ecologica. Come evidenziato da Dal Palù e Lerma (2023), l'attributo di "naturalità" è spesso usato in modo soggettivo e manca di una definizione univoca condivisa tra produttori e progettisti, generando quella che può essere

definita un'ambiguità tassonomica. In questo scenario, la selezione dei materiali è diventata un compito complesso da gestire, con repository informativi che risultano spesso frammentati o basati su logiche divergenti (Papile & Del Curto, 2021). La mancanza di uno standard globale emerge chiaramente analizzando come le principali materiotecche internazionali organizzano le proprie risorse; da un'indagine

comparativa si evince infatti come la categorizzazione vari drasticamente in base alla logica di ciascun archivio (Dal Palù & Lerma, 2023).

2.2.1 I criteri di selezione dei casi studio

L'analisi del panorama contemporaneo è stata condotta su cinque casi studio. La selezione ha seguito un approccio qualitativo, applicando rigidi criteri di inclusione per isolare le piattaforme capaci di restituire un quadro tassonomico rilevante:

Accessibilità Pubblica: Esclusione di piattaforme con paywall o validazioni restrittive (es. Material Connection).

Disponibilità Attuale: Analisi limitata a database attivi e costantemente aggiornati (ad esempio Matefad).

Chiara Logica di Classificazione:

Inclusione esclusiva di portali dotati di un'architettura dell'informazione strutturata ed estrapolabile.

Rappresentatività dell'Approccio: Ogni caso studio è stato scelto in quanto archetipo di una specifica logica di classificazione, al fine di mappare l'intero spettro delle metodologie attuali, dal paradigma merceologico a quello speculativo.

2.2.2 Presentazione dei casi studio

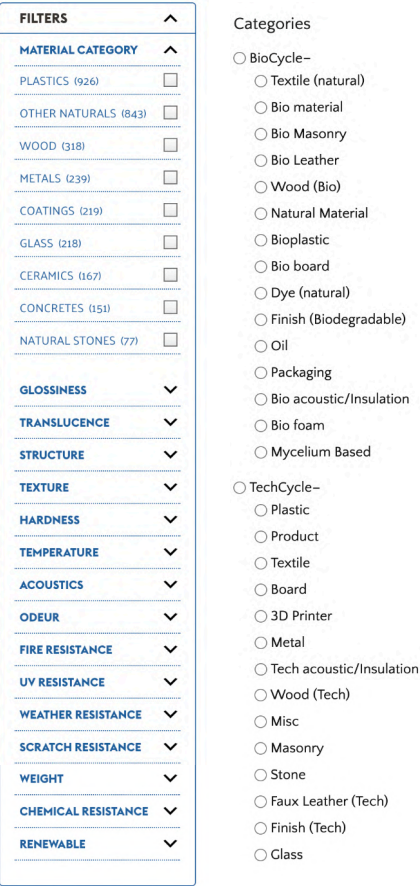


Figura 2.5
Sistema di classifica-
zione di MaterialDistrict

Di seguito vengono analizzati i cinque portali selezionati, eviden-
ziando le logiche di classificazione
adottate.

MaterialDistrict: selezionato come
riferimento per l'approccio tradizio-
nale orientato al mercato. Questa
materioteca classifica i materiali per
famiglie chimiche standard (plasti-
che, legni, metalli) (figura 2.5) .
Questo comporta però alcune
problematiche. In particolare i
materiali ibridi o bio-based, che non
rientrando perfettamente nelle
categorie chimiche pure, vengono
spesso collocati in macro-categorie
residuali (come "Other Naturals"),
evidenziando la difficoltà nel
mappare la complessità dei nuovi
materiali della transizione (Material-
District, s.d.).

Circular Material Library: questa
libreria scardina la classificazione
per "origine" in favore di quella per
"destinazione" (figura 2.6). L'archi-
tettura informativa è binaria, basata
sui cicli del *Cradle to Cradle*, ovvero
il *Biological Cycle* (biodegradabili) e
il *Technical Cycle* (riciclabili). Qui il
materiale è definito dalla sua
dinamica di fine vita e dal flusso
circolare (Circular Design Co., s.d.).

Figura 2.6
Sistema di classifica-
zione di Circular
Material Library

Ingredients

- ☐ Carbohydrates/ Polysaccharides (89)
- ☐ Lipids / Fats / Waxes / Oils (86)
- ☐ Minerals and salts (9)
- ☐ Natural Composites (5)
- ☐ Proteins (28)
- ☐ Other (211)

Processes

- ☐ Bubbles removed (1)
- ☐ Casted (50)
- ☐ Cold Pressed (21)
- ☐ Cut (3)
- ☐ Dried (55)
- ☐ Extruded (9)
- ☐ Fermented (18)
- ☐ Fired (1)
- ☐ Foamed (2)
- ☐ Freezed (3)

Figura 2.7
Sistema di classifica-
zione di Materiom

Materials 496 Makers 485 Encounters Random Search

Materials

Filter by qualities

- Animal material 74 Bacteria 30 Biodegradable 292 Bioplastic 90 Bioresin 24 Board material 35 Circular 279 Cleaning 8 Composite 122 Dye 60
- Fair Trade 15 Fibre 84 Glaze 23 Glue 11 Human material 19 Ink 19 Oil 8 Paint 21 Pigment 56 Plant-based 206 Polymer 48 Recyclable 157
- Recycled 162 Regenerative 78 Smart Material 8 Textile 126 Vegan 105

Figura 2.8
Sistema di classifica-
zione di Future Material
Bank

Materiom: rappresenta l'archetipo
dell'approccio procedurale o "a
ricetta" (figura 2.7). La classifica-
zione non riguarda il prodotto finito, ma
gli ingredienti (come agar, chitosano
o scarti alimentari) e i processi di
trasformazione. Sposta il focus dal
brand alla sostanza biologica, risul-
tando fondamentale pr l'analisi dei
DIY-Materials (Materiom, s.d.).

Figura 2.9
Sistema di classifica-
zione di MATto



Future Materials Bank: selezionata
per il suo sistema fluido basato su
tag semantici (figura 2.8). Utilizza
descrittori che mettono in eviden-
za le qualità distintive (come fibre,
inchiostri o bioresine) e la narrazione
dell'origine o del contesto della
risorsa. Questo metodo è efficace
per i materiali speculativi o in fase di
ricerca (ad esempio pelle di micelio)
che sfuggono alle definizioni
industriali consolidate (Future
Materials Bank, s.d.).

MATto: il database del MATto
(Politecnico di Torino) è stato incluso
per il suo rigore nell'indicizzare le
qualità espressivo-sensoriali (soft
qualities). La classificazione avviene
attraverso parametri percettivi
formalizzati (mappe tattili, visive),
permettendo di categorizzare
materiali sperimentali che possedo-
no precise identità sensoriali utili al
progetto anche in assenza di
schede tecniche complete (Lerma et
al., 2022) (figura 2.9).

2.2.3 Analisi critica dei casi studio

L'analisi incrociata degli archivi restituisce un panorama frammentato, confermando che le tassonomie storiche non possiedono gli strumenti semantici per mappare le risorse della transizione ecologica. Pur rispondendo a specifiche necessità professionali, i database attuali condividono tre vulnerabilità strutturali che esigono un superamento metodologico (Papile & Del Curto, 2021).

La frammentazione dell'innovazione: Si osserva che la maggior parte delle piattaforme (ad esempio *MaterialDistrict*), adotta ancora una metodologia di classificazione adatta ai materiali tradizionali, che opera principalmente per composizione chimica. Tuttavia, le nuove soluzioni ibride come i compositi bio-based o i materiali derivati da processi di recupero, non sempre trovano uno spazio all'interno di queste categorie rigide. Spesso sono dispersi in categorie etichettate come "Others", che impediscono al progettista di cogliere l'innovazione che la caratterizza (Dal Palù & Lerma, 2023).

Come osservato da Del Curto (2011), questo limite tassonomico

trasforma spesso la ricerca in un'esperienza simile a quella di un "supermercato", che induce il progettista a una sostituzione puramente passiva della materia, limitandosi a rimpiazzare un polimero fossile con un surrogato bio-based dalle medesime sembianze, riducendo così l'innovazione a espediente commerciale superficiale, anziché promuoverla come reale driver strategico e generativo attraverso l'approccio del Material Driven Design (Karana et al., 2015).

L'ambiguità dell'attributo "Naturale": La gestione delle biomasse evidenzia il limite più critico. Le categorie convenzionali raggruppano frequentemente sotto l'etichetta di "materiali naturali" sia fibre grezze a minima lavorazione sia polimeri fortemente ingegnerizzati. Dal Palù e Lerma (2023) dimostrano come la "naturalità" debba essere misurata come un attributo qualitativo e quantitativo lungo l'intero ciclo di vita, non come una famiglia materica a sé stante. Poiché le piattaforme attuali non esplicitano il reale impatto dei processi produttivi, c'è un maggior rischio per il progettisti di effettuare

greenwashing.

La centralità del processo come identità narrativa: Alcuni archivi materici, come Materiom e Future Materials Bank) mostrano un cambiamento nei criteri di classificazione, ponendo in evidenza il valore della provenienza della risorsa, anteponendola alle prestazioni finali del materiale. Il progettista contemporaneo non seleziona sostanze neutre, ma "segue i materiali" lungo la filiera estrattiva e biologica (Ferrara & Lucibello, 2008). Il processo diviene valore identitario e fondamento del Material Driven Design (Karana et al., 2015). La latenza di questi dati nei grandi archivi commerciali inibisce una reale progettazione circo-

2.2.4 Sintesi dei risultati

lare (Papile & Del Curto, 2021)

Gli archivi materici esistenti, infatti, risultano spesso frammentati in quanto tendono a privilegiare le prestazioni tecniche, piuttosto che evidenziare il ciclo di vita del materiale, l'origine delle materie prime e i processi di trasformazione (Papile & Del Curto, 2021). Questa situazione comporta una mancanza di comprensione della natura del materiale da parte del progettista. Per governare le traiettorie della transizione ecologica, diventa quindi imperativo superare la rigida scomposizione in famiglie chimiche a favore di un approccio classificatorio dinamico, capace di porre al centro l'origine della biomassa e le sue logiche di trasformazione (Papile & Del Curto, 2021; Dal Palù & Lerma, 2023). Questa urgenza metodologica costituisce la premessa per l'introduzione della "Strategia di Genesi" e per la definizione dell'Identità del Materiale, assi portanti del nuovo modello tassonomico analizzato nel paragrafo successivo.

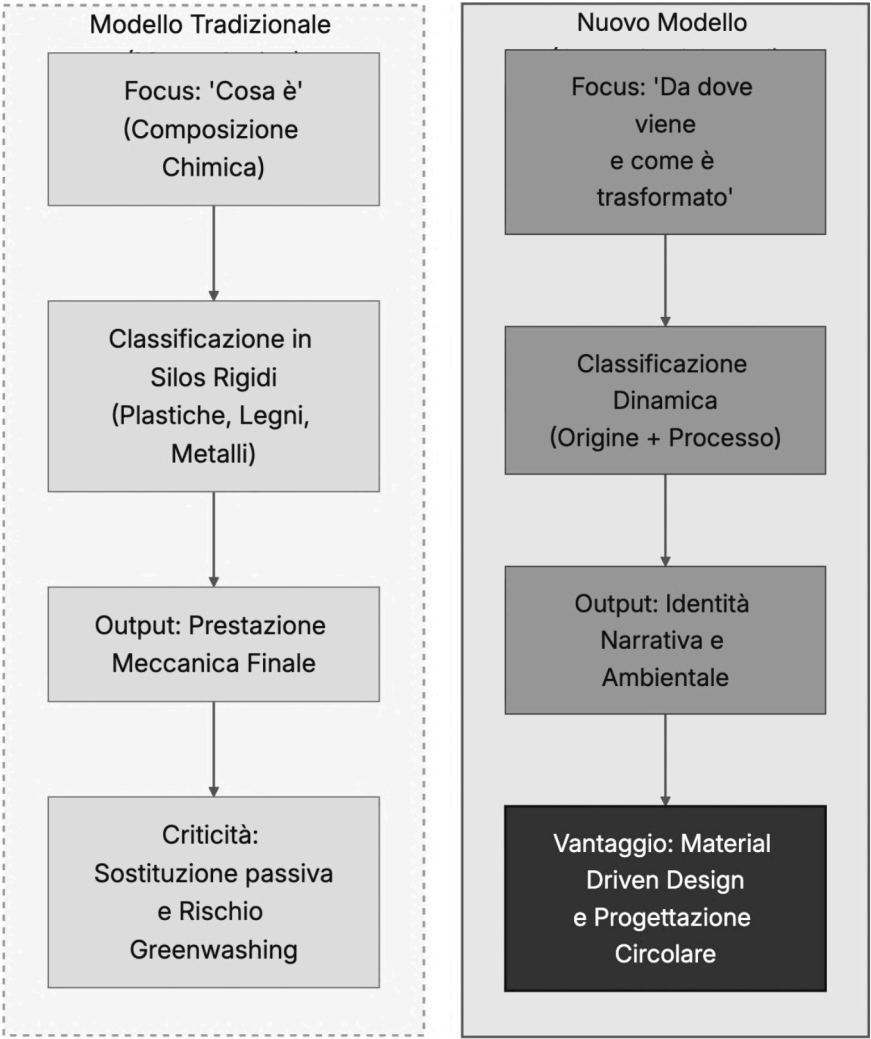


Figura 2.10
Grafico mostra il modello tradizionale ed il nuovo modello proposto di classificazione

2.3 Tassonomia dei nuovi materiali

In questa prospettiva, si assiste a un mutamento radicale nel valore attribuito alla "storia" della materia. Nel paradigma industriale lineare, l'origine veniva spesso omessa poiché legata a dinamiche estrattive che non aggiungevano valore semantico al prodotto (Ashby, 2011). Al contrario, nei materiali per la transizione la narrazione della provenienza costituisce il principale driver di innovazione e desiderabilità. Come teorizzato nel framework della

Materials Experience, i significati che l'utente associa a un oggetto dipendono direttamente dalla conoscenza della sua origine (Karana et al., 2015). Nello specifico dei materiali derivati da scarti, l'utente ricerca e accetta l'irregolarità visiva proprio perché funge da narrazione tangibile dell'autenticità del processo e della sua storia passata (Sauerwein et al., 2017). I sistemi di classificazione merceologica attuali, basati su categorie

statiche e puramente chimiche, finiscono per rendere invisibili queste risorse, nascondendo la loro carica etica e il loro valore sistemico (Papile & Del Curto, 2021). Per gli scopi della presente ricerca, si rende dunque necessario un sistema di classificazione capace di ribaltare questa logica, ponendo attenzione alla specificità di materiali che non nascono come semplici sostituti di quelli fossili, ma come portatori di una nuova visione rigenerativa.

2.3.1 La genesi come valore identitario

A partire dalle premesse teoriche del paragrafo precedente, la presente ricerca propone la strategia di genesi come parametro di clusterizzazione dei nuovi materiali. Per strategia di genesi è identificata come l'intersezione tra due elementi: l'origine (figura 2.11) e il processo produttivo.

L'origine della risorsa:

indica la provenienza della risorsa, più precisamente il contesto sistemico da cui la materia è recuperata.

Il Processo Produttivo:

corrisponde all'azione che permette di trasformare la risorsa nel materiale finale.

Adottando la strategia di genesi come criterio di clusterizzazione, è visibile un tentativo di mettere in evidenza l'innovazione del materiale che lo caratterizza e che non è presente solo nelle prestazioni del materiale, ma anche nell'intelligenza progettuale del processo che lo ha generato.



2.3.2 L'Identità del materiale

Accogliendo questa visione, e integrandola con il concetto di Material Agency analizzato nel primo capitolo, il designer è chiamato a porsi in ascolto delle potenzialità intrinseche della materia viva o di recupero. Di conseguenza, le caratteristiche strutturali del materiale non vengono più subite come limiti tecnici; in linea con le teorie legate ai *DIY Materials* (Rognoli et al., 2015), il processo produttivo stesso e le sue specificità vengono elevati a vero e proprio valore identitario, trasformando i vincoli fisici in opportunità progettuali.

In quest'ottica, la ricerca adotta il

concetto di Identità del Materiale, un costruito già consolidato nel framework del *Material Driven Design* e della *Materials Experience*. In letteratura, l'identità materica viene definita come il complesso delle opportunità, dei limiti e dei caratteri sia tecnici che espressivo-sensoriali che determinano il modo in cui una risorsa si esprime e viene percepita all'interno del progetto (Lerma et al., 2011; Sauerwein et al., 2017). Il contributo originale di questo lavoro non risiede dunque nella formulazione di un nuovo paradigma teorico, bensì nella sua traduzione operativa e sistematica all'interno delle necessità dell'econo-

mia circolare. Attraverso l'introduzione del *Material Strategy Canvas*, l'Identità del Materiale viene sottratta alla rigidità delle schede tecniche ingegneristiche tradizionali per essere declinata come un sistema complesso, dinamico e contestuale. Essa si configura come l'impronta profonda della risorsa che, radicata nella sua specifica strategia di genesi, ne determina il comportamento, il valore semantico e, in ultima istanza, le concrete traiettorie di applicazione nel progetto.

Figura 2.11
Classificazione di
campioni di materiali
in cui è resa visibile
l'origine

2.3.3 I quattro profili identitari

Per rendere operativo questo costruito teorico, la presente ricerca traduce l'Identità del Materiale in quattro dimensioni analitiche distinte e complementari, ovvero il profilo sensoriale, il profilo narrativo, il profilo ambientale e il profilo tecnico, che costituiscono la struttura di indagine adottata nella mappatura dei casi studio presentata in questo capitolo e formalizzata come strumento operativo nel capitolo successivo.

Questa articolazione nasce da un'operazionalizzazione del framework della *Materials Experience* (Giaccardi & Karana, 2015), che nella sua formulazione originale distingue quattro livelli (sensoriale, interpretativo, affettivo e performativo). La presente ricerca ha adottato una sintesi mirata a renderne possibile l'applicazione sistematica su un campione ampio ed eterogeneo. I livelli interpretativo e affettivo sono stati integrati nel profilo narrativo, poiché nei materiali della transizione ecologica la dimensione semantica risulta quasi sempre inscindibile

dalla sua origine produttiva. Un materiale comunica autenticità o artigianalità proprio perché la sua superficie reca tracce visibili del processo o dello scarto da cui deriva. Questa lettura è coerente con il framework dei *Meanings of Materials* (Karana, 2010), secondo cui il significato di un materiale emerge dall'interazione tra le sue proprietà fisiche, il contesto d'uso e il background dell'utente; il profilo narrativo condensa tale interazione in un'unica dimensione di indagine, direttamente collegabile alla Strategia di Genesi proposta in questo capitolo.

Il livello performativo è stato incorporato nel profilo tecnico, poiché nei materiali analizzati il comportamento d'uso risulta strettamente determinato dalle proprietà fisico-meccaniche della risorsa: la rigidità, la propensione strutturale o la deperibilità definiscono al tempo stesso le capacità tecniche del materiale e i possibili scenari di interazione con l'utente.

Il profilo ambientale, a differenza degli altri tre, non deriva da una rielaborazione della *Material Experience*. È stata introdotta a seguito delle considerazioni nei precedenti paragrafi sull'importanza di anticipare le scelte progettuali relative alla sostenibilità che incidono significativamente sull'ideazione del prodotto, permettendo di valutare la circolarità reale del materiale (Dal Palù & Lerma, 2023). L'introduzione di questo profilo permette di avere una visione olistica del materiale fin dall'inizio.

Questa sintesi non intende ridurre la profondità teorica della *Materials Experience*, ma tradurla in una griglia analitica applicabile in modo sistematico alla mappatura di un campione ampio, mantenendo la possibilità di recuperare le sfumature tra i livelli originali nelle fasi più avanzate del progetto (figura 2.12).

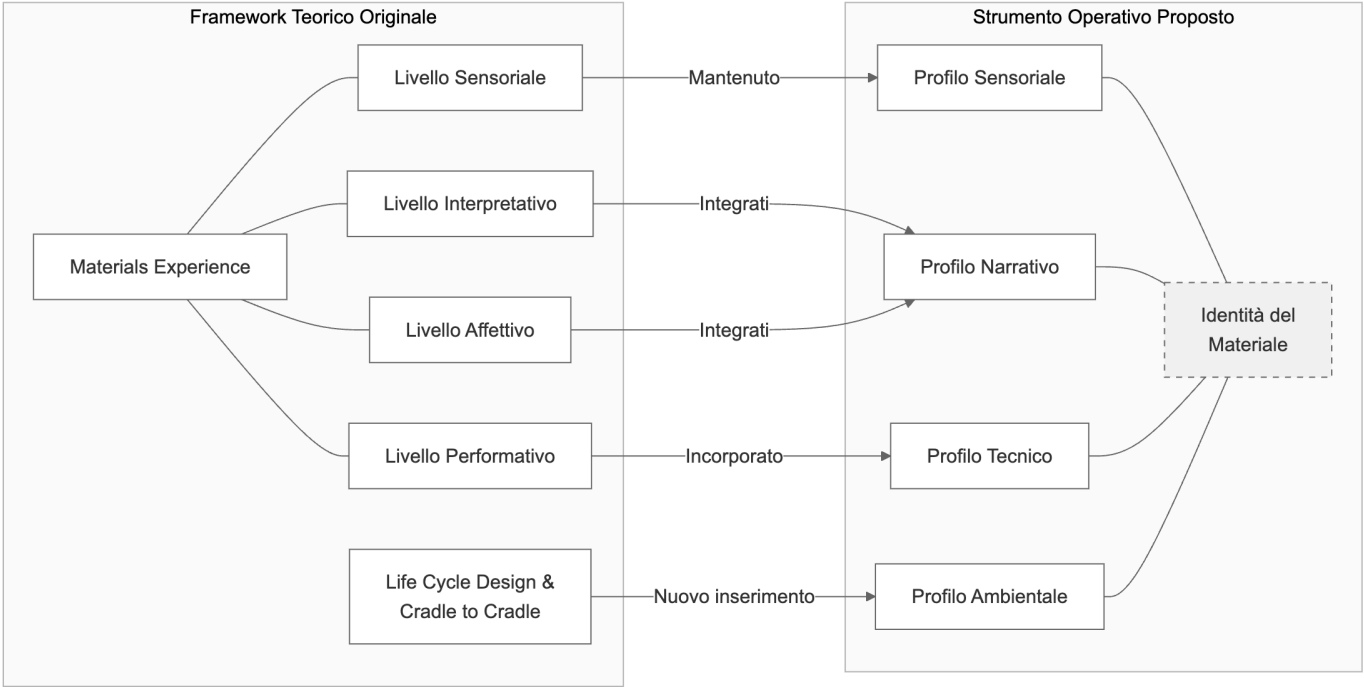


Figura 2.12
Sviluppo dei quattro
profili identitari a
partire dalla Mate-
rial Experience

2.4 Analisi e mappatura dei campioni

Definito l'approccio teorico basato sulla centralità della genesi, la ricerca si sposta sul piano empirico per mappare l'effettivo stato dell'arte dell'innovazione materica. L'obiettivo di questa fase di screening è validare la "Strategia di Genesi" come criterio tassonomico, verificandone la capacità di clusterizzare i materiali in modo più efficace rispetto ai tradizionali modelli merceologici. Si intende dimostrare come questo filtro riesca a sistema-

tizzare in categorie logiche le diverse tipologie di risorse emergenti (scarti agro-industriali, urban mining e bio-fabbricati) introdotte nel primo capitolo.

2.4.1 Costruzione del campione di indagine

L'analisi è stata condotta su un campione eterogeneo di circa 80 materiali (tabella 2 a pagina 44), selezionati attraverso l'esplorazione sistematica dei repository internazionali analizzati nel paragrafo 2.2. Questo campione costituisce un'estrapolazione rappresentativa volta a isolare le reali alternative di mercato dal "rumore di fondo" costituito da finti materiali ecologici o mere sperimentazioni teoriche. Per questi motivi sono stati applicati tre criteri di inclusione, che hanno agito da filtro, permettendo la costruzione di un campione di materiali che rispecchi lo scenario contemporaneo della transizione ecologica e utile ai fini della ricerca.

I criteri di inclusione sono i seguenti:

Rilevanza e Maturità Tecnologica (TRL): Sono stati presi in considerazione i materiali che hanno raggiunto almeno la fase di pre-commercializzazione (TRL 7-9), in modo da avere informazioni sulla loro applicabilità nel mondo del design. Sono state scartate variazioni estetiche di materiali standard.

Innovazione rispetto alle Commodity: La selezione ha escluso le materie prime tradizionali, focalizzandosi esclusivamente su soluzioni che propongono un superamento del paradigma estrattivo lineare (es. materiali da scarto, coltivati o

ingegnerizzati).

Tracciabilità delle informazioni: Per scongiurare il rischio di valutare prodotti inclini al *greenwashing*, sono stati inclusi solo i casi per i quali fosse possibile reperire dati certi riguardanti l'origine e il processo di trasformazione. Questo ha richiesto di incrociare fonti certificate come *MaterialDistrict*, *Circular Material Library*, *Materiom* e la letteratura scientifica di settore.

2.4.2 Parametri di rilevazione e costruzione del database

Per superare la frammentazione merceologica, la mappatura dei campioni non ha utilizzato i tag commerciali standard ("plastiche", "legni", "altri naturali"). È stata invece costruita una matrice di osservazione ad hoc per analizzare la "biografia strutturale" di ogni singolo materiale (tabella 1). Per ognuno degli 80 campioni sono stati tracciati i seguenti parametri analitici:

Regno di Provenienza (Kingdom): applicando e ampliando la classificazione biologica tradizionale, i materiali sono stati mappati in base alla loro natura molecolare originaria (Vegetale, Animale, *Fungi*, *Bacteria*, o Sintetico/Minerale). Pur non essendo il criterio primario di divisione, questo dato si è rivelato fondamentale per le successive analisi trasversali (ad esempio, per osservare la netta predominanza del regno vegetale nei materiali ingegnerizzati).

Origine della Risorsa: applica il principio della metodologia *Cradle to Cradle* (McDonough & Braungart, 2002), che distingue le risorse recuperate dalla tecnosfera (scarti antropici e urbani), da quelle provenienti dalla biosfera (fonti primarie o scarti agricoli).

Tipologia e Logica del Processo: le lavorazioni sono state divise per logica strutturale di produzione, distinguendole in lavorazioni tradizionali che modificano la materia (*Top-down*) e i processi di crescita guidata (*Bottom-up*) (Camere & Karana, 2018). Inoltre sono identificati i processi produttivi manifatturieri specifici.

Settore Applicativo Corrente: i principali mercati di destinazione (es. packaging, interior design, fashion, automotive) utili a capire l'applicazione reale attuale.

I quattro parametri qui descritti, ovvero Regno di Provenienza, Origine della Risorsa, Tipologia e Logica del Processo, Settore Applicativo, sono stati selezionati e incrociati appositamente per questa ricerca, a partire dai limiti individuati nell'analisi critica dei repository attuali (cfr. par. 2.2.3), per restituire la "biografia strutturale" del materiale in un formato comparabile su un campione ampio ed eterogeneo.

Tabella 1
Tabella che mostra i parametri tramite cui saranno analizzati e descritti i campioni dei materiali.

Nome Materiale	Fonte	Descrizione	Processo Produttivo	Regno	Origine
Nome commerciale o scientifico	Archivio o libreria di origine (es. Materiom, MATto)	Breve descrizione delle caratteristiche tecniche e sensoriali principali	Tipologia di intervento tecnologico applicato	Regno di appartenenza della risorsa	Ambiente da cui viene estratta la risorsa (Naturale, antropogenico o atmosferico)

2.4.3 Presentazione del campione d'indagine

ID	Nome Materiale	Fonte (Database)	Descrizione
1	Mycelium Insulation	Future Materials Bank	Pannelli isolanti coltivati da funghi su substrato agricolo
2	Bacterial Cellulose Leather	Materiom	Simil-pelle traslucida ottenuta da fermentazione batterica
3	Algae Bioplastic Packaging	Materiom	Pellicola edibile e compostabile derivata da alghe marine
4	Honext	MaterialDistrict	Pannelli da costruzione da fanghi di cartiera (scarto cellulosa)
5	Forevair (Air-Ink)	MaterialDistrict	Inchiostro nero ricavato dal particolato atmosferico (PM2.5)
6	Densified Wood (Nanowood)	Future Materials Bank	Legno trattato per diventare resistente come l'acciaio
7	SeaStone	Circular Material Library	Materiale simile al cemento fatto con gusci di ostriche di scarto
8	Piñatex	Circular Material Library	Tessuto non tessuto ricavato dalle foglie di ananas di scarto (Contiene matrice poliuretanica / PLA)
9	Transparent Wood	MaterialDistrict	Legno reso trasparente per applicazioni ottiche/architettoniche
10	Eggshell Ceramic	Materiom	Composito ceramico derivato da gusci d'uovo polverizzati
11	Phoenix (Infinity Recycling)	Circular Material Library	Plastica riciclata infinita da processi chimici avanzati
12	Made of Air	MaterialDistrict	Bioplastica carbon-negative da biochar (carbone vegetale)
13	Mogho (Banana Fiber)	Future Materials Bank	Tessuto tecnico resistente ottenuto dal fusto del banano
14	Re-Oliva	MaterialDistrict	Composito termoplastico caricato con noccioli di oliva
15	Spirulina Bio-Foam	Materiom	Schiuma ammortizzante leggera a base di microalghe
16	Liquid Wood (Arboform)	MaterialDistrict	Termoplastico ottenuto dalla lignina (scarto carta)
17	Karulith	MaterialDistrict	Agente di costruzione solido fatto di amido di patate
18	Fish Skin Leather	Circular Material Library	Cuoio ottenuto dalla concia di pelli di pesce (salmone/pirarucu)
19	Lignoloc	MaterialDistrict	Chiodi in legno di faggio compressi che si fondono con il supporto
20	Oyster Shell EVA Foam	SML (Taiwan)	Schiuma ammortizzante per calzature caricata con polvere di gusci d'ostrica
21	SilicaStone	Make-it London	Materiale solido per superfici ottenuto da scarti ceramici e vetro

Tipo di processo produttivo	Logica del Processo	Regno (Kingdom)	Origine (Context)
Bio-fabbricazione (Crescita)	Bottom-up	Fungi	Coltivazione Biologica
Fermentazione	Bottom-up	Bacteria	Coltivazione Biologica
Casting (Colatura)	Top-down	Chromista	Acquacoltura / Raccolta marina
Processo Enzimatico	Top-down	Plantae	Antropogenica (Scarto Industriale)
Cattura e Sintesi	Top-down	Minerale	Atmosferica (Air-Captured)
Modifica Strutturale	Top-down	Plantae	Forestale (Vergine o scarto)
Legante Naturale	Top-down	Minerale	Antropogenica (Scarto Alimentare)
Feltreatura	Top-down	Plantae	Antropogenica (Scarto Agricolo)
Impregnazione	Top-down	Plantae	Forestale
Sinterizzazione/Biocomposito	Top-down	Minerale	Antropogenica (Scarto Alimentare)
Riciclo Chimico	Top-down	Minerale (Sintetico)	Antropogenica (Urban Mine)
Pirolisi	Top-down	Plantae	Antropogenica (Scarto Forestale)
Estrazione Meccanica	Top-down	Plantae	Antropogenica (Scarto Agricolo)
Compounding	Top-down	Plantae / Minerale	Antropogenica (Scarto Agroalimentare)
Schiumatura	Top-down	Bacteria / Chromista	Coltivazione Biologica
Iniezione	Top-down	Plantae	Antropogenica (Scarto Industriale)
Reticolazione	Top-down	Plantae	Antropogenica (Scarto Alimentare)
Concia Vegetale	Top-down	Animalia	Antropogenica (Scarto Alimentare)
Densificazione/Attrito	Top-down	Plantae	Forestale
Compounding & Schiumatura	Top-down	Minerale	Antropogenica (Scarto Alimentare Ittico)
Sinterizzazione	Top-down	Minerale	Antropogenica (Scarto Industriale/Edile)

ID	Nome Materiale	Fonte (Database)	Descrizione
22	S.Café (Coffee Yarn)	SML (Taiwan)	Filato tecnico anti-odore ottenuto incorporando fondi di caffè nel polimero (Ibrido tecnico, rischio downcycling)
23	Totomoxtle	Make-it London	Impiallacciatura decorativa realizzata con brattee di mais nativo messicano
24	Water Caltrop Biochar	SML (Taiwan)	"Ebano" sostenibile ottenuto dalla carbonizzazione dei gusci di castagna d'acqua
25	Foresso	Make-it London	"Terrazzo" di legno realizzato con scarti di piallatura e legante bio
26	Rice Husk Plastic (RHP)	SML (Taiwan)	Biocomposito rigido per stoviglie fatto con pula di riso e PP
27	Chip[s] Board	Make-it London	Pannello simile all'MDF ottenuto da scarti di bucce di patate
28	Umorfil (Fish Scale Fiber)	SML (Taiwan)	Fibra tessile bionica ottenuta da collagene di scaglie di pesce
29	Smile Plastics	Make-it London	Pannelli decorativi 100% riciclati da packaging (bottiglie, vasetti yogurt)
30	Bamboo Powder Composite	SML (Taiwan)	Materiale iniettabile per prodotti di consumo a base di polvere di bambù
31	Wellboard	MaterialDistrict	Pannelli ondulati leggeri e flessibili fatti al 100% di cellulosa
32	HempCrete (Mattoni)	Make-it London	Blocchi da costruzione isolanti in canapulo e calce
33	Pineapple Leaf Fiber (PALF)	SML (Taiwan)	Fibra grezza rinforzante estratta meccanicamente dalle foglie di ananas
34	MycoComposite	Materiom	Imballaggi protettivi cresciuti su scarti agricoli
35	Recycled Denim Board	Make-it London	Pannello rigido strutturale ottenuto da jeans a fine vita
36	Cocoa Husk Paper	Make-it London	Carta speciale realizzata integrando i gusci di cacao
37	Brewed Protein	Future Materials Bank	Fibra proteica setosa prodotta tramite fermentazione
38	Bio-Marble	Make-it London	Rivestimento simile al marmo fatto di carta riciclata pressata
39	Bananatex	Circular Material Library	Tessuto tecnico impermeabile ricavato dalle piante di Abaca (banano)
40	Desserto	MaterialDistrict	Alternativa alla pelle ricavata dal cactus Nopal maturo

Tipo di processo produttivo	Logica del Processo	Regno (Kingdom)	Origine (Context)
Masterbatch	Top-down	Plantae	Antropogenica (Scarto Alimentare)
Marquetry (Intarsio)	Top-down	Plantae	Antropogenica (Scarto Agricolo)
Pirolisi (Carbonizzazione)	Top-down	Plantae	Antropogenica (Scarto Agricolo)
Casting (Colatura)	Top-down	Plantae	Antropogenica (Scarto Falegnameria)
Estrusione	Top-down	Plantae	Antropogenica (Scarto Agricolo)
Termompressione	Top-down	Plantae	Antropogenica (Scarto Alimentare)
Filatura a umido	Top-down	Animalia	Antropogenica (Scarto Alimentare Ittico)
Pressatura a Caldo	Top-down	Minerale (Sintetico)	Antropogenica (Urban Mine / Post-Consumo)
Iniezione	Top-down	Plantae	Antropogenica (Scarto Agricolo/Forestale)
Pressatura a Caldo	Top-down	Plantae	Antropogenica (Scarto Carta)
Mineralizzazione	Top-down	Plantae	Coltivazione Agricola
Decorticazione	Top-down	Plantae	Antropogenica (Scarto Agricolo)
Bio-fabbricazione	Bottom-up	Fungi	Coltivazione
Agugliatura/Pressatura	Top-down	Plantae (Cotone)	Antropogenica (Post-Consumo)
Macerazione	Top-down	Plantae	Antropogenica (Scarto Alimentare)
Fermentazione di Precisione	Ibrida (Bottom-up/Top-down)	Fungi (Lieviti)	Sintesi Biologica
Stratificazione	Top-down	Plantae	Antropogenica (Post-Consumo)
Tessitura Tecnica	Top-down	Plantae	Coltivazione (Permacultura)
Bio-polimerizzazione	Top-down	Plantae	Coltivazione Agricola

ID	Nome Materiale	Fonte (Database)	Descrizione
41	AmpliTex (Bcomp)	MaterialDistrict	Tessuto tecnico in lino per rinforzo compositi (Richiede infusione in resine epossidiche, ibrido tecnico)
42	Sulapac	Circular Material Library	Materiale solido per packaging simile alla plastica ma fatto di legno e leganti
43	Mirum (Natural Fiber Welding)	Circular Material Library	Materiale plant-based privo di plastica, durevole e riciclabile
44	Spinnova	Circular Material Library	Fibra tessile cellulosica prodotta senza solventi nocivi
45	Woodio	Circular Material Library	Materiale per sanitari (lavandini) in composito di legno impermeabile
46	Paptic	Circular Material Library	Materiale ibrido tra carta e plastica, resistente e riutilizzabile
47	Notpla	Future Materials Bank	Packaging edibile e solubile per liquidi a base di alghe
48	BeLeaf (Nova Kaeru)	Circular Material Library	Pelle vegetale ottenuta dalla concia delle foglie giganti di Alocasia
49	Mogu Acoustic	MaterialDistrict	Pannelli fonoassorbenti cresciuti da micelio su scarti tessili
50	Reishi (MycoWorks)	Future Materials Bank	"Fine Mycelium" ad alta resistenza per moda di lusso
51	Malai	Materiom	Biocomposito simile alla carta/pelle da acqua di cocco fermentata
52	Bloom Foam	Circular Material Library	Schiuma EVA prodotta con biomassa algale di bonifica
53	AirCarbon (Newlight)	MaterialDistrict	PHB (biopolimero) prodotto da microrganismi che mangiano metano/CO2
54	Prometheus Bio-Cement	Future Materials Bank	Mattoni cresciuti da alghe (come il corallo) a zero emissioni
55	Mylo (Bolt Threads)	MaterialDistrict	Simil-pelle fungina cresciuta in vertical farming
56	TomTex	Future Materials Bank	Bio-materiale 100% biodegradabile da chitina (gusci) o funghi
57	Nullarbor™ (Nanollose)	Circular Material Library	Viscosa Tree-free ottenuta dalla fermentazione di scarti di cocco
58	Vegea (Wine Leather)	MaterialDistrict	Simil-pelle spalmata ottenuta dalla vinaccia (Contiene poliuretano a base acquosa WPU)

Tipo di processo produttivo	Logica del Processo	Regno (Kingdom)	Origine (Context)
Tessitura a zero torsione	Top-down	Plantae	Coltivazione Agricola
Iniezione (Injection Molding)	Top-down	Plantae	Scarto Forestale
Curing (Vulcanizzazione veg)	Top-down	Plantae	Agricoltura Rigenerativa
Filatura Meccanica	Top-down	Plantae	Forestale (Legno certificato)
Casting (Colatura)	Top-down	Plantae	Scarto Forestale
Foam Forming	Top-down	Plantae	Forestale
Gelificazione	Top-down	Chromista	Acquacoltura
Concia Organica	Top-down	Plantae	Coltivazione Tropicale
Bio-fabbricazione	Bottom-up	Fungi	Antropogenica (Scarto Tessile)
Solid-State Fermentation	Bottom-up	Fungi	Coltivazione in Laboratorio
Fermentazione Batterica	Bottom-up	Bacteria	Antropogenica (Scarto Alimentare)
Estrusione ed Espansione	Top-down	Chromista / Minerale (Sintetico)	Bonifica Ambientale
Gas Fermentation	Ibrida (Bottom-up/Top-down)	Bacteria	Atmosferica (Cattura Gas)
Biominerizzazione	Bottom-up	Chromista	Coltivazione Biologica
Bio-assemblaggio	Bottom-up	Fungi	Coltivazione Biologica
Casting (Colatura)	Top-down	Animalia / Fungi	Antropogenica (Scarto Ittico)
Fermentazione	Bottom-up	Bacteria	Antropogenica (Scarto Alimentare)
Polimerizzazione Vegetale	Top-down	Plantae	Antropogenica (Scarto Vinicolo)

ID	Nome Materiale	Fonte (Database)	Descrizione
60	Econyl®	Circular Material Library	Nylon rigenerato infinito da reti da pesca e moquette
61	Plasticiet	MaterialDistrict	Lastre decorative simili alla pietra da plastica post-consumo
62	Circulose® (Renewcell)	MaterialDistrict	Polpa dissolvente per viscosa fatta al 100% da tessuti riciclati
63	ICTYOS (Cuir Marin)	Circular Material Library	Pelle di alta gamma da scarti dell'industria del sushi (Salmone/Storione)
64	Scaleite	MaterialDistrict	Materiale rigido simile alla pietra fatto solo di scaglie di pesce
65	Kaffeform	MaterialDistrict	Tazze e oggetti durevoli fatti con fondi di caffè induriti
66	Solid Textile Board	MaterialDistrict	Pannelli strutturali rigidi ad alta densità da scarti tessili
67	AppleSkin	Circular Material Library	Materiale di rivestimento contenente polvere di bucce di mela dispersa in PU
68	WasteBasedBrick	MaterialDistrict	Mattoni da costruzione realizzati con macerie edili
69	RiceHouse Materials	Circular Material Library	Intonaci e massetti isolanti a base di lolla di riso e calce
70	Flaxwood	MaterialDistrict	Composito rinforzato con fibre naturali per iniezione
71	Celium (Polybion)	Future Materials Bank	Biotessuto di cellulosa batterica cresciuta su scarti di frutta
72	Kelsun (Keel Labs)	Future Materials Bank	Filato tessile derivato da alghe marine (Kelp)
73	Bio-Alloy (Modern Meadow)	Future Materials Bank	Miscela di proteine vegetali e biopolimeri per performance simili alla pelle
74	Pyratex Health	Circular Material Library	Tessuti a maglia funzionali da fibre naturali (ortica, alghe, kapok)
75	Karun Eyewear	Circular Material Library	Occhiali fatti con reti da pesca recuperate in Patagonia
76	Resilica	Make-it London	Superfici durevoli (terrazzo) fatte con scarti di vetro
77	Paroble	SML (Taiwan)	Pellet di biomassa di riso per sostituire la plastica
78	Shellworks	Make-it London	Packaging compostabile fatto di batteri o gusci
79	Sway	Future Materials Bank	Film flessibili a base di alghe termoplastiche progettati come drop-in per LDPE
80	Woodoo	MaterialDistrict	Legno aumentato traslucido ottenuto sostituendo la lignina con bio-resine per interfacce touch

Tipo di processo produttivo	Logica del Processo	Regno (Kingdom)	Origine (Context)
Depolimerizzazione	Top-down	Minerale (Sintetico)	Antropogenica (Urban Mine / Marine)
Sinterizzazione/Pressatura	Top-down	Minerale (Sintetico)	Antropogenica (Urban Mine)
Riciclo Chimico	Top-down	Plantae (Cotone)	Antropogenica (Post-Consumo Tessile)
Concia Vegetale	Top-down	Animalia	Antropogenica (Scarto Alimentare)
Densificazione	Top-down	Animalia	Antropogenica (Scarto Ittico)
Compounding	Top-down	Plantae	Antropogenica (Scarto Alimentare)
Termo-compressione	Top-down	Plantae / Minerale	Antropogenica (Scarto Industriale)
Coating	Top-down	Plantae	Antropogenica (Scarto Alimentare)
Cottura/Sinterizzazione	Top-down	Minerale	Antropogenica (Scarto Edile)
Miscelazione	Top-down	Plantae	Antropogenica (Scarto Agricolo)
Iniezione (Injection Molding)	Top-down	Plantae	Forestale
Bio-fabbricazione	Bottom-up	Bacteria	Antropogenica (Scarto Alimentare)
Filatura a umido (Wet Spinning)	Top-down	Chromista	Acquacoltura / Raccolta
Bio-assemblaggio	Ibrida (Bottom-up/Top-down)	Plantae / Bacteria	Sintesi Biotecnologica
Filatura Meccanica	Top-down	Plantae	Agricoltura / Raccolta
Riciclo Meccanico	Top-down	Minerale (Sintetico)	Antropogenica (Ocean Plastic)
Legante resinoso	Top-down	Minerale	Antropogenica (Post-Consumo)
Pelletizzazione	Top-down	Plantae	Antropogenica (Scarto Agricolo)
Estrazione/Fermentazione	Ibrida (Bottom-up/Top-down)	Bacteria / Animalia	Antropogenica / Coltivazione
Estrazione e plastificazione	Top-down	Chromista	Acquacoltura
Delignificazione e impregnazione	Top-down	Plantae	Forestale

Tabella 2
Campione di 80 materiali analizzato

2.5 Dall'analisi alla Tassonomia di Genesi

Una volta completata la mappatura del campione, i dati raccolti sono stati rielaborati attraverso grafici e matrici di intersezione per individuare pattern ricorrenti. Se analizzati singolarmente, parametri come il "Regno" o il "Settore Applicativo" restituivano raggruppamenti disomogenei: ad esempio, sia una plastica riciclata che un composito a base di bucce d'arancia possono appartenere al settore del packaging, pur avendo identità circolari diametralmente opposte.

La svolta tassonomica è emersa nel momento in cui i dati sono stati incrociati utilizzando la "Strategia di Genesi" come lente d'ingrandimento. Sovrapponendo specificamente l'Origine della risorsa con la Logica del processo (Top-down/Bottom-up), i materiali hanno smesso di disperdersi e si sono naturalmente aggregati in tre macro-famiglie, con il Regno di provenienza che in questo incrocio, ha agito come sub-filtro (figura 2.13). Questo processo di riaggregazione si è delineato attraverso due passaggi analitici consequenziali (figura 2.14):

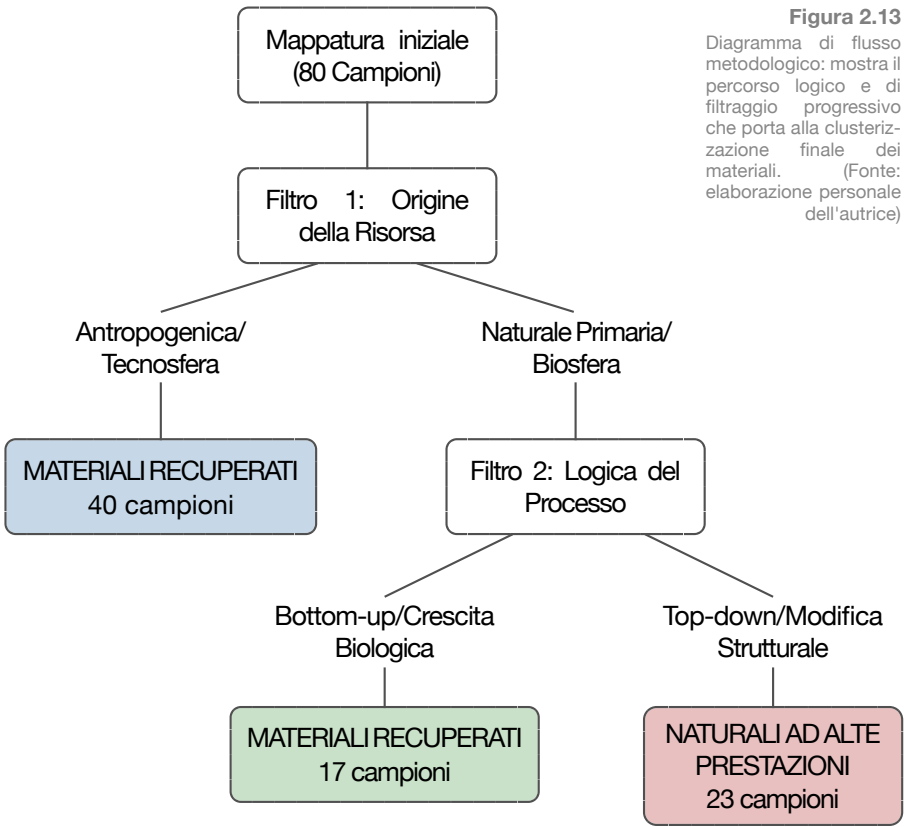


Tabella 3
Schema di rappresentazione della suddivisione delle 3 categorie di materiali (Fonte: elaborazione personale dell'autrice)

ORIGINE ANTROPOGENICA	ORIGINE PRIMARIA	
RECUPERATI Rigenerazione/ Valorizzazione	BIO FABBRICATI Crescita Biologica	NATURALI AD ALTE PRESTAZIONI Ingegnerizzazione strutturale

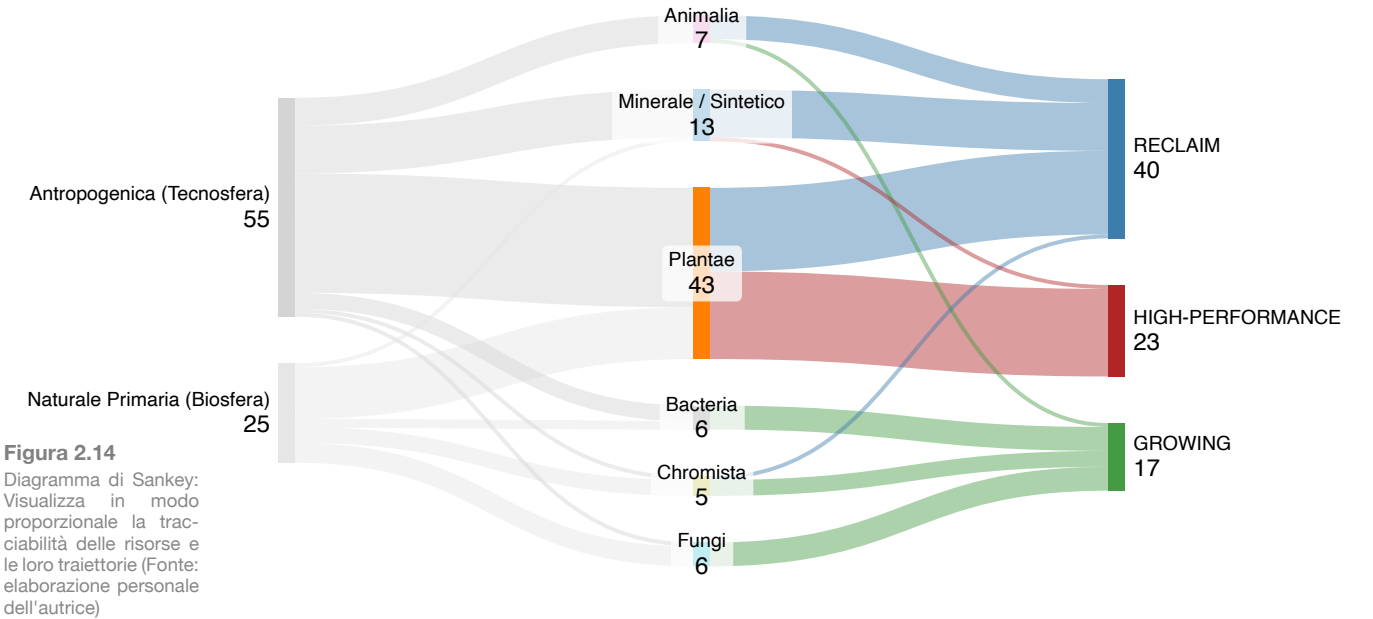
Il filtro dell'Origine della risorsa: un primo evidente raggruppamento è emerso osservando il contesto di reperimento delle risorse. L'analisi dei dati ha evidenziato come una porzione significativa dei materiali, pur appartenendo chimicamente a regni biologici distinti, condividesse la medesima origine Antropogenica (Tecnosfera). In questi casi, la provenienza da una filiera di scarto prevale sulla natura chimica del materiale: soluzioni eterogenee come Honext (derivato da scarti di cellulosa) e SeaStone (derivato da gusci di ostriche/Animalia) rientrano logicamente nella medesima categoria dei Materiali di Recupero. La caratteristica unificante non è la sostanza, ma la strategia di rigenerazione che ha trasformato un rifiuto, sia esso agricolo, industriale

o urbano, in una nuova risorsa.

Il filtro della Logica del processo: isolato il gruppo dei materiali di recupero, l'analisi si è focalizzata sulle risorse di origine naturale primaria. In questo ambito, l'incrocio tra il Regno di appartenenza e la Tecnologia impiegata ha rivelato una netta biforcazione metodologica:

Da un lato, si osservano materiali il cui processo produttivo coincide con la crescita biologica stessa (bottom-up). È il caso del Mycelium Insulation o della cellulosa batterica, dove organismi appartenenti prevalentemente ai regni Fungi, Bacteria e Chromista vengono "coltivati" per generare forma e sostanza. Questo paradigma definisce il cluster dei Bio-fabbricati. Dall'altro lato, si

individuano materiali, prevalentemente di origine vegetale (Plantae), che vengono sottoposti a processi di modifica strutturale (top-down) per superare i limiti prestazionali intrinseci della materia grezza. Esempi come il legno densificato (Nanowood) o i tessuti tecnici (Bananatex) delineano il cluster dei Naturali ad Alte Prestazioni (High-Performance Naturals), dove il valore risiede nell'ingegnerizzazione della risorsa naturale esistente (tabella 3). Questa evidenza empirica dimostra che la Strategia di Genesi è uno strumento operativo concreto. Mappando i materiali attraverso questi incroci, il progettista è in grado di decodificare immediatamente la vocazione e i limiti del materiale prima ancora di leggerne la scheda tecnica.



2.5.1 Prima categoria: I materiali Recuperati

In letteratura, i materiali recuperati (o waste-based materials) sono scarti agricoli, industriali o post-consumo rivalorizzati come "materie prime seconde" per reintrodurre valore nei cicli produttivi (Sauerwein et al., 2017) (tabella 4). L'analisi di questa categoria rivela un'applicazione concreta del Waste-Based Design, governata da due distinti 'metabolismi' teorizzati dall'Economia Circolare (McDonough & Braungart, 2002) e influenzata dal Regno di appartenenza:

1. Il Ciclo Biologico: Questa sotto-categoria raggruppa le risorse derivanti da scarti agricoli e alimentari, dominate dai regni Plantae e Animalia. L'analisi evidenzia come la morfologia dello scarto indirizzi l'applicazione verso settori legati al contatto corporeo e all'interior design (*Fashion, Automotive, Arredo soft*), confermando il principio secondo cui la struttura fibrosa o proteica della biomassa detta le sue possibilità di impiego (Mishra et al., 2011):

Regno Plantae: Gli scarti vegetali vengono valorizzati per le loro proprietà tattili e fibrose. Materiali come Honext (fanghi di cellulosa da cartiera) sfruttano processi enzimatici per legare le fibre senza resine sintetiche, generando pannelli per rivestimenti interni. Analogamente, Vegea (vinaccia) utilizza la biomassa

MATERIALI RECUPERATI			
CICLO BIOLOGICO		CICLO TECNICO	
REGNO PLANTAE	REGNO ANIMALIA	INERTI MINERALI	MATERIALI POST-CONSUMO
			

lignocellulosica degli scarti vinicoli per creare matrici spalmabili che replicano l'estetica naturale, trovando applicazione elettiva nel soft goods come alternativa alla pelle.

Regno Animalia: Se lo scarto è proteico, come nel caso delle pelli ittiche (es. Salmone, Pirarucu), il materiale risultante si inserisce nella filiera della pelletteria di alta gamma. Casi studio come Fish Skin (Atlantic Leather) o Ictyos dimostrano come la struttura collagena della pelle di pesce, recuperata dall'industria alimentare, possa essere stabilizzata tramite concia vegetale mantenendo la flessibilità originaria.

2. Il Ciclo Tecnico: Questa categoria comprende i materiali estratti dalla 'miniera urbana' (Urban Mining), afferenti prevalentemente ai regni Minerale e Sintetico. Qui la strategia di valorizzazione differisce radicalmente: l'obiettivo non è

preservare la memoria organica, ma reimmettere nel sistema produttivo materie prime seconde standardizzate (Baccini & Brunner, 2012). Il processo dominante è di natura termica (fusione o sinterizzazione), volto a trasformare rifiuti eterogenei post-consumo in semilavorati omogenei e durabili:

Smile Plastics illustra questa tendenza: attraverso la pressatura a caldo di scarti plastici misti (es. vasetti di yogurt, packaging), genera lastre tecniche rigide cancellando la forma originaria del rifiuto per restituire valore economico alla materia inerte. WasteBasedBrick applica lo



stesso principio ai rifiuti minerali, utilizzando macerie edili sinterizzate per produrre mattoni strutturali.

È rilevante notare come questo ciclo tecnico 'assorba' e ridefinisca anche materiali di origine vegetale quando questi divengono rifiuto urbano: il cotone dei jeans, ad esempio, perde la sua connotazione agricola per essere sfilacciato e pressato come inerte tecnico in pannelli strutturali rigidi, come nel caso del Recycled Denim Board (es. Planq o Solid Textile Board).

Tuttavia, è necessario sottolineare che l'appartenenza teorica a uno di questi cicli non garantisce automaticamente la chiusura del cerchio. L'analisi dei processi produttivi evidenzia una criticità ricorrente: l'uso di leganti ibridi che generano quelli che McDonough e Braungart (2002) definiscono "*Monstrous Hybrids*" (Ibridi Mostruosi). Molti di questi materiali sono costituiti da una matrice polimerica, utile a

Figura 2.15
Esempio di materiale recuperato Agrowaste a base di noccioli di oliva dell'azienda Re-Oliva

Figura 2.17
Kaffeform è un materiale proveniente dal regno delle piante e scarto alimentare per la realizzazione di tazze e altri oggetti



Figura 2.16
WasteBasedBrick, mattoni a base di materie edili che fanno parte dell'Urban Mining

garantire coesione strutturale, la cui presenza comporta la mancanza di bio-degradabilità e di conseguenza la difficile gestione del fine vita. I materiali derivanti da urban mining, ad esempio, spesso si va incontro ad un processo di perdita di valore, causata dalla presenza di plastiche diverse che compromette la purezza del riciclo. Pertanto, la classificazione proposta indica la strategia di valorizzazione prevalente, pur riconoscendo che l'effettiva circolarità dipende ancora dalla purezza chimica del legante utilizzato.

Figura 2.18
ICTYOS, materiale simil pelle realizzato con pelle di pesce, quindi proveniente dal regno animale



Tabella 4
Schema di rappresentazione della suddivisione dei materiali recuperati

2.5.2 Seconda categoria: I materiali Bio-Fabbricati

In letteratura, i materiali bio-fabbricati (o *growing materials*) sono definiti come una nuova classe di risorse in cui organismi viventi, quali funghi, batteri o cromisti, vengono impiegati attivamente per generare materia attraverso processi di crescita naturale e auto-assemblaggio biologico cellulare (Camere & Karana, 2018) (tabella 5).

A differenza dei materiali di recupero, caratterizzati da una natura ibrida, i bio-fabbricati si distinguono nettamente per composizione e logiche produttive. L'analisi conferma infatti che queste risorse coltivate rientrano esclusivamente nel Ciclo Biologico. Come evidenziato dalla letteratura di settore, essendo generati da organismi viventi tramite biosintesi, risultano costituiti da biomassa rinnovabile e sono naturalmente programmati per la biodegradabilità (Camere & Karana, 2017).

L'aspetto più dirompente emerso riguarda i parametri di tempo e spazio: a differenza dei processi industriali istantanei, la bio-fabbricazione richiede una "durata biologica" di crescita. Le tempistiche variano dai 5-7 giorni per i funghi (Cacopardo, 2025) ai 12-14 giorni per la cellulosa batterica (Material Times, 2018). L'impianto pesante viene sostituito da fattorie verticali e ambienti a contaminazione controllata (MycoWorks, 2023),

MATERIALI BIOFABBRICATI		
REGNO FUNGI	REGNO BACTERIA	CHROMISTA/PLANTAE
		

dove l'uso di bioreattori e il monitoraggio climatico garantiscono la riproducibilità dei lotti (Camere & Karana, 2017). In questa cornice, la diversificazione avviene per comportamento morfologico. Incrociando i dati con la tassonomia di Camere e Karana (2017), si delineano tre strategie di crescita, tra cui spicca la vocazione volumetrica e strutturale dei materiali a base fungina (es. MycoComposite o Mogu Acoustic), che si presentano invariabilmente sotto forma di pannelli o blocchi solidi.

All'interno di questa cornice produttiva, la diversificazione dei materiali avviene per comportamento morfologico. L'incrocio tra i dati raccolti nella mappatura e la tassonomia scientifica proposta da Camere e Karana (2017) delinea tre strategie di crescita distinte: triche e strutturali per i materiali a base fungina. Casi studio come MycoComposite o

Mogu Acoustic si presentano invariabilmente sotto forma di pannelli, mattoni o blocchi solidi.

1. Regno Fungi: L'analisi evidenzia nei materiali a base fungina (es. MycoComposite, Mogu Acoustic) una prevalente vocazione volumetrica e strutturale. Il micelio agisce come Binder (legante), colonizzando e solidificando un substrato sciolto all'interno di uno stampo vincolante; un chiaro esempio del principio Matter leads to form (Camere & Karana, 2017).

Recenti sviluppi tessili come Reishi (MycoWorks) superano tale vincolo

Tabella 5
Schema di rappresentazione della suddivisione dei materiali biofabbricati

volumetrico tramite processi di Pure Mycelium o Liquid Fermentation. Sostituendo il substrato agricolo solido con colture in bioreattori controllati, il network ifale sviluppa matrici pure ad altissima densità. Il risultato è un materiale omogeneo, plastic-free e flessibile, capace di soddisfare i severi requisiti tensili della pelletteria *luxury* pur mantenendo l'intrinseca natura aggregante del fungo (Vandelook et al., 2021; MycoWorks, 2022).

2. Regno Bacteria: I materiali di origine batterica presenti nel campione, come Malai o Bacterial Cellulose Leather, mostrano una vocazione esclusiva per il settore tessile e della pelletteria, presentandosi sempre come membrane sottili e flessibili, mai come volumi. Questo dato è coerente con il processo di "Webbing", cioè la tessitura, descritto in letteratura. Alcuni batteri producono nanocellulosa sulla superficie di incontro tra aria e liquido delle vasche di coltura. In circa due settimane si crea una pellicola composta da strati sovrapposti, che occupa una superficie delle dimensioni delle vasche, ma ha poco potere di crescita verticale (Camere & Karana, 2017).

3. Regno Chromista: I materiali derivati da alghe, come Notpla o Algae Packaging, si distinguono nel campione per essere film traslucidi, gel o plastiche flessibili, utilizzati prevalentemente nel packaging monouso. A differenza di funghi e



Figura 2.21
Realizzazione di una lampada di Officina Corpuscoli usando un bio-fabbricato proveniente dal regno dei Funghi



Figura 2.20
Realizzazione di una serie di vasi usando un bio-fabbricato originario dal regno dei Cromisti (alghe)



Figura 2.19
Realizzazione di una borsa di Malai usando un bio-fabbricato originario dal regno dei Batteri

2.5.3 Terza categoria: I materiali Naturali ad Alte Prestazioni

In letteratura, i materiali naturali ad alte prestazioni (o *High-Performance Naturals*) sono definiti come quelle risorse di origine biologica che, grazie a un elevato rapporto resistenza-peso e a una complessa struttura gerarchica intrinseca, vengono ingegnerizzate (tramite macro o nano-strutturazione) (tabella 6) per eguagliare o superare meccanicamente i materiali sintetici avanzati, quali la fibra di vetro o di carbonio (Girijappa et al., 2019).

L'ultima macro-categoria si distingue nettamente dalle precedenti per una caratteristica tassonomica fondamentale: il monopolio del Regno Plantae. Se i Recuperati attraversano tutti i regni e i Bio-fabbricati spaziano tra funghi e batteri, l'analisi del campione rivela che la totalità dei materiali ad alte prestazioni deriva dal mondo vegetale, con una specifica incidenza della cellulosa e della lignina.

Questa evidenza empirica è supportata dalla letteratura scientifica: come evidenziato da Girijappa et al. (2019), le fibre vegetali (Natural Fibers) rappresentano l'unica risorsa naturale capace di competere meccanicamente con i materiali sintetici (es. fibra di vetro o di carbonio) grazie al loro elevato rapporto resistenza-peso e alla loro struttura gerarchica intrinseca. Tuttavia, per raggiungere tali prestazioni, la materia grezza deve subire pesanti

MATERIALI NATURALI AD ALTE PRESTAZIONI	
REGNO PLANTAE	
MACRO-STRUTTURAZIONE	NANO-STRUTTURAZIONE
 L'innovazione del materiale avviene a livello strutturale e non chimico	 L'innovazione modifica il materiale dal punto di vista chimico

processi di trasformazione che ne alterano le proprietà native. Incrociando i processi produttivi con le performance finali, si delineano due strategie di ingegnerizzazione distinte, basate sulla scala di intervento:

1. Macro-Strutturazione: Questa sottocategoria include materiali in cui l'innovazione avviene a livello architettuale della fibra, senza alterarne la chimica interna, attraverso tecniche di filatura e tessitura tecnica. Materiali come Bananatex (tessuto tecnico da Abaca) o Ampli-Tex (lino tecnico per automotive) sono un esempio di come l'intreccio e la corretta disposizione delle fibre, permetta di ottenere delle strutture resistenti e leggere, che massimizzano la rigidità e l'assorbimento delle vibrazioni. Girijappa et al. (2019) documentano come questa tecnica riduca peso e impatto ambientale nei settori dei trasporti e

dell'edilizia.

2. Nano-Strutturazione: La seconda categoria si distingue per la maggiore sperimentazione. I processi di trasformazione agiscono direttamente sulla chimica del materiale, nella maggior parte dei casi sulla parete cellulare vegetale. Include trattamenti di delignificazione, densificazione a caldo o impregnazione polimerica. Nanowood (legno densificato), Transparent Wood o Lignoloc (chiodi in legno) sono il risultato di una modifica profonda che trasforma il legname grezzo in materiale con durezza e resistenza comparabili ad alcuni

Tabella 6
Schema di rappresentazione della suddivisione dei materiali naturali ad alte prestazioni

metalli o plastiche tecniche. Girijappa et al. (2019) fanno notare come i trattamenti chimici siano essenziali per migliorare l'adesione interfacciale e le proprietà idrofobiche delle fibre, al fine di raggiungere prestazioni a cui il legno naturale non potrebbe aspirare. Dal punto di vista della circolarità, questi materiali occupano una posizione ibrida. La loro origine è biologica e quindi rinnovabile, ma la loro destinazione d'uso è tecnica, che significa che sono progettati come beni durevoli per sostituire plastiche e metalli in applicazioni a lungo termine.



Figura 2.22
Bananatex è un esempio di ingegnerizzazione tessile di



Figura 2.23
Lignoloc (chiodi di legno) è un esempio di Nano-Strutturazione del materiale

2.6 Alcuni casi studio

2.6.1 Criteri di selezione e metodologia di analisi

A valle della mappatura su 80 campioni e della successiva clusterizzazione per Strategia di Genesi, la ricerca approfondisce le specificità tecniche e sensoriali dei materiali individuati. Per condurre un'analisi rappresentativa dello stato dell'arte, è stata operata una severa scrematura che ha ridotto il campione a 20 casi studio paradigmatici (tabella 7). Questa selezione ha mirato a isolare dei veri e propri "archetipi materici", scelti secondo tre stringenti criteri scientifici:

Rilevanza e Maturità di Mercato (2010-2025): Il campione si concentra sulle innovazioni dell'ultimo quindicennio, periodo in cui l'economia circolare ha trasformato la materia in reale driver di progetto (Ferrara & Lucibello, 2008). Sono stati esclusi i concept puramente speculativi in favore di materiali con un elevato TRL (Technology Readiness Level); i 20 casi selezionati hanno già raggiunto la scalabilità industriale e vantano applicazioni commerciali con brand globali.

Completezza Informativa e Trasparenza: Per evitare il rischio di greenwashing, sono stati scartati i

materiali la cui composizione chimica (specie l'uso di resine fossili o leganti) fosse coperta da segreto industriale. Sono stati privilegiati casi studio del tutto trasparenti, con dati incrociabili tra fonti ufficiali, materiotecche certificate e letteratura scientifica, permettendo un'analisi oggettiva anche delle loro criticità strutturali e di fine vita.

Rappresentatività Tassonomica ed Esclusione delle Ridondanze: Per garantire una copertura equa delle tre macro-famiglie (Recuperati, Bio-fabbricati, Naturali ad Alte Prestazioni), è stato applicato un principio di massima diversificazione per evitare ridondanze. A fronte di decine di pelli vegetali simili, sono state selezionate unicamente varianti con logiche estrattive o regni biologici radicalmente diversi (es. un derivato agricolo come Piñatex, uno scarto ittico come Ictyos e un fungino come Reishi).

#	NOME MATERIALE	IMMAGINE	STRATEGIA GENERATIVA	ORIGINE	ANNO SVILUPPO
1	Piñatex		Recuperati	Plantae (Foglie di Ananas)	2013
2	S.Café		Recuperati	Plantae (Fondi di Caffè)	2008
3	Vegea		Recuperati	Plantae (Vinaccia)	2016
4	Econyl		Recuperati	Sintetico (Nylon riciclato)	2011
5	Smile Plastics		Recuperati	Sintetico (Plastica riciclata)	2014
6	Honext		Recuperati	Plantae (Cellulosa di scarto)	2020
7	ICTYOS		Recuperati	Animalia (Pelle di Pesce)	2018
8	Orange Fiber		Recuperati	Plantae (Scarti Agrumi)	2014
9	Mogu Acoustic		Bio-fabbricati	Fungi (Micelio)	2015
10	Reishi		Bio-fabbricati	Fungi (Micelio)	2020

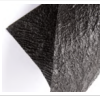
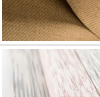
#	NOME MATERIALE	IMMAGINE	STRATEGIA GENERATIVA	ORIGINE	ANNO SVILUPPO
11	Malai		Bio-fabbricati	Bacteria (Cellulosa Batterica)	2018
12	Notpla		Bio-fabbricati	Protista (Alghe Brune)	2014
13	Brewed Protein		Bio-fabbricati	Bacteria (Microbi fermentati)	2019
14	AirCarbon		Bio-fabbricati	Bacteria (PHA da Mz)	2013
15	Bananatex		Naturali High-Performance	Plantae (Abacá)	2018
16	Mirum		Naturali High-Performance	Plantae (Gomma/Veget ali)	2019
17	AmpliTex		Naturali High-Performance	Plantae (Lino)	2011
18	Karuun		Naturali High-Performance	Plantae (Rattan)	2018
19	Sulapac		Naturali High-Performance	Plantae (Legno + Biopolimeri)	2016
20	Bio-Dyneema		Naturali High-Performance	Plantae (Biomassa Legno)	2020

Tabella 7
Tabella di presentazione dei 20 casi studio analizzati (Fonte: elaborazione personale dell'autrice)

L'analisi dei 20 casi studio adotta un approccio multidimensionale basato sui framework del MDD e della Materials Experience (Karana et al., 2015). In perfetta coerenza con il modello di sistema complesso e stratificato introdotto nel paragrafo 2.1, la scomposizione analitica si articola lungo cinque profili. Sotto il profilo metodologico, viene operata una netta separazione gerarchica e concettuale (Figura 2.24):

Profilo Tecnico-Generativo: Analizza l'origine della risorsa e la logica di trasformazione. Evidenzia come la genesi determini i vincoli fisici e le possibilità formali della materia (Rognoli et al., 2015).

Profilo Ambientale e Sistemico: Analizza il grado di circolarità reale lungo i cicli biologico e tecnico (McDonough & Braungart, 2002), individuando la presenza di leganti polimerici che possono compromettere gli scenari di fine vita della risorsa.

Profilo Sensoriale ed Esperienziale: Analizza come le caratteristiche percettive della materia (tatto, colore, odore) guidino attivamente il progetto.

Profilo Narrativo e Interpretativo: Indaga la capacità del materiale di raccontare in modo trasparente la propria "storia" e filiera studiando come la stimolazione sensoriale inneschi specifiche reazioni emotive e condizioni il comportamento dell'utente in relazione al contesto spaziale d'uso.

Profilo Strategico-Applicativo (Mappatura di derivazione): Mappa i settori d'uso attuali fungendo da indicatore diagnostico per comprendere dove e come queste risorse vengano oggi direzionate all'interno dei filoni commerciali esistenti.

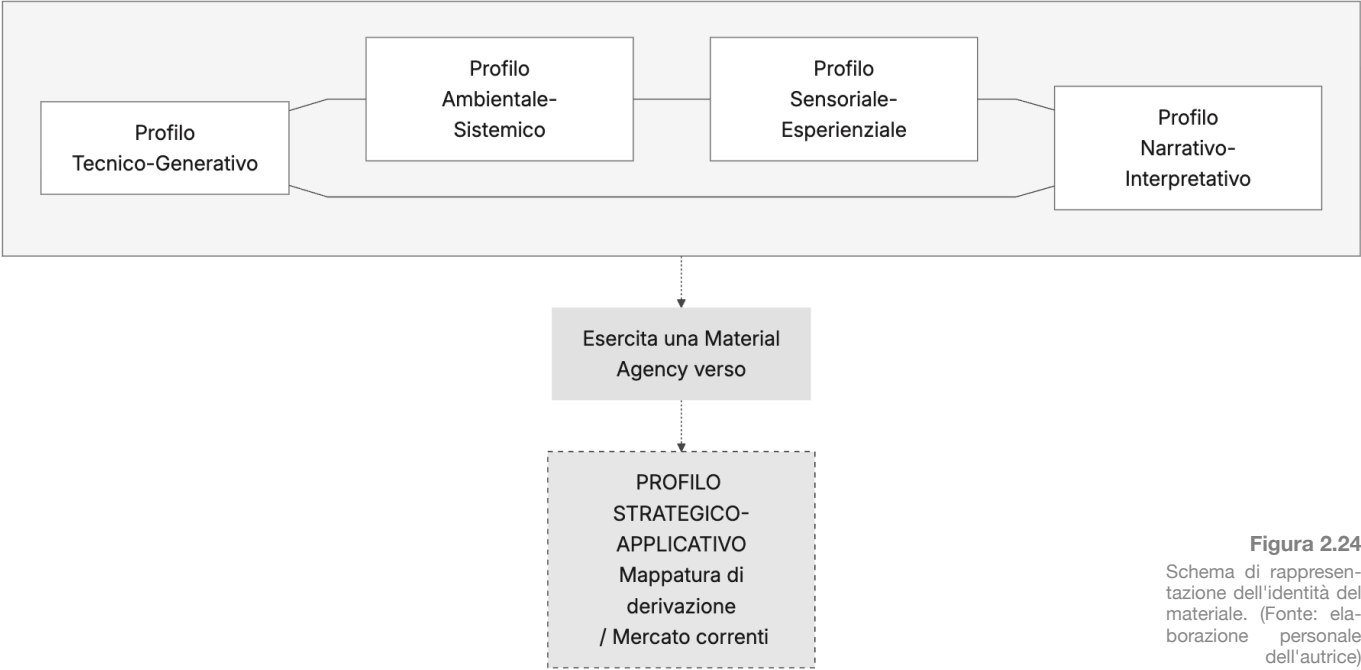


Figura 2.24
Schema di rappresentazione dell'identità del materiale. (Fonte: elaborazione personale dell'autrice)

L'applicazione sistematica di questi profili analitici permetterà di superare il concetto di materiale come mero "risolutore di funzioni", inquadrandolo come un portatore attivo di significati e di nuove esperienze per la transizione ecologica.

L'Identità del Materiale emerge dall'interazione indissolubile delle sue quattro dimensioni costitutive (ontologica, ambientale, espressiva

e semantica). Tale natura multidimensionale genera un'attiva *Material Agency*: la materia non recepisce passivamente la forma, ma indirizza strategicamente il progettista verso gli scenari d'uso più idonei. In questo modo, il materiale stesso stimola sia l'ottimizzazione nei mercati attuali, sia l'esplorazione di settori applicativi inediti, permettendo la massima espressione del proprio potenziale latente.

2.6.2 Materiali Recuperati

Caso Studio 01: Piñatex

IDENTIKIT	Azienda		Ananas Anam
	Anno Lancio		N/D
	Regno		Plantae
	Origine		Sottoprodotto agricolo (Foglie di ananas)
	Composizione		Fibre naturali di ananas (PALF), 20% PLA (dal mais), Coating superficiale (resina petrolchimica o bio-PU)
CARATTERISTICHE	Profilo tecnico e generativo		Processo Top-down
	Profilo ambientale e sistemico		Ciclo biologico, Medium/Long Distance, Recupero energetico o compostaggio industriale
	Profilo sensoriale ed esperienziale		Inodore, opaco, texture marcatamente irregolare e rugosa
	Profilo narrativo ed interpretativo		Esibisce visivamente l'irregolarità dello scarto originario ma rimale allo stesso tempo rassicurante
APPLICAZIONI	Profilo strategico e applicativo		Soft Design, Fashion, Automotive, Interior Design

Descrizione Generale e Composizione: Piñatex è un materiale tessile non-tessuto (non-woven) sviluppato dall'azienda Ananas Anam, posizionato sul mercato come alternativa cruelty-free al cuoio animale (Ananas Anam, s.d.-a). Il materiale nasce dalla valorizzazione di un sottoprodotto agricolo: le foglie della pianta di ananas, che costituiscono un residuo normalmente bruciato o lasciato marcire dopo il raccolto (Vesti la natura, s.d.-d). La

composizione materica si basa sull'estrazione di queste fibre naturali (PALF - Pineapple Leaf Fibers), miscelate con un biopolimero derivato dal mais che funge da legante. Per conferire resistenza e idrorepellenza, il materiale subisce infine un finissaggio superficiale protettivo (Ananas Anam, s.d.-a).

Profilo Tecnico-Generativo: La lavorazione segue una logica di trasformazione meccanica e

Tabella 8
Tabella riassuntiva delle principali caratteristiche di Piñatex

Figura 2.25
Dettaglio macrofotografico della texture del Piñatex. La superficie si presenta irregolare, grezza e fortemente materica, sottolineando l'origine organica



chimica (Top-down). Il processo ha inizio con la decorticazione delle foglie per estrarre le fibre lunghe di cellulosa. A seguito di lavaggio ed essiccazione, le fibre vengono intrecciate meccanicamente per formare un substrato di base (Piñafelt) (figura 2.26). La transizione in un materiale assimilabile al cuoio avviene mediante l'aggiunta di circa il 20% di acido polilattico (PLA, derivato dal mais) per legare le fibre, e la successiva spalmatura di un *coating* superficiale (resina a base petrolchimica o bio-PU) atto a conferire impermeabilità (Ananas Anam, s.d.-b). Il risultato è un materiale caratterizzato da un peso specifico ridotto, flessibilità, traspirabilità e una moderata tolleranza al fuoco (MaterialDistrict, 2017a).

Profilo Ambientale e Sistemico: Piñatex agisce all'interno del "Ciclo Biologico" tramite la nobilitazione di un agro-waste, abbattendo così l'impronta legata all'estrazione di materie prime vergini. Valutando il processo attraverso il Materials Naturalness Index (Dal Palù & Lerma, 2023), la lunghezza della filiera si configura come "*Medium/ Long Distance*": la materia prima viene estratta nel Sud-Est asiatico (Filippine), mentre il finissaggio e la distribuzione avvengono in Europa (Ananas Anam, s.d.-a). Tuttavia, l'analisi dello scenario di dismissione evidenzia una criticità sistemica: l'impiego di PLA termoplastico e di PU come finitura genera un "ibrido tecnico". Questa commistione impedisce lo smaltimento nell'orga-



Figura 2.26
Fibre estratte dalle
foglie di ananas



Figura 2.27
Esempio di applica-
zione commerciale del
Piñatex nel settore
degli accessori (zaino)



Figura 2.28
Dettaglio dell'impiego
del Piñatex nel design
della calzatura.

nico domestico e ne compromette la reale circolarità, in quanto attualmente destinato al compostaggio industriale o al recupero energetico (Fabriclore, 2023).

Profilo Strategico-Applicativo: L'origine biologica della risorsa e il processo di trasformazione definiscono le sue possibilità applicative. La matrice fibrosa vegetale, combinata alla spalmatura in PU che fornisce flessibilità e idrorepellenza, genera un materiale lavorabile in rotoli continui, idoneo per i settori del *Soft Design*. Il materiale viene principalmente usato come *vegan leather* nel mercato della moda (calzature, borse e capispalla da brand quali Hugo Boss e Nike). Offre potenzialità di impiego anche nei

settori *automotive* e design degli interni, per realizzare sedute e rivestimenti leggeri (Repubblica, 2021).

Profilo Sensoriale ed Esperienziale: diverse piattaforme descrivono il materiale come opaco, con una struttura chiusa e una texture estremamente irregolare e rugosa. Al tatto, il materiale si presenta secco e moderatamente flessibile, mentre risulta inodore all'olfatto, perdendo ogni traccia organica del frutto d'origine e distaccandosi dai sentori tipici della concia tradizionale (MaterialDistrict, 2017a).

Profilo Narrativo e Interpretativo: Si può osservare che Piñatex comunica la propria identità su due

livelli distinti. Da un lato, esibisce visivamente la propria origine ecologica attraverso la superficie irregolare e la comunicazione dello scarto agricolo, validandone la naturalità agli occhi dell'utente. Dall'altro lato, la destinazione d'uso evoca l'immaginario estetico e prestazionale del cuoio, rendendo l'innovazione materica rassicurante e facilmente trasferibile all'interno delle filiere produttive convenzionali del lusso e del mercato di massa.

Caso Studio 02: S.Café

IDENTIKIT	Azienda		Singtex
	Anno Lancio		N/D
	Regno		Plantae + Sintetico
	Origine		Fondi di caffè post-consumo e bottiglie di plastica
	Composizione		5% biomassa di scarto (caffè), 95% poliestere riciclato (rPET)
CARATTERISTICHE	Profilo tecnico e generativo		Processo Top-down
	Profilo ambientale e sistemico		Ibridazione Ciclo biologico, Long Distance, Recupero energetico o downcycling
	Profilo sensoriale ed esperienziale		Inodore, Omogeneo, Morbido, leggero, flessibile (simil-cotone)
	Profilo narrativo ed interpretativo		Maschera del tutto l'origine di scarto e usa un'estetica rassicurante e familiare per il consumatore tecnico
APPLICAZIONI	Profilo strategico e applicativo		Soft Design, Sportswear, Activewear, Intimo, Outdoor

Descrizione Generale e Composizione: S.Café è un filato tessile composito brevettato dall'azienda taiwanese Singtex (Singtex, s.d.-a). Il materiale nasce con l'obiettivo di superare il concetto di rifiuto, proponendo una soluzione circolare ad alto rendimento termico per l'industria dell'abbigliamento tecnico (Fibre2Fashion, s.d.). La composizione materica si basa sull'ibridazione di due distinte tipologie di scarto: circa il 5% di fondi di caffè post-consumo (biomassa di scarto) e il 95% di poliestere riciclato (rPET) derivato dalla frantumazione di bottiglie di plastica (Sprudge, 2017).

Profilo Tecnico-Generativo: Il processo produttivo adotta una complessa logica di trasformazione

chimico-fisica di tipo *Top-down* (Camere & Karana, 2018). I fondi di caffè raccolti subiscono una prima estrazione degli oli (che vengono separati) e vengono successivamente essiccati e carbonizzati a basse temperature (circa 160°C) per preservarne la microstruttura (Singtex, s.d.-a). La polvere ottenuta viene macinata fino a raggiungere dimensioni nanometriche e miscelata in un masterbatch direttamente con il polimero di poliestere fuso, per essere infine estrusa in filati continui (Singtex, s.d.-a).

Profilo Ambientale e Sistemico: S.Café converge simultaneamente "Ciclo Biologico" (scarto agroalimentare del caffè) e "Ciclo Tecnico" (rPET) (McDonough & Braungart,

Tabella 9
Tabella riassuntiva delle principali caratteristiche di S.Café

Figura 2.29
Dettaglio macrofotografico della texture del tessuto S.Café. La trama a maglia evidenzia le qualità visive di morbidezza e flessibilità di un filato tecnico





Figura 2.30
Chicchi di caffè, la
risorsa recuperata di
S.Cafè

2002). Valutando il materiale attraverso le metriche del *Materials Naturalness Index* (Dal Palù & Lerma, 2023), la lunghezza della catena di produzione si configura come "*Long Distance*": gli scarti primari (figura 2.32) vengono raccolti da catene internazionali (es. Starbucks in Asia), processati industrialmente in Taiwan e distribuiti a brand globali (Taiwan Panorama, s.d.). Relativamente allo scenario di dismissione, l'inglobamento fisico della polvere di caffè all'interno della matrice sintetica genera un intrinseco ibrido tecnico (McDonough & Braungart, 2002). Questa unione permanente impedisce la biodegradazione della frazione organica e contamina chimicamente la purezza del poliestere, rendendo il recupero a fine vita altamente complesso e destinando usualmente i prodotti tessili all'incenerimento (recupero energetico) o al *downcycling* (Sprudge, 2017).

Profilo Sensoriale ed Esperienziale: Dal punto di vista visivo, il tessuto finito si presenta omogeneo e del tutto assimilabile a un filato tecnico standard, senza irregolarità percettibili (Singtex, s.d.-b). A livello tattile, la manipolazione della texture restituisce una sensazione morbida e flessibile, capace di replicare la sensazione di una fibra naturale cotoniera pur essendo a base sintetica (Singtex, s.d.-b). Sotto il profilo olfattivo, il materiale risulta inodore, in quanto il processo di carbonizzazione sopprime gli aromi originari



Figura 2.31
Impiego di S.Cafè nel
settore dell'abbigliamento sportivo.

del chicco, ma dota il polimero di una naturale e duratura capacità di assorbire e neutralizzare gli odori corporei durante l'uso (Singtex, s.d.-a).

Profilo Strategico-Applicativo: Il legame tra composizione materica, nanotecnologia e settore d'impiego è di natura prestazionale diretta. L'unione tra PET (che garantisce durabilità ed elasticità) e i micropori della polvere di caffè garantisce al tessuto una traspirabilità superiore al cotone, l'assorbimento degli odori e la rifrazione naturale dei raggi UV (Singtex, s.d.-b). Questa materiale trova applicazione nel settore *Soft Design*, dominando i mercati dell'abbigliamento *sportswear*, *activewear*, intimo e outdoor (es.

The North Face, Patagonia) (Taiwan Panorama, s.d.).

Profilo Narrativo e Interpretativo: S.Cafè comunica la propria identità ecologica attraverso una narrativa invisibile e funzionale. Mascherando completamente la propria origine di scarto dietro una superficie tecnica impeccabile e familiare, il materiale rassicura il consumatore offrendogli la percezione visiva a cui è abituato. Non esibendo traccia visiva o tattile dell'irregolarità del caffè, l'utente viene invitato a decodificare e validare la circolarità del prodotto esclusivamente sperimentandone sul corpo le elevate prestazioni termiche e di freschezza, supportate dallo storytelling del marchio d'abbigliamento.

Figura 2.32
Trasposizione del
materiale S.Cafè in
ambito tecnico-sani-
tario.



Caso Studio 03: Vegea

IDENTIKIT	Azienda		Vegea
	Anno Lancio		N/D
	Regno		Plantae
	Origine		Scarti agricoli vitivinicoli (vinaccia)
	Composizione		55% biomassa organica e oli vegetali, 45% poliuretano a base acquosa (WPU), Supporto tessile (rPET o cotone)
CARATTERISTICHE	Profilo tecnico e generativo		Processo Top-down
	Profilo ambientale e sistemico		Ciclo biologico, Medium/Long Distance, Recupero energetico o compostaggio industriale
	Profilo sensoriale ed esperienziale		Inodore, opaco o semilucido, Liscio o granulato
	Profilo narrativo ed interpretativo		Replica l'estetica del cuoio animale per rassicurare l'utente
APPLICAZIONI	Profilo strategico e applicativo		Soft Design, Fashion, Automotive (lusso), Interior Design

Descrizione Generale e Composizione: Vegea (spesso commercializzato con il nome di *GrapeSkin*) è un materiale composito a base biologica posizionato sul mercato come alternativa *cruelty-free* e a basso impatto ambientale rispetto al cuoio animale. La composizione materica si fonda sulla valorizzazione degli scarti solidi della filiera vitivinicola, in particolare la vinaccia (costituita da bucce, raspi e semi d'uva). Questa biomassa organica viene essiccata e miscelata con oli vegetali e poliuretano a base acquosa (WPU); le formulazioni più recenti raggiungono una composizione che vede circa il 55% di derivazione organica e il 45% di WPU (MoEa, s.d.). La miscela viene infine spalmata su un

supporto tessile di rinforzo, frequentemente realizzato in poliestere riciclato o cotone, ottenendo un materiale composito multistrato (Vesti la natura, s.d.-e).

Profilo Tecnico-Generativo: Il processo produttivo segue una logica di trasformazione meccanica e chimica (*Top-down*), volta a stabilizzare la biomassa di scarto per creare una matrice spalmabile. Strutturalmente, la tecnologia sviluppata da Vegea genera un'architettura complessa a quattro livelli: uno "strato superiore" personalizzabile in fase di finissaggio; uno "strato centrale" ingegnerizzato per garantire la flessibilità; uno "strato di

Tabella 10
Tabella riassuntiva delle principali caratteristiche di Vegea

Figura 2.33
Dettaglio della superficie del biocomposito Vegea. Il materiale esibisce una finitura liscia, continua e priva di grana evidente





base" per l'adesione; e infine il "supporto tessile" che migliora la stabilità dimensionale e meccanica complessiva (Vegea Company, s.d.).

Profilo Ambientale e Sistemico:

La strategia ambientale di Vegea si posiziona all'interno del ciclo biologico in quanto nobilita uno scarto agricolo, riducendo la dipendenza dalle filiere fossili. Valutando il processo attraverso le metriche del *Materials Naturalness Index* (Dal Palù & Lerma, 2023), la lunghezza della catena produttiva si definisce "*Short distance*", poiché l'azienda reperisce e valorizza la materia prima localmente, direttamente dai distretti vitivinicoli nazionali. Tuttavia, analizzando lo scenario di dismissione, la coesione strutturale

tra la vinaccia, il poliuretano a base acquosa e il supporto tessile genera un materiale di difficile gestione nel fine vita: non è compostabile né facilmente riciclabile meccanicamente, destinandolo attualmente al recupero energetico. Come per altri biocompositi spalmati, ci si trova di fronte a un "materiale di transizione", efficace nel recupero ma limitato nella fase di post-consumo.

Profilo Sensoriale ed Esperienziale:

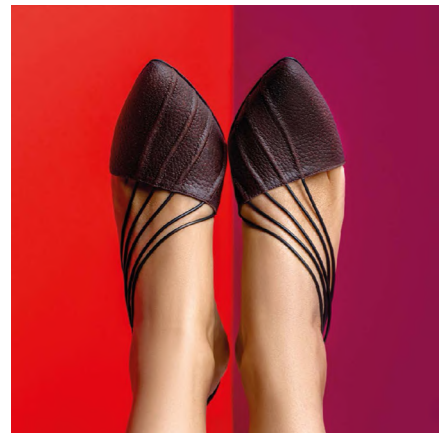
Visivamente, il materiale si presenta opaco o semilucido, replicando in modo fedele le dinamiche percettive tipiche del cuoio. La superficie vanta un'elevata versatilità tattile, potendo variare da liscia a marcatamente granulata attraverso

Figura 2.34
Rappresentazione visiva della fase di recupero della biomassa organica.



Figura 2.35
Impiego del biocomposito nel settore della pelletteria di moda.

Figura 2.36
Esempio di utilizzo dell'alternativa biologica nel design della calzatura. Il materiale è stato ottimizzato per una maggiore flessibilità e durabilità strutturale



processi meccanici di goffratura (Vesti la natura, s.d.-e). Sotto il profilo olfattivo, il materiale perde ogni connotazione organica legata alla vinaccia d'origine, restituendo la neutralità tipica dei tessuti tecnici spalmati e distaccandosi del tutto dalle note pungenti dei pellami conciati.

Profilo Strategico-Applicativo: Le proprietà fisico-meccaniche ottenute tramite l'accoppiamento multistrato (alta resistenza all'abra-

sione, flessibilità, lavorabilità in rotoli continui) rendono il materiale idoneo a sostituire le finiture tecniche tradizionali. A livello di mercato, si posiziona prevalentemente nei settori del Soft Design, trovando applicazione diretta nell'industria del Fashion per la produzione di calzature e pelletteria (adottato da brand di ricerca quali Ganni e Pangaia), nell'Automotive di lusso (es. rivestimenti interni per Bentley) e nell'Interior Design per sedute e pannellature (Vegea Company, s.d.; Vesti la natura, s.d.-e).

Profilo Narrativo e Interpretativo: Invece di esibire l'imperfezione e la traccia organica del rifiuto originario, Vegea prende un'altra direzione: l'estetica replica il cuoio animale per rassicurare l'utente finale. Questa scelta traduce un'innovazione circolare complessa in un linguaggio visivo ed esperienziale già ampiamente accettato e desiderato dai consumatori di fascia alta, facilitandone l'inserimento sul mercato.

Caso Studio 04: Econyl

IDENTIKIT	Azienda		Aquafil
	Anno Lancio		2011
	Regno		Sintetico
	Origine		Rifiuti della tecnosfera (reti da pesca, vecchie moquette, scarti industriali pre-consumo)
	Composizione		100% Nylon 6 rigenerato (filato polimerico)
CARATTERISTICHE	Profilo tecnico e generativo		Processo Top-down
	Profilo ambientale e sistemico		Ciclo tecnico, Long Distance, scarica o incenerimento
	Profilo sensoriale ed esperienziale		Luminoso, omogeneo, Morbido, traspirante. N.D. tatto e udito
	Profilo narrativo ed interpretativo		Cancella visivamente le tracce dello scarto d'origine, affida la narrazione etica allo storytelling aziendale
APPLICAZIONI	Profilo strategico e applicativo		Abbigliamento tecnico (sportswear, swimwear), Fashion (zaini), Automotive (moquette, sedute)

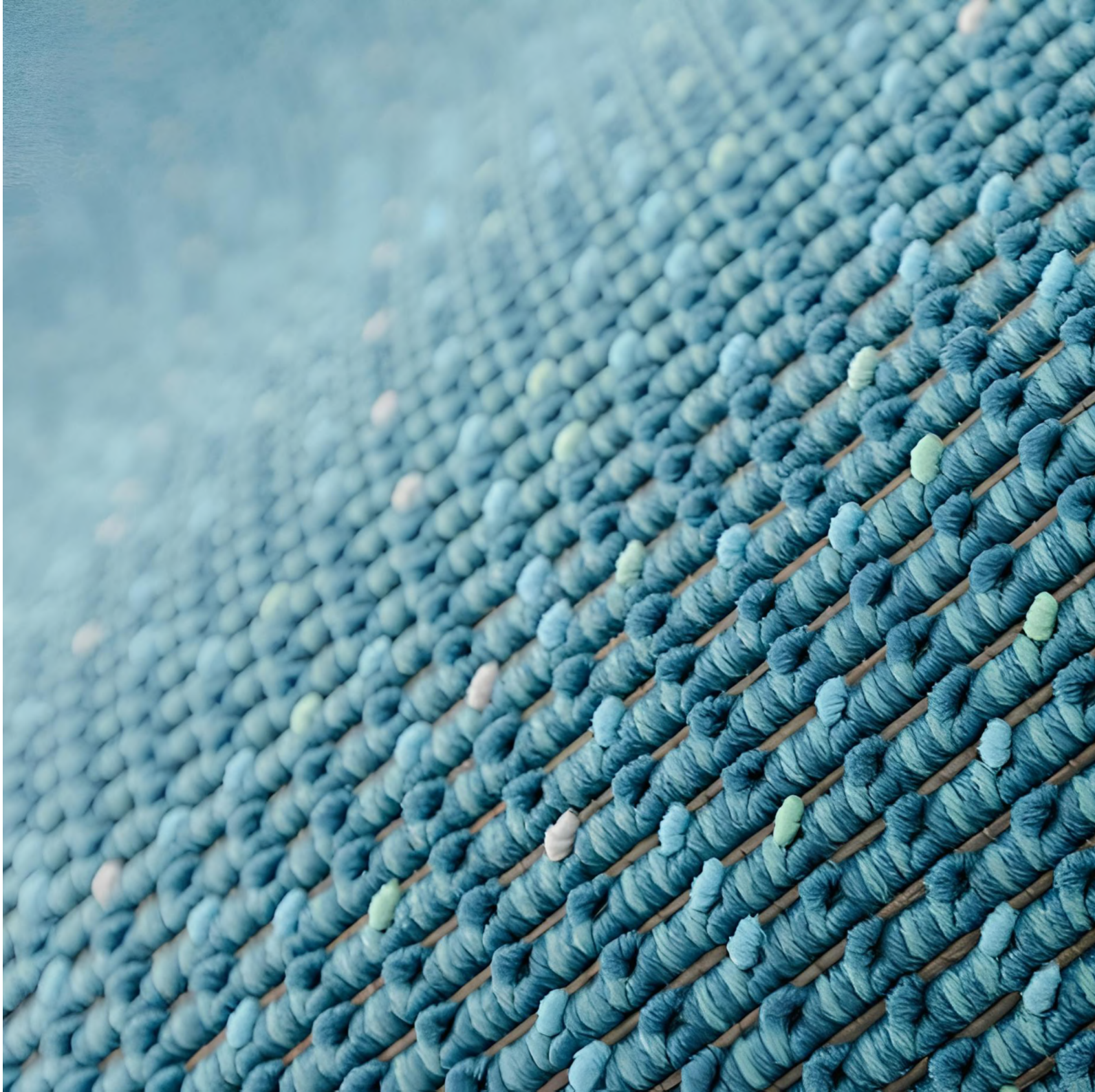
Descrizione Generale e Composizione: Econyl è un filato polimerico (nylon 6) rigenerato, introdotto sul mercato nel 2011 dall'azienda italiana Aquafil (Aquafil, s.d.). Il materiale nasce come risposta sistemica all'impatto ambientale delle plastiche derivate dal petrolio, posizionandosi come alternativa sostenibile avente prestazioni chimiche e qualitative identiche a quelle del nylon vergine standard (Aquafil, s.d.). La composizione materica è ottenuta integralmente attraverso la valorizzazione di scarti afferenti alla tecnosfera, in particolare rifiuti industriali, ritagli di tessuto pre-consumo, vecchie moquette e reti da pesca dismesse recuperate

dall'industria dell'acquacoltura (Aquafil, s.d.).

Profilo Tecnico-Generativo: Il processo produttivo adotta una complessa logica di trasformazione chimica e fisica di tipo *Top-down* (Camere & Karana, 2018). I rifiuti eterogenei raccolti (figura 2.38) vengono immessi in un sistema a ciclo chiuso e sottoposti a un processo di depolimerizzazione termica e catalitica, supportato da energie rinnovabili; questo passaggio scompone il nylon nei suoi monomeri di base (Aquafil, s.d.). I monomeri vengono successivamente re-polimerizzati, estrusi attraverso filiere metalliche e stirati meccanicamente per conferire alla fibra la resistenza e l'elasticità finali

Tabella 11
Tabella riassuntiva delle principali caratteristiche di Econyl

Figura 2.37
Dettaglio macrofotografico della trama tessile in nylon rigenerato Econyl, che ne evidenzia la struttura a maglia.



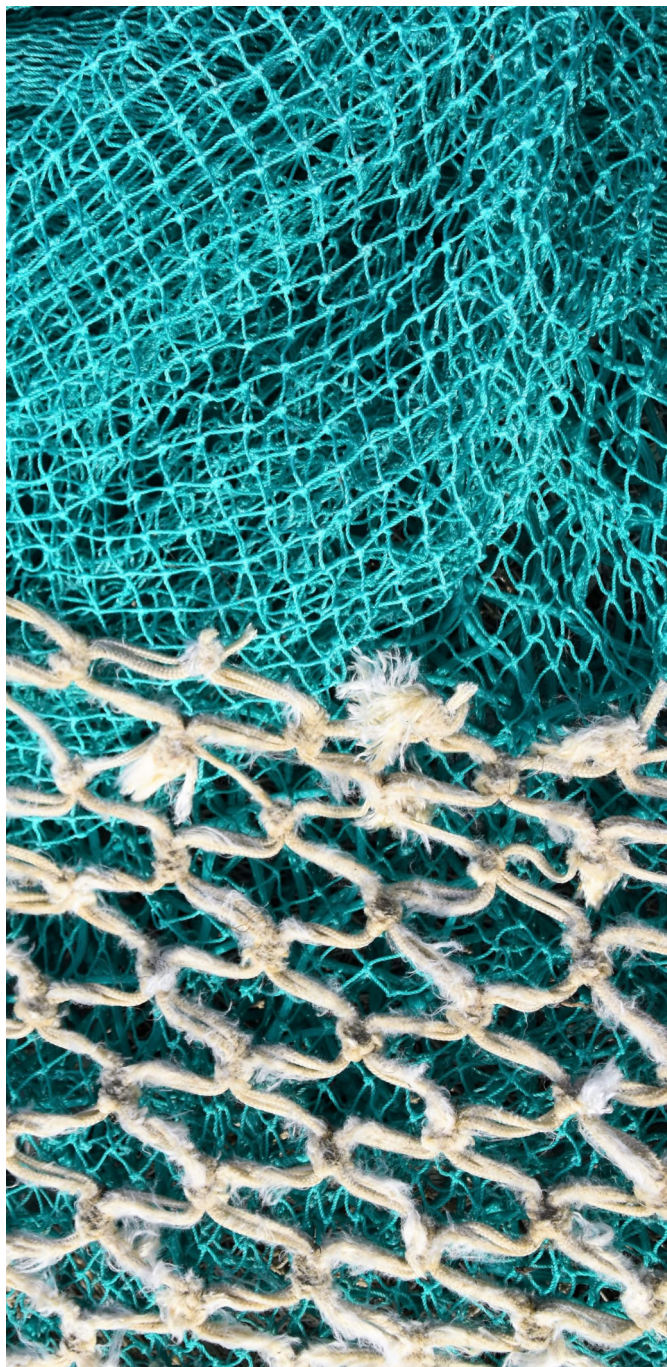


Figura 2.38
Scarti di reti da pesca usate per la realizzazione di Econyl

(Aquafile, s.d.).

Profilo Ambientale e Sistemico:

La forza strategica di Econyl risiede nella chiusura del ciclo tecnico (Urban Mining), permettendo di rimettere nel sistema produttivo materie prime seconde standardizzate e abbattendo il consumo di migliaia di barili di greggio per ogni tonnellata di filato prodotto (Aquafile, s.d.). Valutando il materiale attraverso le metriche del Materials Naturalness Index (Dal Palù & Lerma, 2023), la catena di produzione si configura come "Long Distance": la filiera di recupero della materia prima si estende a livello globale (reti oceaniche e moquette internazionali), mentre il riprocessamento chimico avviene in hub centralizzati, come lo stabilimento sloveno (Aquafile, s.d.). Riguardo allo scenario di dismissione, il materiale di per sé è progettato per un riciclo industriale potenzialmente infinito; tuttavia, l'impiego del filato in combinazione con poliuretani o elastan nell'industria tessile genera frequentemente un ibrido tecnico (McDonough & Braungart, 2002), destinando i capi all'incenerimento o alla discarica se non supportati da impianti di separazione dedicati (Aquafile, s.d.).



Figura 2.39
Zaino Gucci Off The Grid in Econyl: applicazione d'alta gamma che utilizza un filato di nylon rigenerato al 100% da scarti pre e post-consumo

Profilo Sensoriale ed Esperienziale: Dal punto di vista visivo e tattile, Econyl si presenta come un filato luminoso e morbido (Vesti la natura, s.d.-a). Il contatto con la pelle restituisce una sensazione piacevole e traspirante, percepita come accostabile a quella della fibra cellulosica Tencel, sebbene mantenga una connotazione materica meno "naturale" rispetto a quest'ultima (Vesti la natura, s.d.-a). A livello tecnico-sensoriale, il materiale gode di una scarsa tendenza a generare cariche elettrostatiche (Vesti la natura, s.d.-a). Le fonti analizzate non riportano test o misurazioni specifiche relative all'eventuale profilo olfattivo o acustico del filato.

Profilo Strategico-Applicativo: Il

legame tra processo generativo e settore d'impiego è di natura prestazionale diretta. La re-standardizzazione chimica del rifiuto genera un polimero vergine caratterizzato da estrema tenacità, flessibilità e da buone doti di igroscopia che ne massimizzano il comfort fisiologico a contatto con il corpo (Vesti la natura, s.d.-a). Questa combinazione tecnica rende Econyl eleggibile per capitolati industriali rigorosi in cui le fibre naturali risulterebbero inefficienti, trovando applicazione elettiva nell'abbigliamento tecnico ad alta aderenza, nella moda di alta gamma per zaini e capispalla (es. Stella McCartney, Levi's), e in ambito *Automotive* per la produzione di moquette, corde e sedute (es. tappetini interni per Hyundai Ioniq 5)



Figura 2.40
Borsa Prada in nylon Econyl: icona del design contemporaneo riconvertita all'uso di polimeri rigenerati a ciclo chiuso.

(Aquafile, s.d.).

Profilo Narrativo e Interpretativo:

Econyl è un materiale che rassicura l'utente, emulando la texture omogenea dei materiali classici presenti nell'industria. La superficie non presenta più traccia della provenienza dello scarto, attraverso odore o irregolarità. La narrazione della sostenibilità è unicamente legata allo storytelling aziendale, unico mezzo attraverso il quale l'utente percepisce il valore etico del recupero e dell'importanza della pulizia degli oceani.

Caso Studio 05: Smile Plastics

IDENTIKIT	Azienda		Smile Plastics
	Anno Lancio		N/D
	Regno		Sintetico
	Origine		Rifiuti urbani e industriali della tecnosfera (vasetti di yogurt, packaging, taglieri dismessi)
	Composizione		100% polimeri plastici riciclati (es. HIPS, PET)
CARATTERISTICHE	Profilo tecnico e generativo		Processo Top-down
	Profilo ambientale e sistemico		Ciclo tecnico, Medium/Long Distance, riciclo industriale e meccanico completo
	Profilo sensoriale ed esperienziale		Inodore, Struttura chiusa e liscia, brillantezza variabile, durezza elevata isolante (tipico delle plastiche dense)
	Profilo narrativo ed interpretativo		Trasforma visivamente il rifiuto in valore estetico, rassicura sull'autenticità del recupero
APPLICAZIONI	Profilo strategico e applicativo		Interior Design (arredi, tavoli, sedute), Rivestimenti architettonici, Retail, Contract

Descrizione Generale e Composizione: Smile Plastics è una famiglia di materiali in lastre rigide sviluppata dall'omonima azienda britannica, concepita per reintrodurre nel mercato scarti plastici post-consumo e post-industriali sotto forma di superfici decorative e strutturali (Smile Plastics, s.d.). La composizione materica è basata al 100% su polimeri plastici riciclati, recuperati interamente dalla tecnosfera (rifiuti urbani e industriali come vasetti di yogurt, packaging cosmetico o taglieri dismessi), senza l'aggiunta di resine, pigmenti artificiali o leganti esterni (Smile Plastics, s.d.).

Profilo Tecnico-Generativo: Il processo produttivo si inserisce in una logica di trasformazione mecca-

nica e termica di tipo *Top-down*. I rifiuti eterogenei in ingresso vengono selezionati per famiglia polimerica (es. HIPS, PET), triturati in scaglie e successivamente sottoposti a un processo di pressatura a caldo che ne garantisce la fusione e sinterizzazione (MaterialDistrict, s.d.-d).

Profilo Ambientale e Sistemico: Pur trattandosi di una risorsa dichiaratamente non rinnovabile (MaterialDistrict, s.d.-d), la filiera produttiva del materiale si configura come "*Medium/Long Distance*" valorizzando scarti inerti altrimenti destinati a discariche o inceneritori. Per quanto concerne lo scenario di dismissione, evitando categoricamente l'ibridazione di resine incom-

Tabella 12
Tabella riassuntiva delle principali caratteristiche di Smile Plastics

Figura 2.41
Texture irregolare in cui i frammenti polimerici a vista denunciano apertamente l'origine di scarto del pannello.





Figura 2.42
Scarti di rifiuti urbani (come vasetti di yogurt), recuperati per creare Smile Plastics

patibili, le lastre mantengono un'architettura mono-materiale: sono pertanto progettate per un riciclo industriale e meccanico completo, potendo essere macinate e re-immesse nel medesimo ciclo produttivo a fine vita (Smile Plastics, s.d.).

Profilo Sensoriale ed Esperienziale: L'analisi oggettiva restituisce un profilo percettivo altamente ingegnerizzato. Dal punto di vista tattile e visivo, la superficie si presenta con una struttura chiusa e liscia, caratterizzata da una durezza elevata e da un livello di brillantezza che varia a seconda della finitura superficiale richiesta (MaterialDistrict, s.d.). La penetrazione della luce varia dall'opacità totale a una moderata traslucenza (fino al 50%) (MaterialDistrict, s.d.). A livello termico, trasmette una sensazione neutra e isolante tipica delle plastiche dense. Sotto il profilo olfattivo, l'assenza di collanti o solventi garantisce che il materiale risulti completamente inodore (MaterialDistrict, s.d.).

Profilo Strategico-Applicativo: Il legame tra genesi materica e settore d'impiego è di natura fisico-strutturale. La sinterizzazione termica di



Figura 2.43
Applicazioni d'arredo che dimostrano la valenza estetica e strutturale della plastica riciclata al 100%.

inerti plastici rigidi genera lastre caratterizzate da una buona resistenza agli agenti atmosferici e ai graffi, combinate a un peso specifico bilanciato (MaterialDistrict, s.d.). Questa solida architettura meccanica rende il materiale idoneo a sostituire pietre, marmi o legni laccati, indirizzandolo in modo diretto verso il settore dell'Interior Design, per la creazione di arredi e rivestimenti architettonici nel *Retail* e nel *Contract* (Smile Plastics, s.d.).

Profilo Narrativo e Interpretativo: Smile Plastics comunica la propria identità mostrando i frammenti di plastica, i codici a barre liquefatti o i residui metallici del packaging originale (Sauerwein et al., 2017). Questa

Figura 2.44

Campionature d'arredo che dimostrano la valenza estetica e strutturale della plastica riciclata al 100%.



irregolarità visiva esibita funge da narrazione tangibile della miniera urbana, raccontando all'utente la storia precedente dello scarto plastico e rassicurandolo sull'effettiva e autentica operazione di recupero messa in atto dal processo produttivo.

Caso Studio 06: Honext

IDENTIKIT	Azienda		HONEXT
	Anno Lancio		N/D
	Regno		Plantae
	Origine		Scarti industriali (fanghi residui delle cartiere / fibre corte di cellulosa)
	Composizione		100% upcycling di fibre di cellulosa di scarto
CARATTERISTICHE	Profilo tecnico e generativo		Processo Top-down
	Profilo ambientale e sistemico		Ciclo Biologico, Short Distance, riciclabile nel proprio ciclo produttivo o totalmente biodegradabile a fine vita
	Profilo sensoriale ed esperienziale		Inodore, opaco, grana superficiale percepibile, sensazione termica neutra, buona fonoassorbenza
	Profilo narrativo ed interpretativo		Esibisce apertamente la composizione fibrosa/cartacea per validarne la naturalità
APPLICAZIONI	Profilo strategico e applicativo		Interior Design, Edilizia indoor (controsoffitti, pareti divisorie, pannelli fonoassorbenti)

Descrizione Generale e Composizione: HONEXT è un materiale in pannelli strutturali, privo di additivi tossici e riciclabile, concepito per l'architettura d'interni e l'edilizia sostenibile (Honext, s.d.; MaterialDistrict, 2021). La composizione materica si basa al 100% sull'*upcycling* di fibre di cellulosa di scarto, nello specifico i fanghi residui delle cartiere (Materie Oscure, s.d.). Questa biomassa, le cui fibre sono ormai troppo corte per essere trasformate nuovamente in carta, rappresenta una complessa criticità sistemica nello smaltimento, generando oltre 7 milioni di tonnellate di rifiuti annui nella sola Unione Europea, tradizionalmente destinati

alla discarica o all'incenerimento (MaterialDistrict, 2021).

Profilo Tecnico-Generativo: Il processo produttivo si inserisce in una logica di trasformazione chimico-fisica di tipo Top-down a filiera chiusa. I fanghi di cellulosa vengono sottoposti a un processo industriale bio-based e privo di emissioni nette di carbonio (carbon-neutral) a zero scarti (MaterialDistrict, 2021).

Profilo Ambientale e Sistemico: HONEXT si inserisce pienamente nella macro-categoria dei materiali di recupero, applicando il ciclo biologico e operando come un sistema di recupero in cascata della cellulosa. La filiera produttiva si

Tabella 13

Tabella riassuntiva delle principali caratteristiche di Honext

Figura 2.45

Superficie materica del pannello a base di fibre di cellulosa recuperate, caratterizzata da una finitura grezza e porosa.

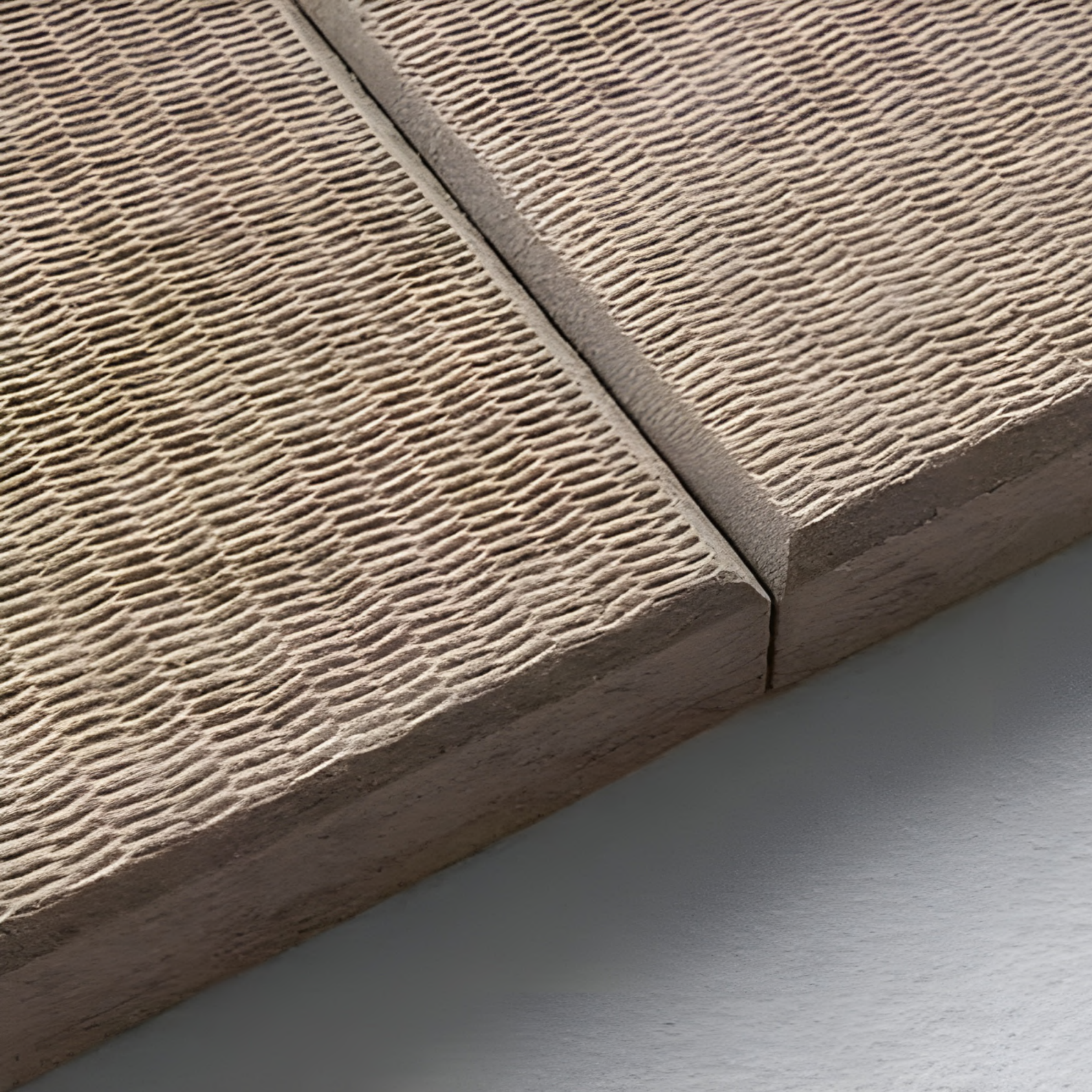




Figura 2.46
Scarti industriali (fanghi
residui dalle cartiere)

configura come "*Short/Medium Distance*", sfruttando il macero locale delle cartiere (Materie Oscure, s.d.). Riguardo allo scenario di dismissione, grazie alla categorica assenza di resine termoplastiche e di Composti Organici Volatili aggiunti (VOCs), nonché al conseguimento delle certificazioni Cradle to Cradle Silver e Material Health Silver, il pannello si configura come una risorsa pienamente rinnovabile e monomaterica. È progettato per essere interamente riciclabile nel proprio ciclo produttivo o biodegradabile a fine vita (MaterialDistrict, 2021).

Profilo Sensoriale ed Esperienziale: L'analisi oggettiva restituisce un profilo percettivo assimilabile al cartone pressato ad alta densità. Visivamente, il materiale si presenta totalmente opaco, con una struttura chiusa e una grana superficiale percepibile. Al tocco restituisce un'elevata rigidità unita ad una sensazione termica neutra (MaterialDistrict, 2021). Sotto il profilo acustico, la porosità fibrillare garantisce buone capacità di fonoassorbimento, superiori ai tradizionali materiali da costruzione rigidi (Decustik, s.d.). A livello olfattivo, l'assenza di additivi tossici e collanti sintetici fa sì che il materiale risulti completamente inodore (MaterialDistrict, 2021).

Profilo Strategico-Applicativo: Il pannello finito presenta un peso specifico ridotto unito a una moderata resistenza ai graffi e agli

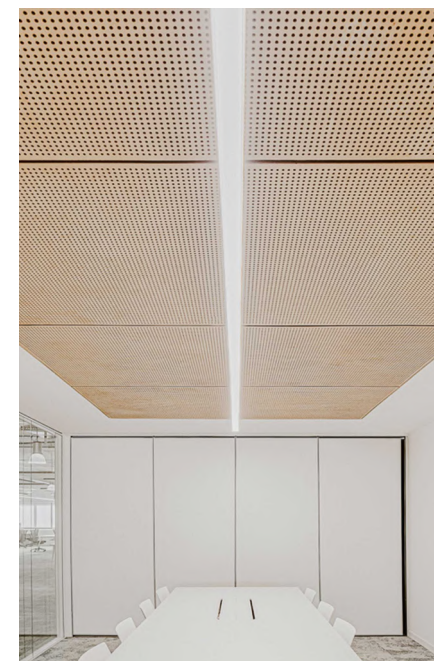


Figura 2.47
Impiego dei pannelli
nell'Interior Design per
la realizzazione di
controsoffitti fonoas-
sorbenti.

agenti chimici. Nonostante una bassa tolleranza agli agenti atmosferici esterni, è intrinsecamente resistente all'umidità, al vapore acqueo e possiede elevate proprietà ritardanti di fiamma (MaterialDistrict, 2021). Questa architettura fisica lo indirizza verso il design degli interni e l'edilizia *indoor*: trova applicazione massiva in controsoffitti, pareti divisorie e pannellature fonoassorbenti per uffici e spazi pubblici, sostituendo i

classici pannelli in MDF, truciolato o cartongesso (Decustik, s.d.; MaterialDistrict, 2021).

Profilo Narrativo e Interpretativo: Honext comunica la propria identità ecologica esibendo apertamente la propria composizione cartacea e fibrosa. La superficie ruvida e disomogenea non nasconde il fatto di derivare da un ammasso di macero industriale, ma eleva questa irregolarità visiva a garanzia di

Figura 2.48
Impiego dei pannelli
nell'Interior Design per
la realizzazione di rive-
stimenti parietali
fonoassorbenti.



naturalità. Si può affermare, però, che un ruolo importante nel convalidare l'idea del recupero materiale, viene giocato dall'assenza di odori chimici ed emissioni, che altrimenti farebbero perdere credibilità nel valore del materiale. Ciò che viene complessivamente percepito è quindi un recupero intelligente di un rifiuto problematico ed inquinante (il fango di cartiera), che viene trasformato in un prodotto sicuro e tecnico, con caratteristiche isolanti e strutturali.

Caso Studio 07: Pelle di pesce ICTYOS

IDENTIKIT	Azienda		Ictyos
	Anno Lancio		N/D
	Regno		Animalia
	Origine		Scarti alimentari ittici locali (pelli da negozi di sushi e ristoranti)
	Composizione		100% pelle ittica grezza (salmone, trota, storione, carpa), tannini 100% vegetali (foglie, radici, frutti)
CARATTERISTICHE	Profilo tecnico e generativo		Processo Top-down
	Profilo ambientale e sistemico		Ciclo Biologico, Short Distance, rinnovabile e biodegradabile
	Profilo sensoriale ed esperienziale		Profumo organico tipico dei pellami naturali, Mano morbida, sensazione termica neutra, texture variabili
	Profilo narrativo ed interpretativo		Esibisce i tratti morfologici organici, lasciando visibile il residuo alimentare
APPLICAZIONI	Profilo strategico e applicativo		Pelletteria di lusso (applicazioni ornamentali di precisione), Orologeria (cinturini), Piccola pelletteria

Descrizione Generale e Composizione: Ictyos è un cuoio marino sviluppato dall'omonima azienda francese, posizionato sul mercato come alternativa circolare nel settore della pelletteria (Station F, 2019). Il materiale nasce da un processo di upcycling che valorizza esclusivamente gli scarti provenienti dall'industria agroalimentare francese (MaterialDistrict, s.d.-e). La composizione materica si basa su pelli ittiche grezze (quali salmone, trota, storione e carpa), le quali vengono lavorate impiegando esclusivamente tannini vegetali composti da foglie, radici o frutti, al fine di minimizzarne l'impatto sull'ambiente (MaterialDistrict, s.d.-e).

Profilo Tecnico-Generativo: Il processo produttivo si inserisce in una logica di trasformazione chimico-fisica di tipo *Top-down* (Camere & Karana, 2018). Le pelli crude di scarto vengono sottoposte a una lavorazione conciaria che sostituisce gli agenti chimici tradizionali (come il cromo o i metalli pesanti) con estratti botanici (MaterialDistrict, s.d.-e).

Profilo Ambientale e Sistemico: Ictyos risiede nel pieno inserimento nel ciclo biologico, valorizzando uno scarto organico animale. La filiera produttiva è "*Short Distance*": il marchio si affida a canali alimentari locali, recuperando le pelli direttamente da negozi di sushi e ristoranti situati a Lione, in stretta prossimità

Tabella 14
Tabella riassuntiva delle principali caratteristiche di Ictyos

Figura 2.49
Macrofotografia della pelle di pesce Ictyos, la cui texture esalta la naturale geometria tridimensionale delle squame



della conceria, abbattendo così l'impronta carbonica legata ai trasporti (MaterialDistrict, s.d.-e). Riguardo allo scenario di dismissione, la scelta di utilizzare tannini vegetali previene la creazione di un ibrido tecnico (McDonough & Braungart, 2002). L'assenza di plastiche di spalmatura fa sì che il materiale mantenga lo status di risorsa rinnovabile e conservi la naturale predisposizione alla biodegradabilità a fine vita (MaterialDistrict, s.d.-e).

Profilo Sensoriale ed Esperienziale: Il materiale si percepisce come organico. Dal punto di vista visivo, la pelle si presenta totalmente opaca con una struttura chiusa. A livello tattile, dà una sensazione morbida e

neutra termicamente, mentre texture e brillantezza variano in base alla finitura superficiale richiesta. Sotto il profilo olfattivo, a differenza dei polimeri sintetici e grazie alla concia botanica, il materiale perde la connotazione ittica originaria per restituire il profumo organico tipico dei pellami naturali (MaterialDistrict, s.d.-e).

Profilo Strategico-Applicativo: La lavorazione conciaria vegetale genera un materiale dal peso specifico estremamente ridotto, ma dotato di elevata finezza, buona resistenza ai graffi e ai raggi UV (MaterialDistrict, s.d.-e). Questa specifica combinazione di durabilità strutturale ed estetica indirizza il materiale verso applicazioni



Figura 2.50
Scarti alimentari ittici
locali provenienti
dall'industria agroali-
mentare francese



Figura 2.51
Applicazioni di alta
gamma in orologeria
come alternativa soste-
nibile e performante ai
pellami esotici.

ornamentali di precisione nel mercato del lusso, trovando impiego elettivo nell'orologeria (cinturini), nei rivestimenti e nella piccola pelletteria (MaterialDistrict, s.d.-e).

Profilo Narrativo e Interpretativo: Ictyos comunica la propria identità ecologica esibendo i tratti della propria origine organica. Il materiale non nasconde la provenienza ittica, ma fa della propria naturale conformazione a squame un elemento di design distintivo (MaterialDistrict, s.d.-e). Questa esibizione strutturale funge da narrazione tangibile dell'operazione di *upcycling*, validando l'autenticità naturale del cuoio e trasformando visivamente un residuo della filiera alimentare in un prodotto di alto artigianato.

Figura 2.52
Applicazioni di alta
gamma in pelletteria,
come alternativa soste-
nibile e performante ai
pellami esotici.



Caso Studio 08: Orange Fiber

IDENTIKIT	Azienda		Orange Fiber
	Anno Lancio		2014
	Regno		Plantae
	Origine		Scarti dell'industria agrumicola ("pastazzo" di arance, limoni, mandarini, pompelmi)
	Composizione		100% cellulosa naturale estratta dai residui di spremitura
CARATTERISTICHE	Profilo tecnico e generativo		Processo Top-down
	Profilo ambientale e sistemico		Ciclo Biologico, Short/Medium Distance, biodegradabile
	Profilo sensoriale ed esperienziale		Lucido, brillante, morbido e leggero, altamente traspirante, rilascia oli essenziali e vitamina C
	Profilo narrativo ed interpretativo		Narrazione invisibile e intima: validata dall'esperienza cosmetico-tattile e dallo storytelling circolare italiano
APPLICAZIONI	Profilo strategico e applicativo		Moda di alta gamma, abbigliamento estivo leggero (pizzo, raso), capsule collection di lusso

Descrizione Generale e Composizione: Orange Fiber è una fibra tessile artificiale di origine naturale, classificabile all'interno della famiglia delle viscose ecologiche (Vesti la natura, s.d.-c). Il materiale nasce in Italia (su iniziativa dell'omonima azienda) con l'obiettivo sistemico di valorizzare i volumi di scarti prodotti dall'industria agrumicola, che nel solo territorio italiano ammontano a circa un milione di tonnellate annue (MaterialDistrict, 2016). La composizione materica deriva al 100% da cellulosa naturale estratta dai residui di spremitura (il cosiddetto "pastazzo"). A dispetto del nome commerciale, il materiale non impiega esclusivamente bucce d'arancia, ma un mix eterogeneo di scarti agrumicoli che include limoni,

mandarini e pompelmi (Vesti la natura, s.d.-c).

Profilo Tecnico-Generativo: Il processo produttivo è di tipo Top-down. Attraverso un metodo brevettato (sviluppato originariamente in collaborazione con il Politecnico di Milano), la cellulosa viene estratta dalla biomassa di scarto utilizzando sostanze chimiche selezionate per un basso impatto ambientale (Vesti la natura, s.d.-c). La cellulosa ottenuta viene successivamente filata per formare il filato finale, che può essere impiegato in purezza o tessuto in mischia con altri filati esistenti (Orange Fiber, s.d.).

Profilo Ambientale e Sistemico: Orange Fiber ha un ciclo biologico,

Tabella 15
Tabella riassuntiva delle principali caratteristiche di Orange Fiber

Figura 2.53
Dettaglio del tessuto Orange Fiber, caratterizzato da una finitura serica, lucida e visivamente assimilabile alla seta tradizionale.





Figura 2.54
Scarti dell'industria
agrumicola, alla base di
Orange Fiber

agendo come sistema di *upcycling* per i sottoprodotti agroalimentari. Il materiale si configura come "*Short/ Medium Distance*" nella sua concezione nativa, sfruttando la filiera agricola locale siciliana per il reperimento della materia prima (MaterialDistrict, 2016; Vesti la natura, s.d.-c). Riguardo allo scenario di dismissione, essendo costituito integralmente da cellulosa naturale senza l'impiego di spalmature polimeriche sintetiche, il materiale puro mantiene la sua totale predisposizione alla biodegradabilità, a patto che non venga intimamente mischiato in fase di tessitura con derivati del petrolio (MaterialDistrict, 2016; Vesti la natura, s.d.-c), condizione che ne causerebbe la transizione verso un ibrido tecnico non recuperabile.

Profilo Sensoriale ed Esperienziale: Dal punto di vista tattile e visivo, il materiale è ingegnerizzato per replicare le percezioni tipiche della seta convenzionale. Si presenta con una superficie lucida, ariosa e brillante (MaterialDistrict, 2016; Vesti la natura, s.d.-c). A livello termico e di comfort, il tessuto è altamente traspirante, si asciuga rapidamente e tende a non formare pieghe (Vesti la natura, s.d.-c). Sotto il profilo chimico-olfattivo, una peculiarità ingegneristica del materiale risiede nell'integrazione nanotecnologica: il filato trattiene oli essenziali e vitamina C nativi degli agrumi (MaterialDistrict, 2016). A contatto con il corpo, il tessuto rilascia queste sostanze venendo



Figura 2.55
Capi d'alta moda che dimostrano l'eccellente capacità di drappeggio e la resa estetica del filato di derivazione agrumaria.

Figura 2.56
Courtesy of Grow
EXPO Fashion For
Good. Esposizione di
capi d'alta moda.



assorbito dalla pelle senza risultare untuoso, garantendo un'efficacia testata per circa venti cicli di lavaggio, con la potenziale previsione di sistemi di ricarica tramite speciali ammorbidenti (MaterialDistrict, 2016).

Profilo Strategico-Applicativo: il rilascio di vitamine e oli indirizza il filato verso il settore della moda di alta gamma e dell'abbigliamento estivo leggero (MaterialDistrict, 2016). La traspirabilità e la finezza del filato (inizialmente testato in formati come pizzo o raso) lo hanno reso eleggibile per collezioni lussuose e conscious (es. capsule collection Salvatore Ferragamo o H&M Conscious Exclusive), dove il contatto diretto con la pelle

dell'utente ne massimizza i benefici attivi (MaterialDistrict, 2016; Vesti la natura, s.d.-c).

Profilo Narrativo e Interpretativo: Orange Fiber comunica la propria identità discostandosi in modo radicale dall'estetica visiva del rifiuto agricolo. Il materiale cela la morfologia originaria della buccia d'agrumo dietro una superficie altamente standardizzata e familiare. La narrazione dell'innovazione sostenibile, in questo caso, è affidata a un registro invisibile e intimo dove l'utente percepisce il valore ecologico mediante lo storytelling dell'economia circolare italiana e l'esperienza cosmetico-tattile a contatto con la pelle (MaterialDistrict, 2016).

2.6.3 Materiali Bio-Fabbricati

Caso Studio 01: Micelio Mogu Acoustic

IDENTIKIT	Azienda		Mogu
	Anno Lancio		2019
	Regno		Fungi
	Origine		Residui agro-industriali o scarti tessili
	Composizione		Micelio (legante biologico naturale), Matrici organiche a basso valore
CARATTERISTICHE	Profilo tecnico e generativo		Processo Bottom-up
	Profilo ambientale e sistemico		Ciclo Biologico, Short Distance, biodegradabilità e compostabilità
	Profilo sensoriale ed esperienziale		texture vellutata, porosità diffusa, mano soffice e calda, elevata fonoassorbenza, naturalmente ignifugo
	Profilo narrativo ed interpretativo		Comunica connessione ai cicli naturali della terra esibendo l'irregolarità del processo di crescita vivente
APPLICAZIONI	Profilo strategico e applicativo		Interior Design architettonico (rivestimenti a parete e a soffitto per la correzione acustica)

Descrizione Generale e Composizione: Mogu Acoustic è una collezione di pannelli fonoassorbenti sviluppata dall'azienda italiana Mogu, concepita per offrire un'alternativa bio-fabbricata ai materiali acustici sintetici tradizionali (Mogu, s.d.-a). La composizione materica si basa sull'azione del micelio (l'apparato vegetativo e radicale dei funghi), che funge da legante biologico naturale per aggregare matrici organiche a basso valore, costituite primariamente da residui

agro-industriali o scarti tessili (MaterialDistrict, s.d.-a; Mogu, s.d.-a).

Profilo Tecnico-Generativo: Il processo produttivo si inserisce in una logica di bio-fabbricazione di tipo *Bottom-up*. Il materiale viene coltivato attraverso l'inoculazione del substrato di scarto con le spore del fungo e inserito all'interno di stampi geometrici. Nel giro di pochi giorni, il micelio colonizza la materia nutrendosene e creando una fitta

Tabella 16

Tabella riassuntiva delle principali caratteristiche di Mogu Acoustic

Figura 2.57

Dettaglio tridimensionale di un pannello a base di micelio fungino. La volumetria superficiale è studiata per massimizzare le performance di assorbimento acustico.





Figura 2.58
Micelio cresciuto su
scarti di tessuto

rete tridimensionale che funge da legante strutturale. Una volta raggiunta la densità e la forma desiderate, il pannello viene sottoposto a un lento trattamento termico (essiccazione) che disidrata il materiale, uccide le spore e inattiva l'organismo, rendendo il prodotto finito inerte e stabile nel tempo (Camere & Karana, 2018; Mogu, s.d.-a).

Profilo Ambientale e Sistemico:

Mogu Acoustic si inserisce interamente nel ciclo biologico, agendo come sistema di nobilitazione ecologica per scarti altrimenti destinati allo smaltimento. La filiera produttiva si configura come filiera corta, in quanto l'azienda impiega ceppi fungini selezionati e scarti a filiera locale (Mogu, s.d.-b). Riguardo allo scenario di dismissione, la scelta di affidare la coesione strutturale unicamente al network biologico del micelio, senza l'aggiunta di resine sintetiche o collanti chimici, permette di configurare i pannelli come risorse naturali al 100%, mantenendo inalterata la totale biodegradabilità e compostabilità a fine vita (MaterialDistrict, s.d.-a).

Profilo Sensoriale ed Esperienziale:

Dal punto di vista visivo e tattile, grazie all'azione superficiale del micelio, il pannello si presenta con una texture vellutata e una porosità diffusa, restituendo una mano soffice e calda (Mogu, s.d.-a). Il materiale risulta estremamente leggero a livello di peso specifico (MaterialDistrict, s.d.-a). Sotto il



profilo acustico, l'intreccio fibroso e alveolare garantisce elevate doti di fonoassorbimento, riducendo attivamente il riverbero negli spazi chiusi (Mogu, s.d.-a). Inoltre, il processo di essiccazione elimina l'umidità interna, garantendo un prodotto ipoallergenico, testato per essere un materiale ignifugo sicuro per l'uso in ambienti interni (MaterialDistrict, s.d.-a; Mogu, s.d.-a).

Profilo Strategico-Applicativo: La microporosità generata naturalmente dal network del micelio durante la fase di digestione e crescita, unita alla morbidezza del substrato di scarto, crea un'architettura materica intrinsecamente fonoassorbente e isolante. Questa specifica funzionalità, combinata all'estrema leggerezza e alle naturali doti ignifughe del biocomposito, indirizza il materiale verso il settore dell'Interior Design architettonico, per la creazione di rivestimenti a parete e a soffitto destinati a uffici, ristoranti o spazi residenziali che necessitano di

Figura 2.59

Moduli fonoassorbenti esagonali a base di micelio. Le geometrie superficiali (ondulate e scanalate) sono progettate per massimizzare la dispersione e l'assorbimento acustico.

Figura 2.60

Moduli fonoassorbenti esagonali a base di micelio. Le geometrie superficiali (ondulate e scanalate) sono progettate per massimizzare la dispersione e l'assorbimento acustico.



correzione acustica (Mogu, s.d.-a).

Profilo Narrativo e Interpretativo:

Mogu Acoustic comunica la propria identità ecologica esibendo l'eterogeneità del proprio processo di crescita vivente. La superficie vellutata mostra sottili variazioni cromatiche e irregolarità materiche che narrano la genesi organica e irripetibile del fungo (MaterialDistrict, s.d.). Questa espressione estetica, combinata alla modularità geometrica del design (es. forme esagonali), rassicura l'utente traducendo l'imprevedibilità di un organismo vivente (il micelio) in un prodotto architettonico sofisticato, percepito come salubre, prezioso e profondamente connesso ai cicli naturali della terra.

Caso Studio 02: Reishi

IDENTIKIT	Azienda		MycoWorks
	Anno Lancio		2020
	Regno		Fungi
	Origine		Scarti agricoli e forestali
	Composizione		Micelio bio-fabbricato, Substrati organici
CARATTERISTICHE	Profilo tecnico e generativo		Processo Bottom-up
	Profilo ambientale e sistemico		Ciclo Biologico, Short Distance, biodegradabilità e compostabilità
	Profilo sensoriale ed esperienziale		Omogeneo, eguaglia le percezioni del cuoio di prima scelta, texture variabile, morbido e flessibile
	Profilo narrativo ed interpretativo		Storytelling di lusso tecnologico e artigianale (alternativa etica senza compromessi estetici)
APPLICAZIONI	Profilo strategico e applicativo		Soft Design di alta gamma, Haute Couture (pelletteria, calzature), Interior Design premium (sedute scultoree)

Descrizione Generale e Composizione: Reishi è un biomateriale innovativo sviluppato dall'azienda biotecnologica californiana MycoWorks, concepito per posizionarsi sul mercato come un'alternativa di altissima gamma alla pelle animale (Rinnovabili.it, s.d.; MycoWorks, s.d.). Appartiene alla categoria dei materiali bio-fabbricati e la sua composizione si basa interamente sulla crescita del micelio (l'apparato vegetativo e cellulare dei funghi) nutrito attraverso substrati organici derivanti da scarti agricoli e forestali (Rinnovabili.it, s.d.; MycoWorks, s.d.).

Profilo Tecnico-Generativo: Il processo produttivo è di tipo Bottom-up. Attraverso una tecnolo-

gia proprietaria brevettata denominata *Fine Mycelium*, le cellule del fungo non vengono semplicemente lasciate aggregare in modo caotico, ma vengono guidate e ingegnerizzate durante la loro crescita affinché si intreccino fittamente, creando una matrice tridimensionale ad alta densità, compatta e resistente (MycoWorks, s.d.; Rinnovabili.it, s.d.).

Profilo Ambientale e Sistemico: La peculiarità sistemica di Reishi risiede nel totale inserimento nel ciclo biologico, sfruttando la crescita organica per abbattere l'impronta ambientale legata all'allevamento animale e alla filiera estrattiva tradizionale (Rinnovabili.it, s.d.). La filiera produttiva si configura strategica-

Tabella 17
Tabella riassuntiva delle principali caratteristiche di Reishi

Figura 2.61
Macrofotografia della texture di Reishi, che evidenzia un'estetica organica e cromatica fedelmente assimilabile a quella del cuoio tradizionale.



mente come "Short Distance": il processo di crescita basato su agricoltura cellulare indoor in vassoi (vertical farming) può essere localizzato ovunque, riducendo drasticamente le emissioni di trasporto della materia prima (MycoWorks, s.d.). Riguardo allo scenario di dismissione, la scelta di ottenere la resistenza meccanica tramite l'intreccio cellulare del micelio evita l'impiego di spalmature plastiche rinforzanti in poliuretano (PU) o PVC, prevenendo di fatto la genesi di un ibrido tecnico (Monstrous Hybrid). Il materiale finale è progettato per mantenere una purezza organica che ne preserva la naturale biodegradabilità a fine vita (Rinnovabili.it, s.d.; MycoWorks, s.d.).

Profilo Sensoriale ed Esperienziale: Dal punto di vista visivo e tattile, la tecnologia Fine Mycelium permette alla superficie di eguagliare le percezioni del cuoio di prima scelta. Il materiale si presenta visivamente omogeneo e, essendo personalizzabile durante la crescita, può assumere diverse texture (MaterialDistrict, s.d.-c; MycoWorks, s.d.). Sotto il profilo fisico-meccanico, si distingue per un'alta durabilità e una resistenza alla trazione nettamente superiore rispetto ad altre alternative *cruelty-free* presenti sul mercato (MycoWorks, s.d.; Rinnovabili.it, s.d.). Non presentando l'aggiunta di polimeri sintetici, non emette odori chimici artificiali.

Profilo Strategico-Applicativo: Il



Figura 2.62
Dettaglio della fase di coltivazione del micelio, impiegato come matrice organica di base.



Figura 2.63
Applicazioni nel design d'arredo (pannello divisorio rigido) che ne confermano l'ottima stabilità strutturale.



Figura 2.64
Applicazioni nel design d'arredo (lampada) che ne confermano l'ottima stabilità strutturale.

legame tra architettura biologica e settore d'impiego è di natura prestazionale. La creazione di un network cellulare fungino ad altissima densità (Regno Fungi) garantisce una forza strutturale combinata a una malleabilità sartoriale che le fibre vegetali intrecciate faticano a raggiungere senza collanti (MycoWorks, s.d.). Trova applicazione nell'Haute Couture per pelletteria e calzature, e nell'Interior Design premium, come dimostrato dalla creazione di sedute scultoree da parte di Studio Tooj (collezione DUK) e dalle rivisitazioni di classici del design danese (MaterialDistrict, s.d.-b; MaterialDistrict, s.d.-c).

Profilo Narrativo e Interpretativo: Reishi vuole comunicare la propria

identità cancellando l'immaginario visivo grezzo e spugnoso solitamente associato ai materiali bio-fabbricati a base di micelio. Infatti, il materiale si percepisce come esclusivo, grazie all'estetica simile al cuoio animale, che replica l'esperienza di morbidezza del materiale tradizionale, assicurando il consumatore.

Caso Studio 03: Malai

IDENTIKIT	Azienda		Malai Biomaterials
	Anno Lancio		2018
	Regno		Bacteria
	Origine		Sottoprodotto agricolo (acqua di cocco di scarto)
	Composizione		Cellulosa batterica organica, fibre naturali, gomme e resine di origine vegetale (100% bio-based)
CARATTERISTICHE	Profilo tecnico e generativo		Processo Bottom-up
	Profilo ambientale e sistemico		Ciclo Biologico, Short Distance, biodegradabilità e compostabilità
	Profilo sensoriale ed esperienziale		opaco, morbido, grana percepibile, privo di esalazioni sintetiche, sviluppa una leggera patina con il tempo
	Profilo narrativo ed interpretativo		Narrazione attraverso l'evoluzione dinamica e fisiologica della superficie ("invecchiamento")
APPLICAZIONI	Profilo strategico e applicativo		Soft Design, Pelletteria vegana (borse, portafogli), Product Design (accessori)

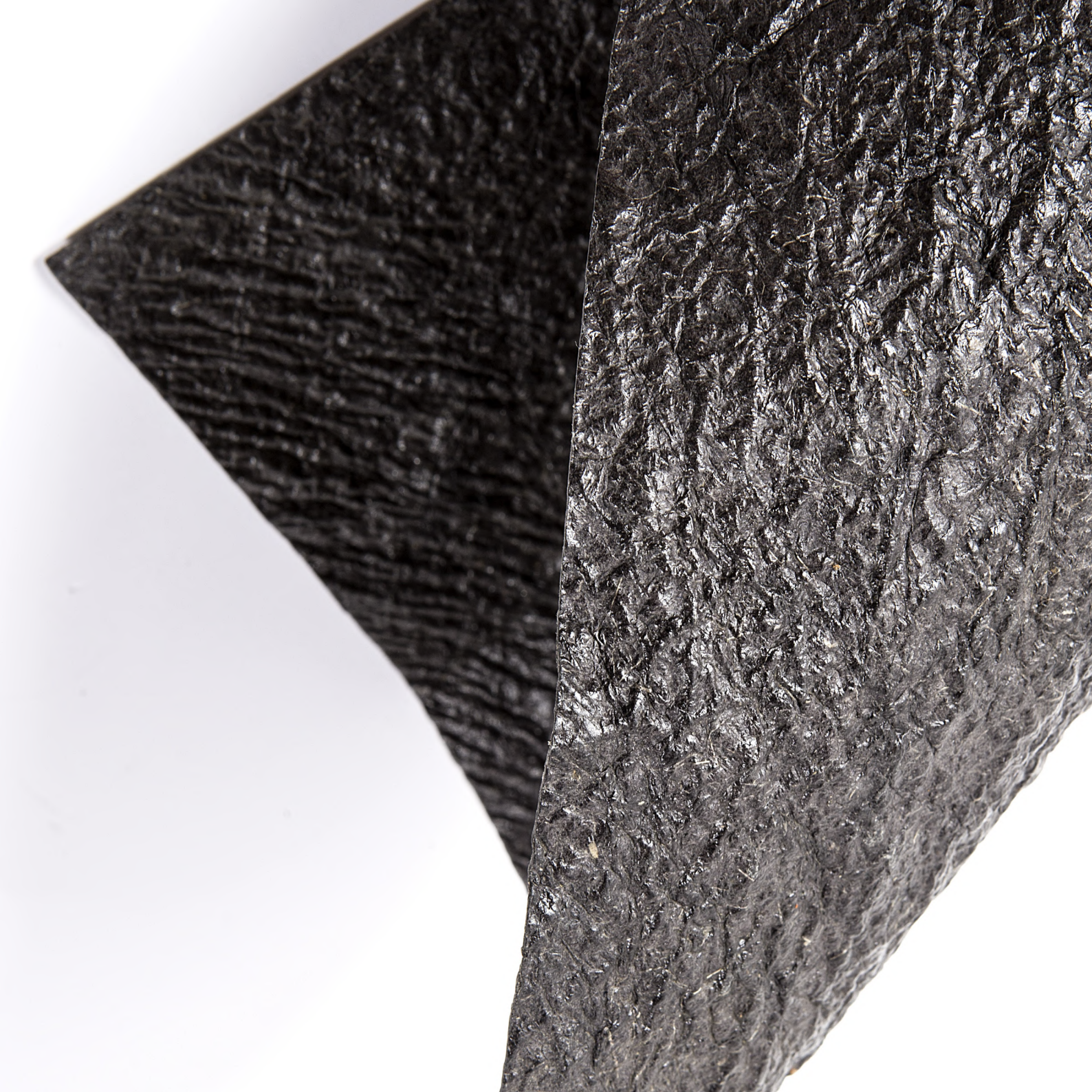
Descrizione Generale e Composizione: Malai è un innovativo materiale biocomposito flessibile, sviluppato per proporsi come un'alternativa vegana e sostenibile alla pelle animale e alla carta (MaterialDistrict, 2018). La composizione materica si basa primariamente sulla cellulosa batterica organica. Questa risorsa biologica viene coltivata sfruttando l'acqua di cocco di scarto recuperata dalle unità di lavorazione dell'industria del cocco nel sud dell'India (MaterialDistrict, 2018). Per ottimizzarne la flessibilità e la durabilità, la matrice di cellulosa pura viene successivamente integrata con fibre naturali, gomme e resine di origine vegetale, mante-

nendo una composizione interamente bio-based (Malai, s.d.; Vesti la natura, s.d.-b).

Profilo Tecnico-Generativo: Il processo produttivo adotta una logica di bio-fabbricazione di tipo Bottom-up (Camere & Karana, 2018). La coltura batterica si nutre dei residui dell'acqua di cocco e, attraverso un processo di fermentazione, secerne e assembla nanofibre generando un foglio di cellulosa tridimensionale (MaterialDistrict, 2018). Il biomateriale raccolto può essere lavorato per produrre fogli di vari spessori, oppure può essere modellato in modo continuo e senza cuciture (seamlessly) per creare oggetti tridimensionali diretti, venendo infine pigmentato median-

Tabella 18
Tabella riassuntiva delle principali caratteristiche di Malai

Figura 2.65
Superficie materica del biocomposito Malai. La texture si presenta scura, irregolare e visivamente rugosa.



te tinture naturali prive di mordenti chimici (MaterialDistrict, 2018).

Profilo Ambientale e Sistemico: Malai si inserisce nel ciclo biologico, agendo come sistema di valorizzazione per gli scarti agroalimentari. La filiera produttiva si configura come "breve" nella sua genesi primaria: l'azienda opera in stretta sinergia con gli agricoltori locali indiani, dove una piccola unità di lavorazione può recuperare fino a 4000 litri di acqua al giorno per generare 320 metri quadrati di materiale (MaterialDistrict, 2018). Riguardo allo scenario di dismissione, la rigorosa esclusione di poliuretani (PU) o leganti petrolchimici per il finissaggio comporta la classificazione come risorsa puramente

rinnovabile e mantiene la totale predisposizione alla biodegradabilità e compostabilità a fine vita (MaterialDistrict, 2018; Malai, s.d.).

Profilo Sensoriale ed Esperienziale: Il materiale è opaco con una finitura materica priva di lucidità artificiale e una struttura chiusa. Al tocco è percepibile come flessibile e morbido, nonostante la grana superficiale evidente, e termicamente neutro. Sotto il profilo olfattivo, l'assenza di spalmature plastiche o processi di concia chimica assicurano l'assenza di esalazioni sintetiche. Un aspetto esperienziale distintivo è la sua reattività temporale, che si manifesta attraverso una patina leggera e naturale con l'utilizzo prolungato (MaterialDistrict, 2018).



Figura 2.66

Processo di produzione di Malai a partire dalla fermentazione di acqua di cocco



Figura 2.67

Prodotti finiti (calzatura) che testimoniano l'adattabilità di questo materiale, derivato dagli scarti del cocco, nel settore degli accessori.

Figura 2.68

Prodotti finiti (custodia per laptop) che testimoniano l'adattabilità di questo materiale, derivato dagli scarti del cocco, nel settore degli accessori.



Profilo Strategico-Applicativo: Il legame tra bio-fabbricazione e settore d'impiego è di natura prestazionale e morfologica. La nanostruttura della cellulosa batterica conferisce al materiale un peso specifico molto ridotto, unito a una buona resistenza agli agenti atmosferici e ai graffi superficiali e una moderata tolleranza chimica (MaterialDistrict, 2018). Questa specifica combinazione di leggerezza e resistenza all'acqua, unita alla rara proprietà di poter essere formato in stampi 3D senza giunture, lo indirizza in modo diretto verso il Soft Design per la pelletteria vegana (borse, portafogli) e verso il Product Design per la creazione di accessori e piccoli contenitori continui (MaterialDistrict, 2018; Malai, s.d.).

Profilo Narrativo e Interpretativo: Analizzando il materiale, Malai comunica la propria identità ecologica attraverso l'evoluzione fisiologica della sua superficie. Il materiale si affida esclusivamente a pigmenti botanici e permette all'oggetto di "invecchiare" dinamicamente, sviluppando una patina che registra l'interazione con l'utente (MaterialDistrict, 2018). Questa mutevolezza visiva funge da narrazione tangibile della sua matrice viva e organica: l'utente viene rassicurato dal formato in fogli che replica la familiarità tattile della pelle, ma al contempo la naturale evoluzione cromatica della superficie convalida l'autenticità e l'assoluta purezza biologica del prodotto.

Caso Studio 04: Notpla

IDENTIKIT	Azienda		Notpla
	Anno Lancio		2014
	Regno		Chromista
	Origine		Alghe marine ed estratti vegetali (da acquacoltura costiera)
	Composizione		Idrocolloidi (polimeri naturali) estratti dalle alghe, formulazione 100% organica e vegana
CARATTERISTICHE	Profilo tecnico e generativo		Processo Ibrido: estrazione Top-down su biomassa Bottom-up
	Profilo ambientale e sistemico		Ciclo Biologico, Medium Distance, edibilità, biodegradabilità e compostabilità
	Profilo sensoriale ed esperienziale		traslucido e cristallino, opaco e con inclusioni materiche visibili, liscio, flessibile (film), gusto neutro
	Profilo narrativo ed interpretativo		Trasforma le imperfezioni organiche (es. nella carta) in narrazione tangibile di purezza
APPLICAZIONI	Profilo strategico e applicativo		Food & Beverage Packaging

Descrizione Generale e Composizione: Notpla è una famiglia di biomateriali e soluzioni di imballaggio avanzate sviluppata dall'omonima azienda londinese, nata con l'obiettivo sistemico di far diminuire il packaging monouso in modo del tutto naturale (Notpla, s.d.-a). Il materiale si posiziona come alternativa diretta alle plastiche monouso e alle bioplastiche industriali (come il PLA). La composizione materica si basa sull'estrazione di polimeri naturali dalle alghe marine (Regno Chromista) e da estratti vegetali (Notpla, s.d.-a). Questa risorsa biologica primaria si distingue per la capacità di crescita rapida delle alghe senza richiedere l'utilizzo di acqua dolce, suolo agricolo o fertilizzanti chimici (Notpla, s.d.-a).

Profilo Tecnico-Generativo: Il processo produttivo si inserisce in una logica ibrida: una fase di estrazione chimico-fisica di tipo Top-down applicata a una risorsa biologica a rapida crescita (Bottom-up). I composti naturali (idrocolloidi) vengono estratti dalle alghe per generare film flessibili, bolle per liquidi (come il prodotto Ooho) o spalmature impermeabilizzanti per la carta (Notpla Coating) (Notpla, s.d.-a; Notpla, s.d.-b).

Profilo Ambientale e Sistemico: Notpla si inserisce nel "Ciclo Biologico", mimando il comportamento di scarto degli elementi naturali. La filiera produttiva si configura come "Medium Distance", includendo la fase di acquacoltura

Tabella 19
Tabella riassuntiva delle principali caratteristiche di Notpla

Figura 2.69
Dettaglio della texture del materiale, che si presenta visivamente come un film polimerico sottile e traslucido.





costiera delle alghe marine e la successiva lavorazione industriale (Notpla, s.d.-a). Riguardo allo scenario di dismissione, la formulazione puramente organica previene in modo assoluto la formazione di un ibrido tecnico. Nelle applicazioni come i contenitori da asporto, il rivestimento in alghe sostituisce il PET o il PLA, permettendo al cartone di essere facilmente riciclato o compostato a casa (Notpla, s.d.-b). Il materiale finito è vegano, privo di microplastiche, e progettato per essere edibile o per biodegradarsi in natura nell'arco di poche settimane (4-6 settimane), esattamente come la buccia di un frutto (Notpla, s.d.-a).

Profilo Sensoriale ed Esperienziale: L'analisi oggettiva restituisce un profilo percettivo che varia in base al formato di applicazione. Nelle soluzioni flessibili (come Ooho e le pellicole), il materiale si presenta altamente traslucido e cristallino, restituendo al tocco una mano liscia, morbida e flessibile (Notpla, s.d.-a). Invece, nelle applicazioni cartacee, realizzate impiegando i sottoprodotti della stessa lavorazione delle alghe, il materiale presenta una struttura chiusa ma visivamente eterogenea, con inclusioni e

Figura 2.70

Coltivazione di alghe marine, la biomassa di partenza per la sintesi dei materiali Notpla.

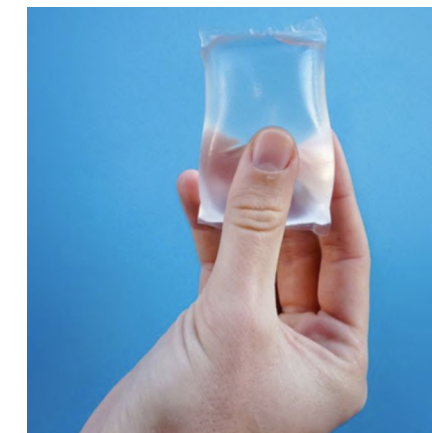


Figura 2.71

Soluzioni di packaging usa e getta. Il materiale garantisce totale biodegradabilità ed è progettato per mantenere una rigorosa neutralità organolettica.

Figura 2.72

Soluzioni di packaging monouso commestibile. Il materiale garantisce totale biodegradabilità ed è progettato per mantenere una rigorosa neutralità organolettica.



macchie materiche visibili sulla superficie opaca (Notpla, s.d.-b). Sotto il profilo olfattivo e gustativo, il materiale è progettato per risultare neutro, garantendo di non alterare in alcun modo il sapore degli alimenti o dei liquidi che contiene (Notpla, s.d.-a).

Profilo Strategico-Applicativo: Il legame tra composizione biologica e settore d'impiego è di natura prestazionale e temporale. La capacità delle alghe di formare membrane naturali che resistono momentaneamente a grassi e liquidi per poi dissolversi, rende il materiale la soluzione tecnica idonea per le applicazioni a ciclo di vita brevissi-

mo (Notpla, s.d.-a). Questa logica indirizza Notpla verso il settore del *Food e Beverage Packaging*: trova applicazione per contenitori da food delivery, bustine monodose per condimenti (olio, ketchup) e bolle d'idratazione commestibili per eventi sportivi e festival, eliminando la necessità della plastica laddove l'utilizzo del contenitore dura solo pochi minuti (Notpla, s.d.-b).

Profilo Narrativo e Interpretativo: Formati come la carta Notpla comunicano la propria sostenibilità in maniera tangibile, grazie alla presenza di imperfezioni visibili, quali fibre e residui di alga, che convalidano l'autenticità del recupero. Inoltre, il formato di film trasparente e le bolle d'acqua

dimostrano una totale affinità biologica con il corpo umano. Infine, l'idea di non avere un rifiuto una volta consumato il prodotto, riduce l'ansia e il senso di colpa legati al monouso, trasformando il materiale in un esempio perfetto di come la creazione di nuovi materiali possa ridurre l'impatto ambientale.

Caso Studio 05: Brewed Protein

IDENTIKIT	Azienda		Spiber Inc.
	Anno Lancio		2019
	Regno		Fungi (Lieviti)
	Origine		Zuccheri vegetali estratti da canna da zucchero e mais
	Composizione		100% polimeri proteici da fermentazione
CARATTERISTICHE	Profilo tecnico e generativo		Processo Ibrido: estrazione Top-down su biomassa Bottom-up
	Profilo ambientale e sistemico		Ciclo Biologico, Long Distance, biodegradabile e circolare
	Profilo sensoriale ed esperienziale		morbidezza, lucentezza simil seta
	Profilo narrativo ed interpretativo		Cela la bio-fabbricazione dietro un'estetica lussuosa che narra la pura avanguardia tecno-scientifica.
APPLICAZIONI	Profilo strategico e applicativo		Soft Design, Fashion premium (Haute Couture), abbigliamento tecnico, rivestimenti Automotive di lusso

Descrizione Generale e Composizione: *Brewed Protein* è un'innovativa fibra proteica artificiale sviluppata dall'azienda biotecnologica giapponese Spiber Inc. (Spiber, s.d.-a). Il materiale appartiene alla famiglia dei biomateriali avanzati di nuova generazione e si propone come alternativa ecosistemica alle fibre animali di pregio, quali cashmere, lana e seta (Spiber, s.d.-a). La composizione materica è basata su proteine strutturali generate attraverso processi biologici. L'ingrediente primario per la sintesi è costituito da biomassa vegetale rinnovabile, specificamente zuccheri estratti da canna da zucchero (certificata Bonsucro) e mais (Spiber, s.d.-a; Spiber, s.d.-b).

Profilo Tecnico-Generativo: la genesi materica avviene per bio-fabbricazione cellulare di tipo Bottom-up, mentre la fase di formatura è di tipo Top-down (Camere & Karana, 2018). Il cuore della tecnologia risiede nella fermentazione di precisione coinvolgendo microrganismi, il cui DNA è stato ingegnerizzato, e che vengono nutriti con gli zuccheri vegetali all'interno di bioreattori per produrre i polimeri proteici. Al termine della fermentazione, i polimeri vengono estratti e purificati per poi essere filati meccanicamente sotto forma di filamenti continui o fibre corte (Spiber, s.d.-a).

Profilo Ambientale e Sistemico: *Brewed Protein* appartiene al ciclo biologico, e mira a disaccoppiare la

Tabella 20
Tabella riassuntiva delle principali caratteristiche di Brewed Protein

Figura 2.73
Dettaglio macrofotografico della struttura tessile, che evidenzia la lavorazione a intreccio regolare e la finitura tecnica del filato proteico.



produzione di fibre proteiche dall'allevamento animale. La filiera produttiva si configura come "*Long Distance*": la fermentazione su scala industriale avviene in impianti dislocati in Thailandia e negli Stati Uniti per ottimizzare la vicinanza alle biomasse, mentre la ricerca e la tessitura coinvolgono l'hub in Giappone e brand globali (Spiber, s.d.-b). La fibra proteica pura è biodegradabile (Spiber, 2024). La totale circolarità del materiale a fine vita viene preservata qualora il materiale venga tessuto in purezza o in mischia con altre fibre naturali compatibili (es. lana o cotone organico) (Spiber, s.d.-c), mentre un'eventuale ibridazione con filati sintetici (es. elastan o poliestere) ne causerebbe la transizione verso un

ibrido tecnico.

Profilo Sensoriale ed Esperienziale: Dal punto di vista tattile e visivo, il materiale è progettato per eguagliare e modulare le proprietà delle fibre animali nobili. A seconda della lavorazione del filato, la superficie può presentarsi con la lucentezza brillante e la delicatezza della seta, con la morbidezza fluida del cashmere, o con la struttura voluminosa e chiusa della lana premium. Sotto il profilo termico e meccanico, test di laboratorio indicano un'elevata stabilità termica e un'alta resistenza alla flessione (Spiber, 2024).

Profilo Strategico-Applicativo: Il legame tra la struttura proteica bio-



Figura 2.74
Zuccheri vegetali estratti, successivamente fermentati dai batteri



Figura 2.75
Nanamica lancia un cappotto Balmacaan realizzato con fibre proteiche distillate da Spiber per la sua collezione Autunno/Inverno 2023



Figura 2.76
collection entitled "*Brewed Protein Collection* in harmony with Sam Falls" in collaboration with Sam Falls

sintetizzata e il settore d'impiego è di natura puramente prestazionale ed estetica. La capacità della proteina di adattarsi morfologicamente alle lavorazioni tessili per eguagliare i filati naturali più preziosi, indirizza il materiale verso il *Soft Design* e il *Fashion premium* (Spiber, s.d.-a). La fibra trova applicazione concreta nell'*Haute Couture* (es. Iris van Herpen, Stella McCartney), nell'abbigliamento tecnico e outdoor (es. The North Face) e ha inaugurato l'ingresso nei rivestimenti per l'*Automotive* di lusso, venendo impiegato per le sedute interne dei concept Toyota Land Cruiser Prado (Spiber, s.d.-c).

Profilo Narrativo e Interpretativo: La combinazione tra percezione

tattile di morbidezza, l'assenza di odori e l'aspetto simil seta, fanno percepire il materiale come lussuoso, rassicurando il consumatore. La narrazione della sostenibilità è interamente affidata allo storytelling e si concentra sulla comunicazione di un processo produttivo all'avanguardia. Si può affermare quindi, che l'utente percepisce il materiale come un prodotto tecnologico avanzato, senza imporre alcun compromesso visivo o tattile e disinnescando un possibile rifiuto.

Caso Studio 06: AirCarbon

IDENTIKIT	Azienda		Newlight Technologies
	Anno Lancio		2013 (Prima commercializzazione)
	Regno		Bacteria
	Origine		Atmosferica (cattura di aria e gas serra a base di metano)
	Composizione		100% PHB (poliidrossibutirrato), polimero biologico termoplastico
CARATTERISTICHE	Profilo tecnico e generativo		Processo Ibrido: estrazione Top-down su biomassa Bottom-up
	Profilo ambientale e sistemico		Ciclo Biologico, Medium/Long Distance, biodegradabile o riciclabile tramite digestori anaerobici
	Profilo sensoriale ed esperienziale		Parti solide lisce, fogli continui o fibre, inodore, eguaglia plastiche tradizionali
	Profilo narrativo ed interpretativo		Narra in modo invisibile la trasformazione ecologica del gas serra in una risorsa tangibile rigenerativa.
APPLICAZIONI	Profilo strategico e applicativo		Soft Design, Fashion premium (Haute Couture), abbigliamento tecnico, rivestimenti Automotive di lusso

Descrizione Generale e Composizione: Aircarbon è un biomateriale termoplastico sviluppato dall'azienda statunitense Newlight Technologies, concepito per sostituire su scala industriale la plastica sintetica, le fibre e il cuoio (Newlight Technologies, s.d.-a). A livello chimico, il materiale è costituito da PHB (poliidrossibutirrato), una biomolecola sintetizzata naturalmente da quasi tutte le forme di vita sulla Terra, dai microrganismi presenti negli ecosistemi oceanici e forestali fino al corpo umano (Newlight Technologies, s.d.-a). La composizione materica deriva unicamente dalla cattura di aria e gas serra a base di metano prima che questi vengano

rilasciati nell'atmosfera (Newlight Technologies, s.d.-c).

Profilo Tecnico-Generativo: Il processo produttivo combina una genesi biologica di tipo Bottom-up a una successiva formatura Top-down. All'interno di bioreattori su larga scala alimentati a energia rinnovabile (come l'impianto "Eagle 3" situato in California), colture di microrganismi di origine oceanica vengono immerse in acqua salata e nutrite con aria e gas serra. I microrganismi consumano il carbonio e lo trasformano in molecole intracellulari di PHB; successivamente, il polimero biologico viene estratto e purificato, presentandosi come una resina termoplastica fondibile (Newlight Technologies, s.d.-a).

Tabella 21

Tabella riassuntiva delle principali caratteristiche di Air Carbon

Figura 2.77

Dettaglio del materiale allo stato grezzo, sotto forma di pellet polimerico traslucido pronto per la lavorazione termoplastica.





Profilo Ambientale e Sistemico:

La peculiarità sistemica di Aircarbon risiede nel suo inserimento nel ciclo biologico in veste di materiale *Carbon-Negative* (Newlight Technologies, s.d.-a). La filiera produttiva si configura tendenzialmente come "Medium/Long Distance": la tecnologia primaria è centralizzata negli Stati Uniti ma viene distribuita globalmente attraverso brand multinazionali. Aircarbon è certificato "OK Compost Home" da TÜV Austria: se conferito nell'ambiente domestico o naturale, non lascia microplastiche ma viene riconosciuto come fonte di cibo e consumato dai microrganismi naturali (Newlight Technologies, s.d.-b). Parallelamente, in ottica di rigenerazione tecnica, l'azienda sta sviluppando l'impiego di digestori anaerobici per ritrasformare il materiale a fine vita nel biogas di partenza, chiudendo integralmente il cerchio senza generare ibridi inquinanti (Newlight Technologies, s.d.-a).

Profilo Sensoriale ed Esperienziale:

L'analisi oggettiva restituisce un profilo percettivo che eguaglia le plastiche sintetiche convenzionali. A livello visivo e tattile, essendo naturalmente fondibile e modellabi-

Figura 2.78

Aria e gas che vengono catturati da microrganismi



Figura 2.79

Esempi di applicazione trasversale del materiale: stampaggio a iniezione per il settore alimentare (posate monouso)

Figura 2.80

Esempi di applicazione trasversale del materiale: tessitura per il fashion design (borsa).



le, il materiale può assumere texture diversificate (lisce, a fogli continuo fibre morbide) (Newlight Technologies, s.d.-a). Sotto il profilo chimico-olfattivo, è del tutto inodore ed è certificato dalla FDA (FCN 1754) per il contatto sicuro e inerte con gli alimenti (Newlight Technologies, s.d.-b). Meccanicamente, il materiale vanta un'elevata resistenza alle sollecitazioni termiche estreme ("high-strength in hot and cold"), risultando durevole, riutilizzabile e lavabile in lavastoviglie senza degradarsi (Newlight Technologies, s.d.-b).

Profilo Strategico-Applicativo:

Il legame tra la struttura molecolare del PHB e i settori d'impiego è dettato dall'estrema plasmabilità a

caldo e dalla resistenza meccanica a freddo. Questa combinazione tecnica e atossica indirizza il materiale verso la sostituzione di due delle filiere più impattanti a livello globale. Trova applicazione nel settore del *Foodware* (es. Shake Shack) per la produzione di stoviglie e packaging resistenti all'acqua e alle temperature; parallelamente, la sua flessibilità in fase di estrusione lo inserisce nel settore *Fashion* (es. collaborazioni con Nike), dove sostituisce fibre inquinanti e cuoio con alternative bio-fabbricate ad elevate prestazioni (Newlight Technologies, s.d.-a).

Profilo Narrativo e Interpretativo:

In questo caso, non sono le caratteristiche sensoriali che spingono il

consumatore a percepire la sostenibilità del prodotto, quanto piuttosto la narrazione intangibile. L'utente è spinto ad accettare ed utilizzare il materiale, perché sa che quest'ultimo aiuta attivamente l'ambiente, sottraendo carbonio dall'atmosfera e imitando la tecnologia rigenerativa di una foglia o di un albero.

2.6.4 Materiali Naturali ad Alte Prestazioni

Caso Studio 01: Bananatex

IDENTIKIT	Azienda		QWSTION (con partner in Taiwan)
	Anno Lancio		2018
	Regno		Plantae
	Origine		Piante di banana Abacá (da ecosistema agroforestale nelle Filippine)
	Composizione		100% cellulosa vegetale, rivestimento impermeabile in cera naturale
CARATTERISTICHE	Profilo tecnico e generativo		Processo Top-down
	Profilo ambientale e sistemico		Ciclo Biologico, Long Distance, risorsa rinnovabile, biodegradabile e compostabile.
	Profilo sensoriale ed esperienziale		opaca, morbida e inodore, esibisce le variazioni cromatiche naturali della fibra botanica
	Profilo narrativo ed interpretativo		rassicura l'utente trasformando le lievi disomogeneità nel codice estetico della sostenibilità.
APPLICAZIONI	Profilo strategico e applicativo		Soft Design, accessori funzionali, pelletteria di lusso (in sostituzione diretta a cordura, poliestere e nylon)

Descrizione Generale e Composizione: Bananatex è il primo tessuto tecnico durevole al mondo realizzato esclusivamente a partire da piante di banana Abacá (*Regno Plantae*) coltivate naturalmente (MaterialDistrict, 2022). Sviluppato dal marchio svizzero QWSTION in stretta collaborazione con partner specializzati a Taiwan, il materiale si propone come un'alternativa circolare e plastic-free ai tessuti sintetici nel settore della moda e del design

(Bananatex, s.d.; Stella McCartney, s.d.). La composizione materica è interamente basata sulla cellulosa vegetale estratta dalla pianta, coltivata negli altipiani delle Filippine all'interno di un ecosistema agroforestale autosufficiente che non richiede l'utilizzo di pesticidi, fertilizzanti o irrigazione aggiuntiva, contribuendo attivamente alla riforestazione di aree precedentemente erose dalle monocolture di palma

Tabella 22
Tabella riassuntiva delle principali caratteristiche di BananaTex

Figura 2.81
Dettaglio macrofotografico dell'armatura tessile del materiale, che evidenzia un intreccio robusto, regolare e strutturato.





Figura 2.82
Fibre di piante di
banana

(MaterialDistrict, 2022; Bananatex, s.d.).

Profilo Tecnico-Generativo: Il processo produttivo si inserisce in una logica di trasformazione meccanica di tipo Top-down. Le fibre strutturali del fusto della pianta di Abacá vengono estratte e lavorate per formare una speciale carta, che viene in seguito tagliata, filata e tessuta ad altissima densità per creare la tela finale (Bananatex, s.d.). Per conferire impermeabilità senza alterare la natura biologica del materiale, il tessuto grezzo viene trattato con un rivestimento a base di cera naturale (MaterialDistrict, 2022).

Profilo Ambientale e Sistemico: Bananatex si posiziona all'interno del "Ciclo Biologico". La filiera produttiva si configura come "*Long Distance*": la materia prima viene raccolta nelle Filippine, filata in Taiwan e successivamente distribuita globalmente dai vari brand (Bananatex, s.d.). Riguardo allo scenario di dismissione, la rigorosa composizione plastic-free e l'impiego della cera naturale, unite al conseguimento della certificazione *Cradle to Cradle Gold*, prevengono la formazione di un ibrido tecnico. Tale purezza compositiva mantiene lo status di risorsa rinnovabile, rendendo il materiale totalmente



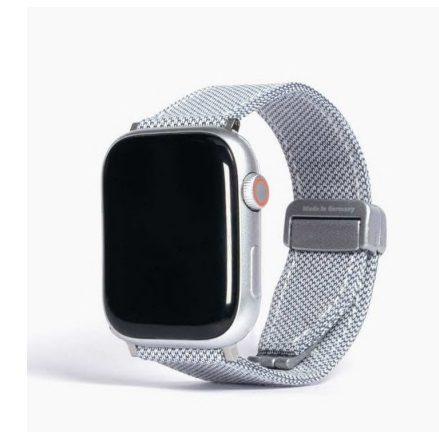
Figura 2.83
Applicazioni tecniche
nel settore degli acces-
sori (zaino), a
dimostrazione dell'eleva-
ta resistenza
meccanica, flessibilità
e durabilità del filato.

biodegradabile e compostabile a fine vita (MaterialDistrict, 2022).

Profilo Sensoriale ed Esperienziale: L'analisi oggettiva restituisce un profilo percettivo che bilancia l'alta resistenza meccanica con una tattilità organica. Visivamente, il tessuto si presenta totalmente opaco con una fitta struttura chiusa. Al tocco, nonostante l'elevata durabilità strutturale, la tela restituisce una grana superficiale distintiva e una mano flessibile e morbida. Sotto il profilo termico, trasmette una sensazione neutra; a livello olfattivo, l'impiego esclusivo di cera naturale come finissaggio garantisce la totale neutralità, privando la tela di esalazioni sintetiche o chimiche (MaterialDistrict, 2022).

Profilo Strategico-Applicativo: Il legame tra origine botanica, elevata densità di filatura e settore d'impiego è di natura prestazionale diretta. Le intrinseche caratteristiche dell'Abacá generano un tessuto dal peso specifico bilanciato, ma dotato di un'elevata resistenza alla trazione, unita a una buona tolleranza ai graffi superficiali e una moderata resistenza agli agenti atmosferici e al fuoco (MaterialDistrict, 2022). Questa salda architettura tessile gli permette di competere operativamente con le tele sintetiche pesanti, indirizzandolo in modo elettivo verso il settore del *Soft Design* e degli accessori funzionali: trova applicazione diretta nella manifattura di zaini, calzature e nel mercato del lusso sostenibile (es. borse

Figura 2.84
Applicazioni tecniche
nel settore degli acces-
sori (cinturino orologio),



Stella McCartney), sostituendo in modo diretto polimeri derivati dal petrolio quali cordura, poliestere e nylon (Bananatex, s.d.; Stella McCartney, s.d.).

Profilo Narrativo e Interpretativo: Bananatex comunica la propria identità ecologica attraverso l'esibizione pura della propria fibra organica. Nelle sue varianti non tinte la tela non maschera la propria origine botanica, ma espone il colore reale delle fibre estratte dalla pianta (MaterialDistrict, 2022). Questa trasparenza cromatica e tattile rassicura il consumatore, validando l'assenza di tinture o processi chimici aggressivi.

Caso Studio 02: Mirum

IDENTIKIT	Azienda		Natural Fiber Welding (NFW)
	Anno Lancio		2015
	Regno		Plantae / Minerale
	Origine		Gomma naturale FSC, oli, cere, pigmenti minerali e sottoprodotti agricoli (cocco, riso, sughero)
	Composizione		Matrice 100% vegetale e minerale, tessuto di supporto naturale (cotone o Tencel)
CARATTERISTICHE	Profilo tecnico e generativo		Processo Top-down
	Profilo ambientale e sistemico		Ciclo Biologico, Medium Distance, biodegradabile o riciclabile meccanicamente
	Profilo sensoriale ed esperienziale		Superficie opaca, mano calda e flessibile, texture termo-impresa personalizzabile, profilo olfattivo neutro
	Profilo narrativo ed interpretativo		Replica l'estetica del lusso tradizionale. Cella l'irregolarità per convalidare una narrazione plastic-free.
APPLICAZIONI	Profilo strategico e applicativo		Soft Design, Fashion di fascia premium, rivestimenti Automotive e sedute di Interior Design

Descrizione Generale e Composizione: Mirum è un innovativo materiale bio-based sviluppato dall'azienda statunitense Natural Fiber Welding (NFW), concepito per proporsi sul mercato come la prima alternativa alla pelle animale di fascia premium ad essere totalmente priva di plastica e derivati petrolchimici (NFW, s.d.). La composizione materica è rigorosamente ed esclusivamente naturale: si basa su una matrice di gomma naturale (certificata FSC), oli e cere vegetali, pigmenti minerali e sottoprodotti agricoli di scarto, quali fibre di cocco, lolla di riso e polvere di sughero, dosati al fine di determinarne le proprietà estetiche e

funzionali (Circular Material Library, 2023).

Profilo Tecnico-Generativo: Il processo produttivo adotta una logica di trasformazione chimico-meccanica di tipo Top-down. Gli ingredienti organici vengono miscelati a secco e formati meccanicamente in fogli, impiegando l'umidità intrinseca delle risorse senza richiedere ulteriori input d'acqua, azzerando di fatto gli scarichi reflui industriali (Oliver Co, s.d.). La trasformazione avviene mediante un sistema brevettato di bio-vulcanizzazione vegetale (*plant-based curative*), dopodiché la miscela viene fusa tramite calore e pressione su un tessuto di supporto naturale, come il cotone rigenerativo o la fibra

Tabella 23
Tabella riassuntiva delle principali caratteristiche di Mirum

Figura 2.85
Analisi visiva della superficie materica. La texture si presenta omogenea e microporosa, replicando visivamente e tattilmente il fiore della pelle animale.





Tencel (Lenzing, 2023).

Profilo Ambientale e Sistemico:

Mirum risiede si inserisce nel "Ciclo Biologico". La filiera produttiva si configura come "*Medium Distance*": la manifattura è centralizzata presso gli stabilimenti NFW in Illinois, sfruttando in parte materie prime locali e tracciate (come il cotone dell'Illinois *Cotton & Climate Coalition*), ma supportate da risorse botaniche estratte a livello globale (Lenzing, 2023; Circular Material Library, 2023). La categorica assenza di plastiche, rivestimenti acrilici o PU configura Mirum come una risorsa bio-neutrale e circolare dove a fine vita, i fogli possono essere macinati e riciclati meccanicamente per creare nuovo Mirum, oppure

possono biodegradarsi in modo sicuro, restituendo nutrienti alla terra (NFW, s.d.; Oliver Co, s.d.).

Profilo Sensoriale ed Esperienziale:

Dal punto di vista visivo e tattile, il materiale è ingegnerizzato per eguagliare la qualità percettiva del cuoio bovino e risulta altamente customizzabile. Si presenta totalmente opaco (Translucence: 0%) ma la brillantezza superficiale è modulabile da finiture opache a lucide (Circular Material Library, 2023). Al tocco restituisce una sensazione calda, morbida e flessibile; tramite processi di termopressione ed embossing, la texture può variare da una superficie completamente liscia fino a replicare grane animali o pattern scamo-

Figura 2.86
Sottoprodotti agricoli
polverizzati



Figura 2.87

Impiego in accessori di pelletteria classica (portafoglio), dove il biocomposito sostituisce i pellami garantendo un'eccellente stabilità formale e un'estetica premium.

sciati (Circular Material Library, 2023). Sotto il profilo meccanico, mostra un'elevata resistenza alla trazione, all'abrasione e all'acqua (Oliver Co, s.d.). A livello olfattivo, l'assenza di solventi sintetici e di processi di concia chimica ai metalli pesanti lo priva del tipico odore pungente associato all'ecopelle in PU o alle pelli animali, restituendo un profilo neutro o con lievi sentori di gomma naturale.

Profilo Strategico-Applicativo:

Il legame tra bio-vulcanizzazione vegetale, resistenza meccanica strutturale e versatilità estetica è diretto. La capacità del materiale di garantire la tenacità del cuoio mantenendo al contempo lo status di prodotto plastic-free lo indirizza verso le filiere che cercano alternative vegane ad alto rendimento. Trova applicazione su larga scala nel *Soft Design* e nella moda per calzature, borse e accessori (adottato da brand come Stella McCartney e PANGAIA), ma grazie alla sua

Figura 2.88

Impiego in accessori di pelletteria classica (borsa), dove il biocomposito sostituisce i pellami garantendo un'eccellente stabilità formale e un'estetica premium.



resistenza chimica viene attivamente implementato per rivestimenti nel comparto Automotive e per le sedute di Interior Design (NFW, s.d.; Lenzing, 2023).

Profilo Narrativo e Interpretativo:

Mirum comunica la propria identità ecologica attraverso una narrativa di estrema perfezione prestazionale. Invece di esibire visivamente e tattilmente la rugosità o l'eterogeneità degli scarti agricoli che lo compongono, il materiale sfoggia una superficie raffinata e omogenea che replica i rigidi codici estetici del lusso tradizionale. La narrazione si concentra su un forte messaggio "plastic-free".

Caso Studio 03: Amplitex

IDENTIKIT	Azienda		Bcomp
	Anno Lancio		2011
	Regno		Plantae
	Origine		Coltivazioni di lino europee rinnovabili
	Composizione		100% fibre di lino naturale (certificato "European Eco Superior")
CARATTERISTICHE	Profilo tecnico e generativo		Processo Top-down
	Profilo ambientale e sistemico		Ciclo Biologico, Short/Medium Distance, macinazione per riempimento o al recupero energetico.
	Profilo sensoriale ed esperienziale		colore biondo-dorato del lino, flessibile, assorbimento delle vibrazioni meccaniche.
	Profilo narrativo ed interpretativo		La grana vegetale in geometrie hi-tech bidirezionali, rassicura sull'affidabilità strutturale della natura.
APPLICAZIONI	Profilo strategico e applicativo		Trasporto leggero, alte prestazioni, sport acquatici e settore ciclistico (sostituto della fibra di carbonio)

Descrizione Generale e Composizione: ampliTex è una gamma di tessuti tecnici ingegnerizzati dall'azienda svizzera Bcomp, concepiti per proporsi come un'alternativa sostenibile e ad alte prestazioni alle tradizionali fibre di vetro e di carbonio nel settore dei materiali compositi (Bcomp, s.d.). La composizione materica si basa integralmente su fibre di lino naturale (Regno Plantae), classificate tecnicamente come risorsa locale e rinnovabile e insignite del riconoscimento "European Eco Superior" (Bcomp, s.d.).

Profilo Tecnico-Generativo: Il processo produttivo si basa su una trasformazione meccanica e tessile di tipo Top-down. Le fibre di lino

vengono lavorate impiegando un'avanzata architettura tessile a bassa torsione. Questa ingegnerizzazione del filato permette di minimizzare le ondulazioni della trama, garantendo il massimo allineamento delle fibre e incrementando la resistenza strutturale del composito finale del 10-20% rispetto all'impiego di lino standard (Bcomp, s.d.; NauticExpo, s.d.).

Profilo Ambientale e Sistemico: AmpliTex estrae le risorse dal "Ciclo Biologico" per operare all'interno del ciclo tecnico dell'ingegneria avanzata. La filiera di produzione è "Filiera Corta/Media", sfruttando coltivazioni di lino europee rinnovabili per alimentare l'industria continentale (Bcomp, s.d.). Per raggiun-

Tabella 24
Tabella riassuntiva delle principali caratteristiche di Amplitex

Figura 2.89
Ingrandimento della trama tecnica in fibra naturale di Amplitex





gere le prestazioni strutturali richieste, il lino viene incapsulato e infuso in matrici polimeriche chimiche (tipicamente resine epossidiche) (NauticExpo, s.d.). Questa ibridazione irreversibile compromette la naturale biodegradabilità della fibra vegetale, rendendo il fine vita del composito difficilmente separabile e limitandone la circolarità ai processi di macinazione per materiali di riempimento o al recupero energetico.

Profilo Sensoriale ed Esperienziale: Dal punto di vista visivo, il tessuto secco si presenta con trame tecniche altamente geometriche e regolari che espongono in trasparenza il naturale colore biondo-dorato del lino. Al tocco, prima della laminazione polimerica, il tessuto mantiene un'elevata flessibilità e una drappeggiabilità che lo rende ideale per adattarsi a stampi complessi (NauticExpo, s.d.). Sotto il profilo fisico-acustico, la caratteristica esperienziale più distintiva del materiale finito è l'elevato smorzamento delle vibrazioni. L'intrinseca struttura cellulare del lino permette al composito di assorbire e dissipare gli shock meccanici fino a tre volte in più rispetto ai rinforzi tradizionali (Bcomp, s.d.). Le fonti analizzate non riportano dati relativi a specifici profili olfattivi pre-laminazione.

Figura 2.90
Lino usato come materia prima per la realizzazione di Mirum

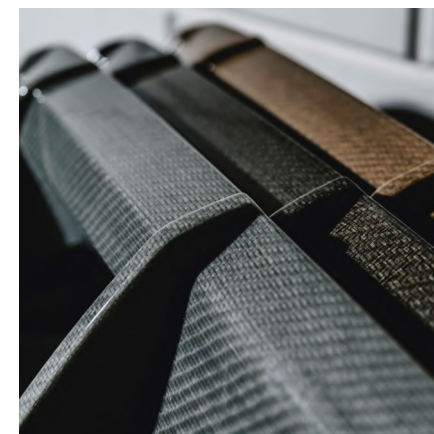


Figura 2.91
Applicazioni Di AmpliTex nel settore Automotive, per componenti hard



Figura 2.92
Applicazioni Di AmpliTex nel settore Automotive, per componenti soft

Profilo Strategico-Applicativo: Il legame tra l'ingegnerizzazione tessile a bassa torsione e il settore d'impiego è di natura prestazionale diretta. La combinazione tra il peso specifico ridotto del lino (densità di 1350 kg/m³), l'alto modulo di trazione (59 GPa) e le notevoli capacità di smorzamento consente ai progettisti di dimezzare il peso dei rinforzi rispetto all'utilizzo della classica fibra di vetro, ottenendo le medesime performance di rigidità (Bcomp, s.d.; NauticExpo, s.d.). Questa architettura fisica rende ampliTex il candidato ideale per i settori del trasporto leggero e delle alte prestazioni. Trova applicazione anche nell'industria degli sport acquatici (tavole da surf) e nel settore ciclistico, dove sostituisce strati di fibra di

carbonio nei telai per aumentare simultaneamente la resistenza agli urti, la sicurezza e il comfort dell'utente (Bcomp, s.d.).

Profilo Narrativo e Interpretativo: AmpliTex comunica la propria identità fondendo in modo netto i rigidi codici visivi dell'ingegneria aerospaziale con l'estetica calda dell'agricoltura naturale. Il materiale non tenta di camuffare la sua origine botanica dietro verniciature coprenenti, ma esibisce la grana materica e le sfumature cromatiche tipiche della fibra vegetale (Bcomp, s.d.). Tuttavia, la perfezione geometrica della tessitura bidirezionale rassicura visivamente l'utente sulla totale affidabilità strutturale del prodotto.

Caso Studio 04: BIO-DYNEEMA

IDENTIKIT	Azienda		DSM (ora sotto l'egida di Avient)
	Anno Lancio		2020
	Regno		Plantae
	Origine		Flussi di scarto dell'industria del legname e della carta
	Composizione		Polietilene ad Altissimo Peso Molecolare (UHMwPE)
CARATTERISTICHE	Profilo tecnico e generativo		Processo Top-down (sintesi chimica e trasformazione meccanica)
	Profilo ambientale e sistemico		Ciclo Tecnico, Long Distance, riciclabile
	Profilo sensoriale ed esperienziale		inodore, privo di impurità organiche, termicamente freddo, altamente flessibile, leggerissimo
	Profilo narrativo ed interpretativo		sfoggia una superficie immacolata e iper-tecnica, delegando la narrazione della sostenibilità all'azienda
APPLICAZIONI	Profilo strategico e applicativo		Marine Design (cordami da regata), Heavy Industry/Mining (funi per escavatori)

Descrizione Generale e Composizione: Bio-Based Dyneema è una fibra polimerica sintetica ad altissime prestazioni prodotta e brevettata da DSM (ora sotto l'egida di Avient) (Gottifredi Maffioli, s.d.-a). A livello chimico si tratta di un Polietilene ad Altissimo Peso Molecolare (Gottifredi Maffioli, s.d.-a). A differenza del Dyneema standard, la cui molecola di etilene deriva interamente dai combustibili fossili, la composizione della variante a base biologica fa ricorso a materie prime rinnovabili ricavate dai flussi di scarto dell'industria del legname e della carta, sfruttando l'approccio contabile del bilancio di massa (Gottifredi Maffioli, s.d.-a; Dyneema, s.d.-a).

Profilo Tecnico-Generativo: Il

processo produttivo adotta una logica di sintesi chimica e trasformazione meccanica di tipo top-down. La fibra viene generata attraverso un complesso processo brevettato di filatura al gel (gel spinning process), all'interno del quale il polimero viene trafilato, riscaldato, stirato ad altissima tensione e infine raffreddato per ottenere l'allineamento estremo delle catene molecolari (Gottifredi Maffioli, s.d.-a).

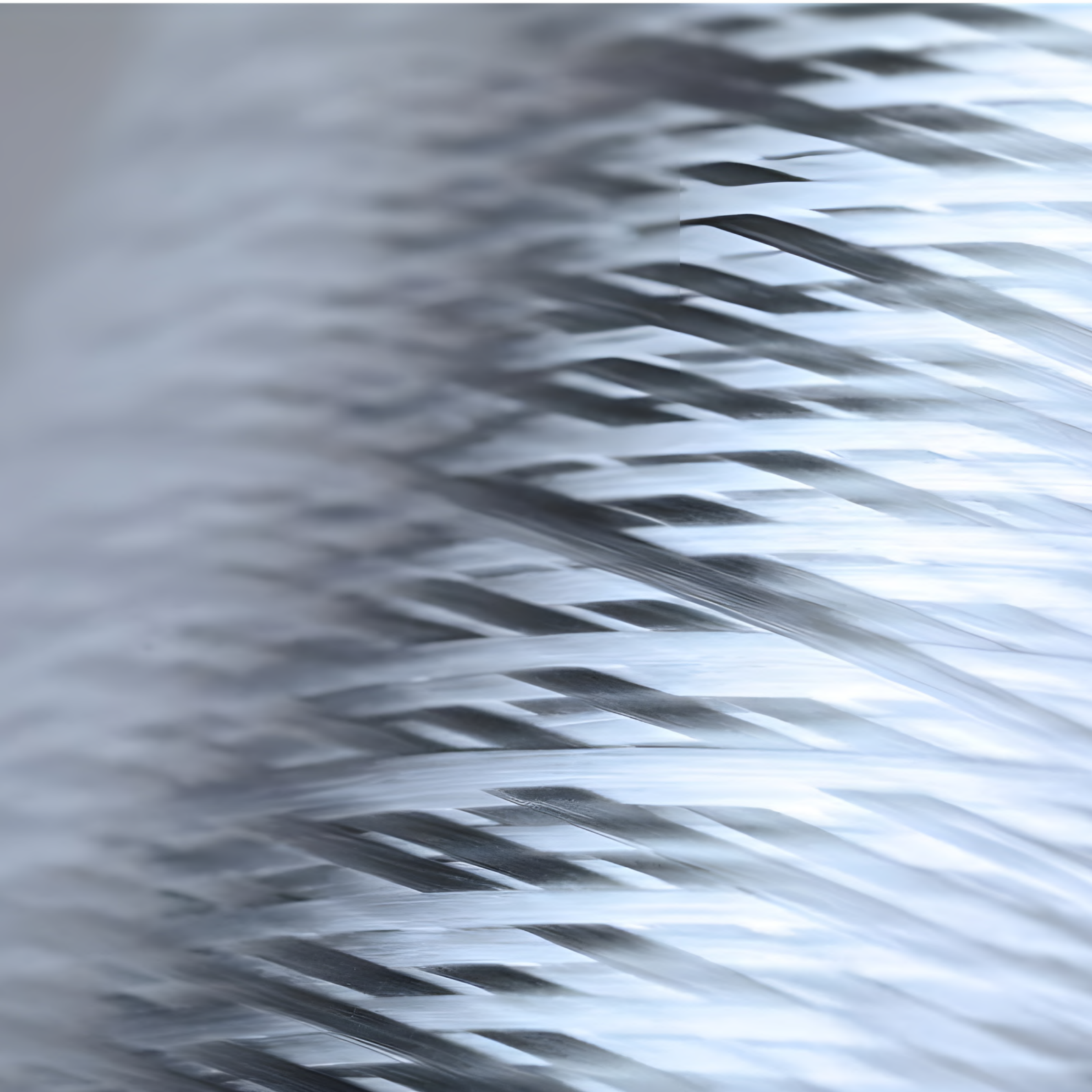
Profilo Ambientale e Sistemico: Questo materiale si inserisce nel ciclo tecnico, ponendosi l'obiettivo di disaccoppiare un materiale plastico essenziale dall'estrazione di nuovo petrolio e ridurre le emissioni Scope 3 (Dyneema, s.d.-a). La

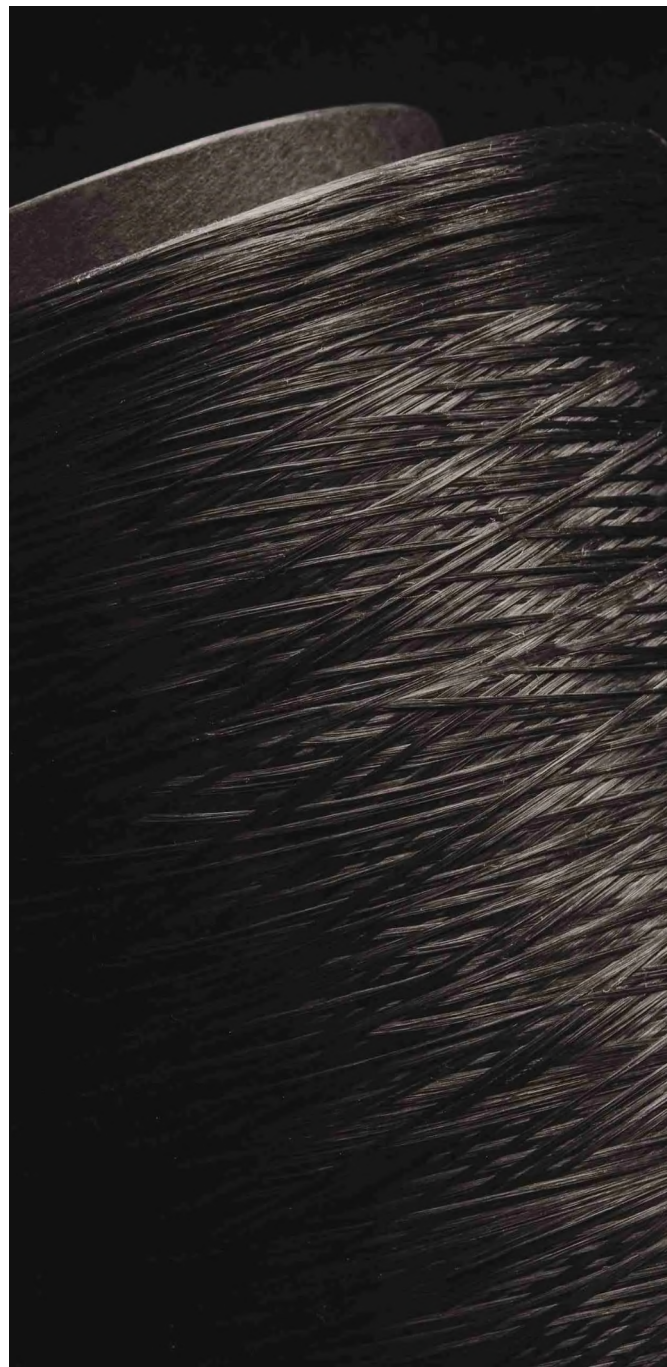
Tabella 25

Tabella riassuntiva delle principali caratteristiche di BIO-DYNEEMA

Figura 2.93

Dettaglio materico di BIO-DYNEEMA che evidenzia la finitura traslucida del tessuto.





catena produttiva si configura come "Long Distance" poiché coinvolge partner petrolchimici globali (come SABIC e UPM Biofuels) per generare la fibra base, la quale viene poi filata da manifatture tessili iperspecializzate, come l'italiana Gottifredi Maffioli (Gottifredi Maffioli, s.d.-a). La fibra è un polimero termoplastico e dunque non appartiene alla biosfera. Se utilizzato in purezza, DSM è al lavoro per renderlo chimicamente o meccanicamente riciclabile chiudendo il ciclo tecnico (Dyneema, s.d.-a). Tuttavia, in applicazioni estreme come quelle navali, i cavi vengono abitualmente rivestiti con spalmature poliuretaniche per aumentare la coesione, o ingabbiati in calze protettive intrecciate con fibre di Zylon, PTFE o Technora per resistere a usura e surriscaldamento (Gottifredi Maffioli, s.d.-b), ostacolando severamente le pratiche di recupero post-consumo.

Profilo Sensoriale ed Esperienziale: Dal punto di vista visivo e tattile, essendo l'esatta replica molecolare della controparte fossile, il filato si presenta con un'elevata scorrevolezza, una sensazione termica fredda, un'alta flessibilità e una totale assenza di impurità o irrego-

Figura 2.94
Filamento in BIO-DYNEEMA



Figura 2.95
Applicazioni nell'outdoor e nell'activewear (calzatura sportiva), settori che esigono massima leggerezza unita a un'estrema resistenza alla trazione e all'abrasione.

Figura 2.96
Applicazioni nell'outdoor e nell'activewear (borsone tecnico), settori che esigono massima leggerezza unita a un'estrema resistenza alla trazione e all'abrasione.



larità organiche. Fisicamente è così leggero da galleggiare sull'acqua e non subisce alterazioni da assorbimento (Gottifredi Maffioli, s.d.-a). Sotto il profilo chimico-olfattivo, è del tutto inodore, inerte, resistente all'esposizione chimica e schermato contro i raggi UV (Gottifredi Maffioli, s.d.-a).

Profilo Strategico-Applicativo: Il legame tra il processo di filatura al gel, l'estremo allungamento della spina dorsale del polimero e il settore d'impiego è di natura puramente ingegneristica. L'allineamento delle lunghissime catene molecolari consente di scaricare e trasferire i carichi in modo altamente efficace, rendendo la fibra fino a 15 volte più resistente dell'acciaio a

parità di peso (Gottifredi Maffioli, s.d.-a). Questo elevato rapporto resistenza-peso rende il filato eleggibile per settori in cui sicurezza, leggerezza e durabilità sono critici. Ad esempio nel Marine Design per cordami da regata ad alte prestazioni, nel settore Heavy Industry/Mining per sostituire le pesanti funi e i pendenti d'acciaio degli escavatori (riducendo consumi energetici e tempi di manutenzione), e nell'equipaggiamento per la protezione personale e balistica (Gottifredi Maffioli, s.d.-a; Dyneema, s.d.-b).

Profilo Narrativo e Interpretativo: Bio-Based Dyneema comunica la propria identità solo attraverso lo storytelling aziendale. Il filato offre una superficie immacolata e iper-

tecnica che rassicura il consumatore specializzato garantendo un'assoluta continuità visiva, tattile e funzionale con la plastica sintetica a cui è abituato. L'utente valida l'eticità del materiale non attraverso la percezione sensoriale, ma tramite l'autorevolezza dei certificati e la rassicurazione sistemica di poter utilizzare la fibra più estrema al mondo per la propria sicurezza.

Caso Studio 05: Karuun

IDENTIKIT	Azienda		out for space (Karuun)
	Anno Lancio		2015
	Regno		Plantae
	Origine		Palma lianosa di Rattan (foresta pluviale in Indonesia)
	Composizione		Struttura 100% Rattan, agenti gonfianti (bulking agents), cere naturali e oli
CARATTERISTICHE	Profilo tecnico e generativo		Processo Top-down (sintesi chimica e trasformazione meccanica)
	Profilo ambientale e sistemico		Ciclo Tecnico, Long Distance, biodegradabile e risorsa rinnovabile.
	Profilo sensoriale ed esperienziale		opaco o semitrasparente (se impiallacciato), termicamente neutro, mantiene un profumo organico
	Profilo narrativo ed interpretativo		esibisce la matrice geometrica puntiforme dei capillari, trasformando l'artigianato rustico in alta ingegneria
APPLICAZIONI	Profilo strategico e applicativo		Automotive, Product / Interior Design; sostituto ad alte prestazioni per plastiche rigide e legni tropicali protetti

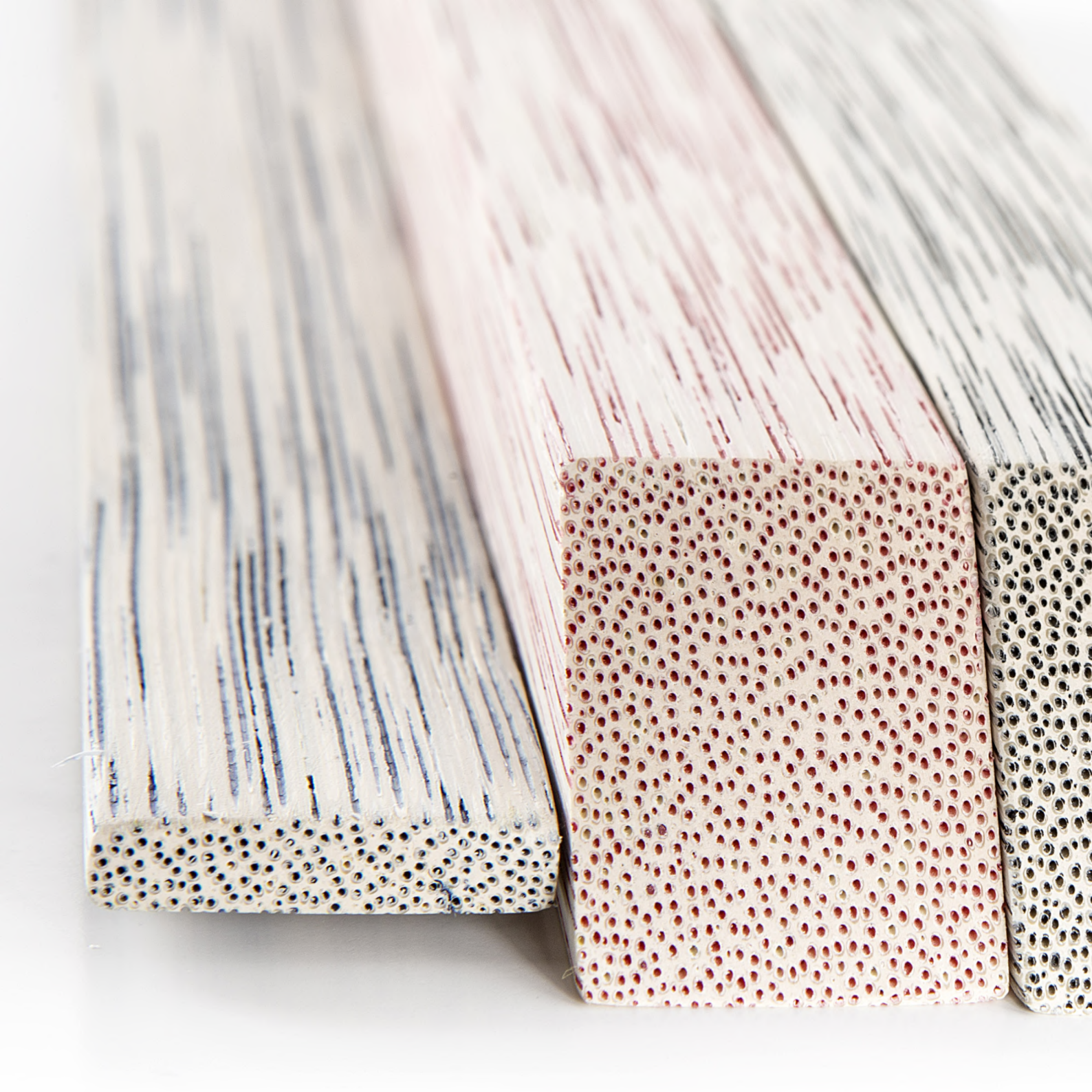
Descrizione Generale e Composizione: Karuun è un biomateriale strutturale innovativo, sviluppato in Germania (sebbene l'azienda affondi le sue radici nella cooperazione internazionale con l'Indonesia), che si propone come alternativa high-tech ed ecologica alla plastica e ai materiali lignei composti nel settore automobilistico e dell'arredamento (Holzrausch, s.d.; Nu Design Spaces, s.d.). La composizione materica si basa integralmente sul Rattan (*Regno Plantae*), una palma lianosa a crescita estremamente rapida che necessita della biodiversità della foresta pluviale per prosperare, ergendosi dunque a baluardo naturale contro la defore-

stazione legata alle monocolture (Holzrausch, s.d.; Nu Design Spaces, s.d.).

Profilo Tecnico-Generativo: Il processo produttivo si inserisce in una logica di ingegnerizzazione e trasformazione fisico-chimica di tipo Top-down, che sfrutta la specifica morfologia della pianta. La struttura del rattan, paragonabile a un fascio di tubi, possiede lunghi capillari naturali capaci di trasportare l'acqua fino a 200 metri di altezza (MaterialDistrict, 2017b). La tecnologia brevettata interviene su questa architettura iniettando all'interno dei capillari vuoti specifici agenti "gonfianti" (bulking agents), cere naturali e oli; questa impregnazione profonda converte un legno tradizio-

Tabella 26
Tabella riassuntiva delle principali caratteristiche di Karuun

Figura 2.97
Sezione trasversale che mostra la caratteristica struttura organica del materiale.





nalmente fragile e poroso in un materiale solido, compatto e versatile (MaterialDistrict, 2017b).

Profilo Ambientale e Sistemico: Il posizionamento sistemico di Karuun risiede nel ciclo biologico, sfruttando un'infrastruttura agricola simbiotica. La catena di produzione si configura come "*Long Distance*" poichè la materia prima viene coltivata, raccolta e pre-lavorata da agricoltori locali sull'isola di Sumatra, in Indonesia, per poi essere finalizzata e distribuita a livello globale da aziende manifatturiere e brand automobilistici (Holzrausch, s.d.; Nu Design Spaces, s.d.). L'utilizzo esclusivo di additivi e cere di origine naturale per l'iniezione preserva lo status di Karuun come risorsa rinnovabile (MaterialDistrict, 2017b), prevenendo la genesi di un ibrido tecnico inestricabile e garantendo una gestione ecologica e biodegradabile del materiale a fine vita.

Profilo Sensoriale ed Esperienziale: Dal punto di vista percettivo, Karuun unisce la tattilità del legno alla compattezza di un polimero. Visivamente, il materiale presenta una finitura opaca ed è declinabile in blocchi massicci, pannelli o impial-

Figura 2.98
Palma Lianosa di Rattan usata per realizzare Karuun

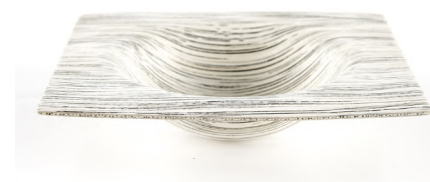


Figura 2.99
Applicazioni trasversali nel product design. I manufatti valorizzano l'estetica fortemente lineare e striata del rattan ingegnerizzato, esaltandone la continuità visiva.

lacciature semitrasparenti in grado di lasciar trasparire moderatamente la retroilluminazione. L'iniezione capillare permette di colorare la materia in profondità, rendendo i colori intrinseci alla struttura, mentre i pori mantengono una configurazione aperta. Al tatto risulta duro ma termicamente neutro, mentre a livello olfattivo mantiene una traccia odorosa naturale, escludendo esalazioni sintetiche o chimiche. Un aspetto esperienziale chiave è la sua formabilità: trattato con calore e vapore, manifesta un'elevata termoformabilità, permettendo la modellazione di forme tridimensionali complesse con l'impiego di una forza meccanica minima (MaterialDistrict, 2017b).

Profilo Strategico-Applicativo: Il legame tra l'iniezione dei capillari vegetali e il settore d'impiego è di natura prestazionale e termoformabile. La trasformazione interna della liana genera un composito botanico caratterizzato da un peso ridotto,

un'elevata resistenza ai graffi e ai raggi UV e una buona tolleranza agli agenti chimici (MaterialDistrict, 2017b). Questa architettura fisica lo indirizza elettivamente verso applicazioni strutturali e decorative interne (non è idoneo per l'uso outdoor) nei settori dell'Automotive e del Product/Interior Design, dove si posiziona come sostituto high-performance di plastiche rigide e legni tropicali protetti (MaterialDistrict, 2017b; Holzrausch, s.d.).

Profilo Narrativo e Interpretativo: Karuun comunica sostenibilità grazie alla visibilità della risorsa di cui è composto, che non solo non viene nascosta, ma è addirittura portata in evidenza. Il legno mostra le venature originarie, che sono

Figura 2.100
Applicazioni trasversali nell'arredo. I manufatti valorizzano l'estetica fortemente lineare e striata del rattan, esaltandone la continuità visiva.



percepibili anche al tatto, oltre che la sezione trasversale che espone la matrice puntiforme dei capillari recisi. A seconda delle applicazioni o della comunicazione che si vuole ottenere, le naturali imperfezioni della superficie possono essere levigate fino a scomparire, rassicurando il consumatore con una finitura uniforme (MaterialDistrict, 2017b). La percezione finale che si ottiene è di artigianalità del materiale. La particolarità di questa risorsa risiede infatti nella sua comunicazione di circolarità che non riguarda lo scarto o una risorsa povera, quanto piuttosto un materiale che esalta le sue caratteristiche naturali.

Caso Studio 06: Sulapac

IDENTIKIT	Azienda		Sulapac
	Anno Lancio		2016
	Regno		Plantae
	Origine		Legno di scarto gestito in modo sostenibile, biopolimeri biodegradabili (fino al 100% bio-based certificato)
	Composizione		Polimeri naturali (come il PHA, PBS o PLA), Trucioli e scarti di legno, additivi naturali
CARATTERISTICHE	Profilo tecnico e generativo		Processo Top-down
	Profilo ambientale e sistemico		Ciclo Tecnico, Medium Distance, riciclabile o compostaggio industriale
	Profilo sensoriale ed esperienziale		opaco, dalla mano organica e non assorbente ai liquidi, grana visiva altamente modulabile
	Profilo narrativo ed interpretativo		Destruttura il pregiudizio secondo cui "ecologico" significhi unicamente "grezzo".
APPLICAZIONI	Profilo strategico e applicativo		Packaging Design e Foodware (tappi per cosmetica di lusso, posate, cannucce)

Descrizione Generale e Composizione: Sulapac è un biomateriale composito avanzato sviluppato dall'omonima azienda finlandese, fondata da ricercatori con un background in biomateriali medici, per proporsi come alternativa ecosistemica e *drop-in* alle plastiche convenzionali di origine fossile (come PP, PS e ABS) (Sulapac, s.d.-c). La composizione materica si basa sull'unione di due risorse puramente organiche: legno proveniente da flussi di scarto industriali gestiti in modo sostenibile e biopolimeri biodegradabili. A seconda della specifica formulazione, il materiale può raggiungere fino al 100% di contenuto bio-based certificato (Sulapac, s.d.-a; Sulapac, s.d.-b).

Profilo Tecnico-Generativo: Il processo produttivo si inserisce in una logica di trasformazione termomeccanica di tipo Top-down. Il legno e i biopolimeri vengono miscelati e fusi in un compound granulare solido, pronto per la formatura termica mediante l'impiego dei macchinari industriali convenzionali per l'estrusione o lo stampaggio a iniezione, azzerando la necessità di adeguamenti infrastrutturali da parte delle aziende trasformatrici (Sulapac, s.d.-b).

Profilo Ambientale e Sistemico: Sulapac si posiziona nel ciclo biologico. La filiera di produzione si configura come "Medium Distance". Infatti, gli scarti di legno provengono da filiere certificate (nordiche o

Tabella 27
Tabella riassuntiva delle principali caratteristiche di Sulapac

Figura 2.101
Dettaglio macrofotografico della texture di Sulapac. L'ingrandimento dichiara esplicitamente la natura ibrida del materiale, mostrando frammenti di legno irregolari





europee), processate per rifornire un mercato globale (Sulapac, s.d.-a). L'impiego esclusivo di biopolimeri come legante previene la genesi di un ibrido tecnico. Il materiale è progettato per essere riciclabile chimicamente e meccanicamente ma, qualora disperso, è certificato per il compostaggio industriale (EN 13432), biodegradandosi a livello molecolare in CO₂, acqua e biomassa con tempistiche simili al legno naturale, senza rilasciare tossine o microplastiche permanenti (Sulapac, s.d.-c; MaterialDistrict, 2019).

Profilo Sensoriale ed Esperienziale: L'analisi oggettiva restituisce un profilo percettivo che fonde l'estetica botanica con la standardizzazione industriale. Visivamente, la superficie si presenta opaca, a sua grana è altamente modulabile dal progettista e può variare da una finitura liscia e levigata fino a esporre intenzionalmente grandi trucioli di legno grezzo incapsulati nella matrice (Sulapac, s.d.-b). Al tocco restituisce una mano organica accompagnata da un'elevata durezza strutturale, tipica della plastica rigida. A livello meccanico ed esperienziale, a differenza delle alternative in sola carta (come le tradizionali cannucce ecologiche), il materiale non si inumidisce, non assorbe liquidi e non si sfalda

Figura 2.102
Biopolimeri biodegradabili di diverse colorazioni



durante l'utilizzo prolungato (MaterialDistrict, 2019).

Profilo Strategico-Applicativo: Il legame tra la stabilità termoplastica del compound ligneo e il settore d'impiego è di natura prestazionale e volumetrica. La capacità di garantire tolleranze costruttive millimetriche tramite stampaggio a iniezione, unita alla conformità alle direttive FDA ed EU per il contatto alimentare, indirizza il materiale in modo elettivo verso il settore del *Packaging Design* e del *Foodware* (Sulapac, s.d.-a; Sulapac, s.d.-c). Trova applicazione su larga scala nel mondo del packaging, dai tappi per l'industria cosmetica di lusso (es. Les Eaux di Chanel) fino alla realizzazione di posate, cannucce e contenitori termoformati monouso o riutilizzabili (Sulapac, s.d.-b; MaterialDistrict, 2019).

Profilo Narrativo e Interpretativo: Sulapac comunica la propria identità ecologica attraverso una doppia

Figura 2.103

Impiego del biocomposito, costituito da chips di legno e biopolimeri, per la produzione di packaging rigido.

Figura 2.104

Impiego del biocomposito, costituito da chips di legno e biopolimeri, per la produzione di cibo da asporto.



sintesi visiva tra natura e alta tecnologia. Nelle varianti che espongono i trucioli lignei, il materiale esibisce l'irregolarità organica del legno di scarto come narrazione tangibile, validandone immediatamente l'origine vegetale agli occhi dell'utente. Contemporaneamente, nelle finiture lisce, la fluidità superficiale e la precisione geometrica ottenute dallo stampaggio rassicurano i brand del lusso e il consumatore finale. Questa comunicazione va contro il pregiudizio secondo cui "ecologico" significhi "grezzo", dimostrando che l'adozione di una risorsa circolare e biodegradabile può allinearsi all'affidabilità richiesta dal mercato di massa.

2.6.5 Sintesi trasversale

L'analisi dei venti casi studio, letta in modo trasversale alle tre macro-famiglie, consente di estrarre pattern ricorrenti che vanno oltre le specificità dei singoli materiali e che la Tabella 29 sintetizza secondo i quattro profili identitari adottati in questa ricerca.

Materiali Recuperati: Il tratto più ricorrente è la variabilità morfologica tra lotti che è causata dalla natura disomogenea degli scarti di partenza (Camere & Karana, 2018) e costituisce al tempo stesso il principale ostacolo all'adozione industriale e il principale valore narrativo della risorsa, in linea con quanto osservato da Sauerwein, Karana e Rognoli (2017) sulla valorizzazione estetica dei materiali di scarto. Sul piano ambientale, la quasi totalità dei casi analizzati presenta un punto critico legato all'uso di leganti o matrici polimeriche necessari per garantire la coesione strutturale, che genera-

no ibridi mostruosi (McDonough & Braungart, 2002)

Materiali Bio-fabbricati: I casi appartenenti a questa categoria mostrano una dipendenza strutturale dal processo di crescita biologica che si manifesta con il materiale che tende a presentarsi nelle geometrie consentite dal processo di accrescimento, e dai tempi biologici di crescita, che impongono una pianificazione produttiva incompatibile con i modelli industriali. Inoltre, i bio-fabbricati si accomunano per la scarsa resistenza agli agenti atmosferici, quando non vengono trattati.

Naturali ad Alte Prestazioni: Dal punto di vista sensoriale, i materiali Naturali ad Alte prestazioni non presentano un'estetica univoca, ma legata alla loro strutturazione evidenziando che l'aspetto sensoriale finale è il risultato di una scelta

di processo. Tenzialmente, i materiali nano-strutturati oppure impregnati polimericamente, assumono un aspetto omogeneo e asettico che li rende simili ai tecnopolimeri. Nel caso di macro-strutturazione o comunque materiali puri, la texture viene solitamente esposta e l'origine del materiale è riconoscibile. Il pattern realmente comune a tutta la categoria è invece l'elevata ingegnerizzazione strutturale o formale che consente a questi materiali di competere con i polimeri sintetici tecnici (Girijappa et al., 2019) si ottiene quasi sempre al costo di una riduzione della biodegradabilità nativa (Mohanty et al., 2002). Questi pattern non esauriscono la complessità dei singoli materiali analizzati, ma definiscono le traiettorie progettuali dominanti per ciascuna categoria, costituendo la base empirica da cui derivano le linee guida operative presentate nel capitolo successivo.

CATEGORIA	PROFILO SENSORIALE	PROFILO NARRATIVO	PROFILO AMBIENTALE	PROFILO TECNICO
Recuperati	Texture irregolare, variabilità cromatica tra lotti	Origine visibile, narrazione di recupero etico dello scarto	Ciclo biologico o tecnico a seconda del legante; rischio di ibridi misti	Processo Top-down; coesione spesso affidata a leganti esterni
Bio-fabbricati	Superficie organica, porosa, leggerezza	Evoca crescita viva, sentori naturali	Ciclo biologico puro; biodegradabilità nativa	Processo Bottom-up; morfologia vincolata al tempo di crescita biologica
Naturali ad Alte prestazioni	Variabile: da asettico/ingegnerizzato a texture vegetale visibile	Variabile: origine spesso poco riconoscibile, ma non sempre mascherata	Origine biologica ma destinazione spesso tecnica	Processo Top-down su scala micro o macro; alte prestazioni meccaniche

Tabella 28
Confronto emerso tra i 20 casi studio

2.7 Analisi Comparativa e Considerazioni

A differenza della sintesi trasversale del paragrafo precedente, che ha letto i pattern interni a ciascuna macro-famiglia sulla base dei venti casi studio approfonditi, l'analisi che segue torna a considerare l'intero campione esteso di materiali mappato nel paragrafo 2.4, per individuare relazioni che attraversano le tre categorie tassonomiche e che la sola Strategia di Genesi non è in grado di intercettare (figura 2.105).

Per tradurre la complessità sistemica della transizione materica in uno strumento operativo, le evidenze emerse dall'analisi dei casi studio sono state spazializzate attraverso una serie di matrici di correlazione a

quattro quadranti. Questo approccio metodologico ha permesso di superare i limiti di una classificazione lineare, incrociando variabili eterogenee (come la percezione psicologica, i vincoli bio-meccanici e le strategie di marketing) per far emergere i reali pattern di comportamento del mercato.

La costruzione dei grafici è avvenuta attraverso un processo di mappatura euristica. È essenziale precisare che l'assegnazione delle coordinate per ciascun materiale all'interno dei quadranti è il risultato di una valutazione qualitativa e comparativa. Il posizionamento di ogni singolo punto è stato stabilito traducendo in relazioni spaziali relative le caratteri-

stiche fisiche, l'affordance sensoriale e i processi generativi analizzati direttamente attraverso l'esame dei campioni materici e la documentazione tecnica dei 20 casi studio di eccellenza. Questi ultimi, evidenziati puntualmente nelle matrici, fungono da indicatori tassonomici e riferimenti progettuali principali. A essi è stata affiancata una distribuzione di background, derivata dalle tendenze statistiche del database espanso di 80 materiali, al fine di visualizzare la densità e le direttrici dell'attuale innovazione industriale. L'incrocio qualitativo di questi dati ha generato quattro mappe diagnostiche fondamentali, che costituiscono l'ossatura logica del Material Strategy Canvas.

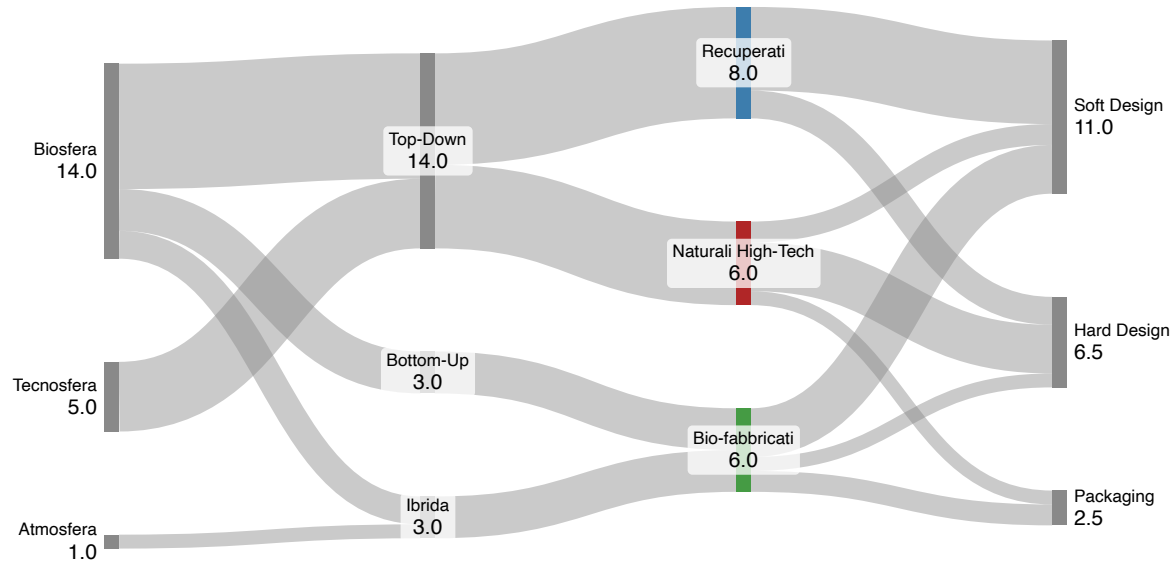
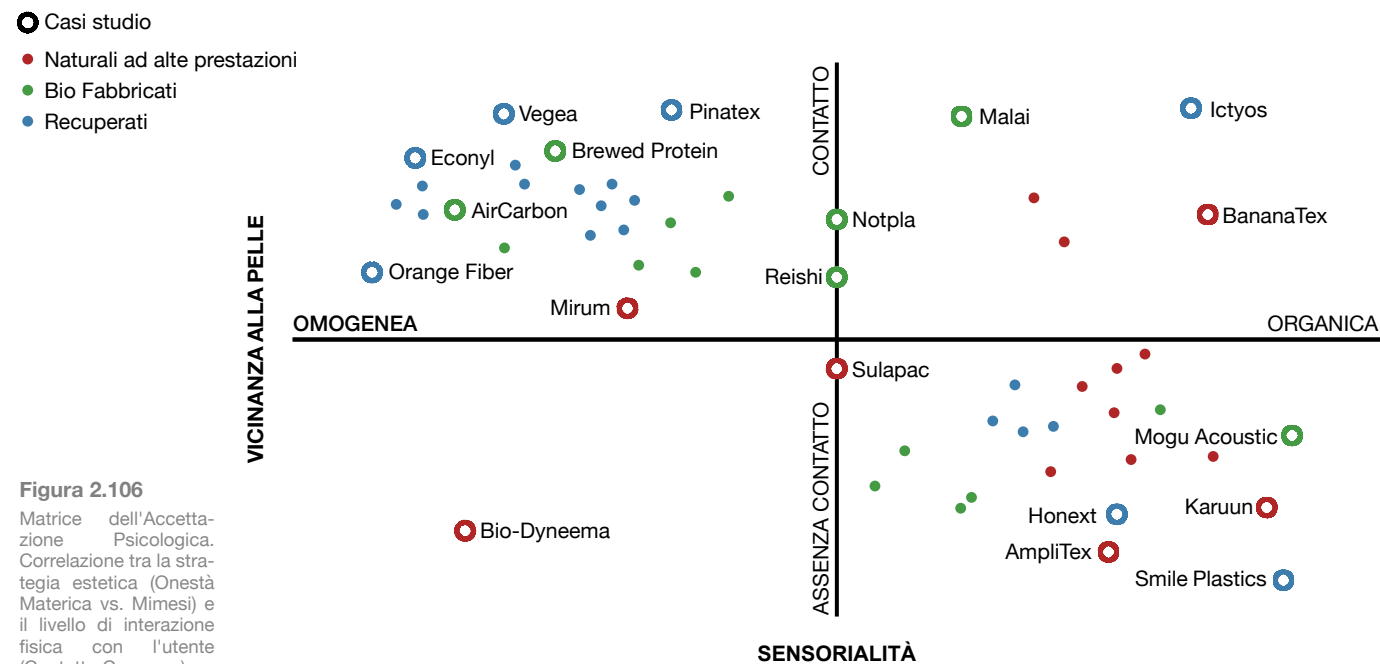


Figura 2.105
Diagramma di Sankey delle traiettorie materiche. Il grafico traccia il flusso di vita dei 20 casi studio d'eccellenza, mappandone il percorso dall'origine della risorsa fino al settore di applicazione finale.

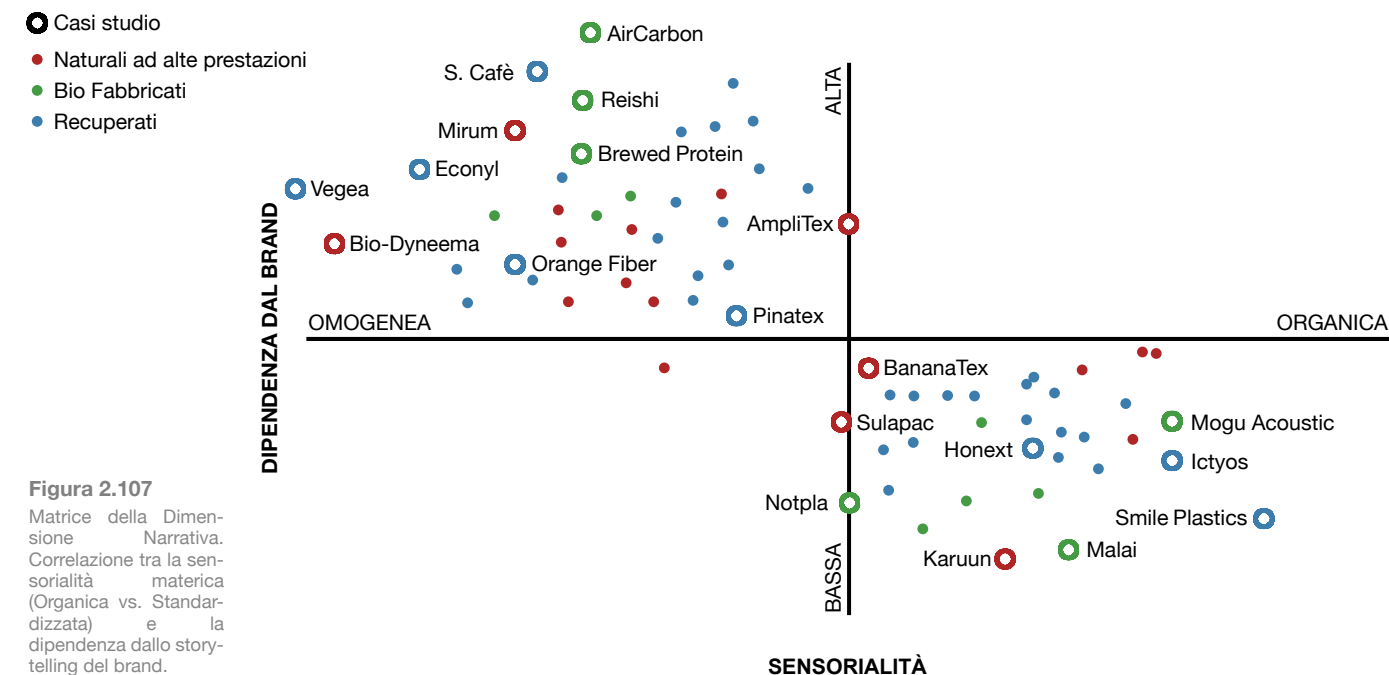


Dalla Sensorialità all'Accettazione del Consumatore (Mimesi e Alta Moda): L'accettazione psicologica dei nuovi materiali circolari da parte del consumatore varia significativamente in base all'origine della risorsa, delineando specifiche e necessarie strategie estetiche di design. Mentre le biomasse di origine vegetale beneficiano tendenzialmente di un'elevata accettazione sociale, i materiali bio-fabbricati a partire da funghi o batteri, così come i derivati da rifiuti urbani estremi, si scontrano frequentemente con la complessa barriera psicologica del disgusto verso le risorse recuperate, nota in letteratura come *yuck factor*¹ e la reazione di disgusto verso le risorse recuperate (Meng & Leary, 2021). Per ovviare a tale repulsione, l'analisi comparativa (Fig. 2.106)

evidenzia come materiali quali Econyl, Vegea, Mirum e *Brewed Protein* si presentino con superfici lisce, omogenee e pattern ingegnerizzati che imitano i tessuti e i pellami classici. Questa scelta tecnica rassicura l'utente attraverso un'estetica familiare e convenzionale. In questo delicato processo di transizione, il settore dell'abbigliamento e della pelletteria di lusso si è affermato come il principale ambito trainante: il contesto dell'Alta Moda, infatti, agisce come un potente validatore culturale in grado di ridurre la barriera psicologica del disgusto, (Meng & Leary, 2021), e conferire pregio a materie prime altrimenti rifiutate (Joy et al., 2012). Le evidenze si possono osservare nei dati di mercato ed indagini del Report MII 2023, che parlano delle collaborazioni tra

produttori o start up di materiali innovativi e brand affermati, come Stella McCartney o le maison del gruppo Kering. Un'altro concetto che accompagna i nuovi materiali della transizione sul mercato, in questa tesi viene denominato "mimesi". Si tratta di una strategia che cerca di nascondere la composizione del materiale, replicando i canoni estetici del lusso tradizionale e abbassando così le barriere di accettazione del consumatore.

L'Onestà Materica, l'Affordance e le Implicazioni Ambientali: Materiali come Smile Plastics, Honext e Mogu, esibiscono invece la composizione originaria della risorsa, in maniera più o meno esplicita, attraverso irregolarità strutturali

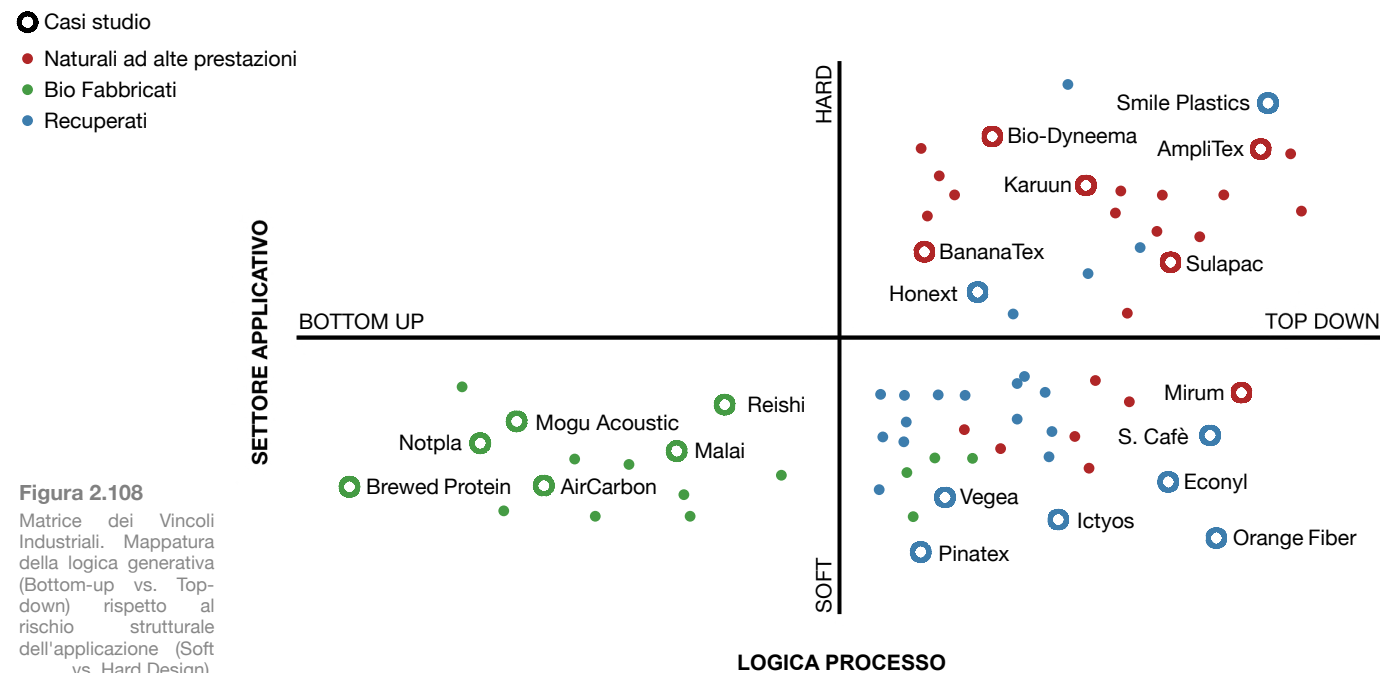


e morfologiche. Questo approccio è definito in questa tesi come "onestà materica". In questo contesto, l'imperfezione visibile e tattile non costituisce in alcun modo un difetto, bensì una comunicazione tangibile di sostenibilità di quelli che Sauerwein et al. (2017) definiscono materiali rigenerati (*revived materials*). Mostrare l'eterogeneità della materia funziona come una precisa strategia di design atta a educare l'utente alla circolarità: la texture grezza o disomogenea legittima il valore autentico del materiale, svelandone la storia pregressa. Questa modulazione dell'affordance innesca nell'utente un comportamento psicologico profondamente diverso, comunicando attributi di naturalità o fragilità che lo inducono

attivamente a un'interazione più attenta, al rispetto dell'oggetto e a comportamenti d'uso sostenibili. Emerge così un legame sistemico e inscindibile tra sensorialità e ambiente (figura 2.107): la progettazione consapevole della superficie cessa di essere una mera finitura cosmetica e diventa uno strumento attivo per prolungare il ciclo di vita del prodotto, instaurando una connessione emotiva profonda che contrasta le logiche dell'obsolescenza e valorizza l'imperfezione come manifesto di ecologia autentica.

Identità, Riconoscibilità e Storytelling: Oltre al dato fisico e sensoriale, l'accettazione del consumatore è profondamente governata dalla dimensione narrativa del materiale,

ovvero dalla sua intrinseca capacità di comunicare la propria storia e identità. L'analisi dei casi studio rivela che la riconoscibilità dell'origine genera due distinte tipologie di narrazione. In materiali come Notpla o Smile Plastics, la narrazione è 'visibile': la storia della materia coincide con la sua sensorialità, e la presenza di frammenti di scarto o fibre esposte rende l'identità ecologica immediatamente decodificabile dall'utente, legittimando in modo diretto l'autenticità del processo circolare. Al contrario, i materiali che adottano la strategia di mimesi hanno una narrazione intrinseca debole, sostenuta solo dallo storytelling aziendale. Ad esempio, il materiale S.Café non profuma di caffè, e la pelle in AirCarbon non



mostra visivamente l'assorbimento dei gas serra. L'unico modo per comunicare come il materiale si lega alla transizione ecologica, è attraverso la comunicazione aziendale, che fa leva sull'innovazione del processo produttivo, sulle certificazioni di filiere, sull'origine della risorsa o sul raggiungimento di prestazioni funzionali estreme. Questa narrazione invisibile si rivela cruciale per comprendere come lo storytelling conferisce un significato (meaning) a una superficie altrimenti anonima, assicurando il consumatore sulla reale valenza ecologica dell'oggetto.

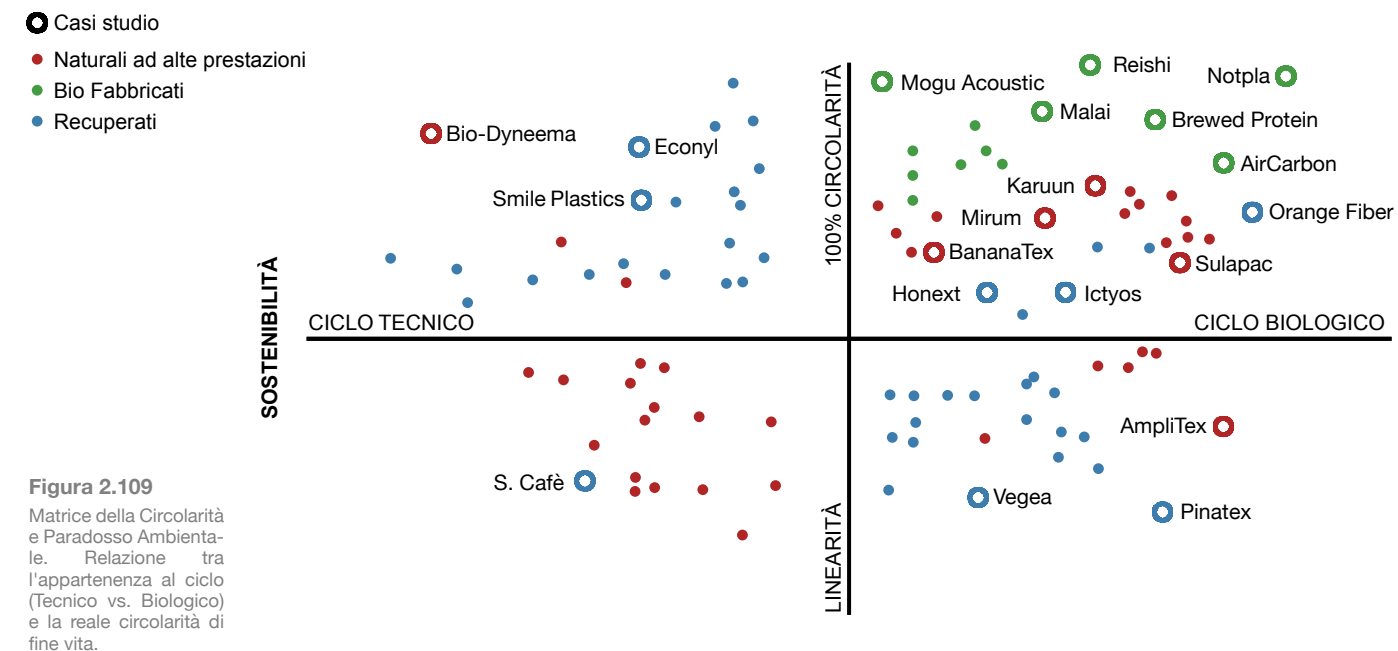
I processi produttivi: La logica generativa del materiale definisce le tempistiche industriali e la conseguente selezione delle applicazioni

di mercato (Fig. 2.108). I processi top-down di natura termo-meccanica, impiegati per materiali come Sulapac o AirCarbon, consentono la creazione di soluzioni di tipo "drop-in", immediatamente assorbibili e scalabili all'interno delle infrastrutture produttive preesistenti. I materiali che hanno una logica di processo *bottom-up* introducono la problematica della lentezza del processo produttivo. I tempi di crescita degli organismi all'interno di bioreattori dedicati, sono infatti troppo lunghi per i ritmi dell'industria tradizionale (Camere & Karana, 2018). Questo comporta l'applicazione di materiali bio-fabbricati in settori a basso rischio strutturale (come il packaging effimero) poiché generano intrinsecamente membrane sottili o schiume volumetriche leggere (Karana et al.,

2018). Le applicazioni strutturali gravose nell'automotive e nell'edilizia sono invece monopolizzate dal regno *Plantae*, rappresentato da materiali ad alte prestazioni come Bananatex o dai legni modificati, essendo la fibra vegetale ingegnerizzata la classe di risorse naturali maggiormente utilizzata naturale attualmente capace di replicare la densità e l'estrema resistenza al carico dei tecnopolimeri (Girijappa et al., 2019)

Nota 1

Yuck Factor: Termine ampiamente usato in letteratura per descrivere una reazione emotiva e istintiva di repulsione o rifiuto verso un'idea, un'interfaccia o un prodotto (Fonte: Meng & Leary, 2021)



Processi Produttivi, Segmentazione e Ibridi Mostruosi: L'integrazione di queste tipologie materiche nelle filiere produttive globali genera un inevitabile compromesso ambientale tra l'ideale teorico di circolarità e il pragmatismo richiesto dalle logiche industriali. Il mercato richiede altissime performance e garanzie di durabilità estrema, spingendo la progettazione dei nuovi materiali verso pressanti dinamiche di 'overengineering' (Material Innovation Initiative [MII], 2023). Nel tentativo di ottenere tali prestazioni partendo da biomasse di scarto intrinsecamente deboli (Fig. 2.109), come nei casi specifici di Piñatex o S.Café, il design è sovente costretto a ricorrere all'utilizzo di leganti sintetici, poliuretano o polie-

stere riciclato (rPET). Tale unione chimica o meccanica permanente genera inestricabili "monstrous hybrids", ovvero materiali che fondono il metabolismo biologico con quello tecnico, rendendo impossibile o altamente inefficiente il recupero e la biodegradazione a fine vita (McDonough & Braungart, 2002). Il mercato attuale agisce tuttavia secondo una chiara e misurabile logica volta al progresso continuo piuttosto che alla perfezione immediata, accettando temporaneamente questi compromessi funzionali pur di scalare con tempestività la transizione ecologica ed emancipare gradualmente il sistema produttivo dalla dipendenza dal petrolio primario (Material Innovation Initiative [MII], 2023).

Queste relazioni trasversali individuate dimostrano che l'Identità del Materiale emerge dall'interazione tra i quattro profili più che dalla sola appartenenza a una macro-famiglia tassonomica. Questa interazione costituisce il fondamento concettuale del Material Strategy Canvas presentato nel Capitolo 3, e giustifica la struttura delle linee guida operative che traducono queste relazioni in indicazioni progettuali specifiche.

Bibliografia capitolo 2

Ananas Anam. (s.d.-a). Sales & Sampling / About Us. Recuperato da <https://www.ananas-anam.com/anam-palf/>

Ananas Anam. (s.d.-b). Piñatex Original - Technical Data Sheet. <https://www.ananas-anam.com/wp-content/uploads/2023/10/Pinatex-Collections-Technical-Data-Sheets.pdf>

Aquafil. (s.d.). Ambiente. Recuperato da <https://www.aquafil.com/it/ambiente/>

Ashby, M. F. (2011). Materials selection in mechanical design (4th ed.). Butterworth-Heinemann.

Bananatex. (s.d.). Bananatex®. Recuperato da <https://www.bananatex.info/>

Baccini, P., & Brunner, P. H. (2012). Metabolism of the Anthroposphere: Analysis, evaluation, design (2nd ed.). MIT Press.

Bcomp. (s.d.). ampliTex™ technical fabrics. Recuperato da <https://www.bcomp.com/products/amplitex/>

Cacopardo, G. (2025, 13 novembre). Il potere del micelio come materiale: Il futuro del packaging 100% compostabile. Terracquea. <https://www.terracquea.org/2025/11/13/micelio-come-materiale-packaging/>

Camere, S., & Karana, E. (2017). Growing materials for product design. In Proceedings of EKSIG 2017: Alive. Active. Adaptive (pp. 101-115).

Camere, S., & Karana, E. (2018). Fabricating materials from living organisms: An emerging design practice. Journal of Cleaner Production, 186, 570-587. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.03.081>

Circular Design Co. (s.d.). Circular Material Library. Recuperato da <https://circulardesignco.com/circularmateriallibrary/>

Circular Material Library. (2023, 18 Marzo). MIRUM® | A biobased leather-like material. Recuperato da <https://circularmateriallibrary.org/material/mirum/>

Cornish, E. H. (1987). Materials and the designer. Cambridge University Press.

Dal Palù, D., & Lerma, B. (2023). How Natural Are the “Natural”

Materials? Proposal for a Quali-Quantitative Measurement Index of Naturalness in the Environmental Sustainability Context. Sustainability, 15(5), 4349. <https://doi.org/10.3390/su15054349>

Decustik. (s.d.). Honext Acoustic Panel. Recuperato da <https://www.decustik.com/en/products/acoustic-panels/honext-acoustic-panel-honext-system/>

Del Curto, B. (2011). I materiali per il design. Introduzione ai materiali e alle loro proprietà. Casa Editrice Ambrosiana.

Dyneema. (s.d.-a). End-to-end sustainability | Dyneema®. Recuperato da <https://www.dyneema.com/sustainability>

Dyneema. (s.d.-b). Dragline and shovel pendants | Dyneema®. Recuperato da <https://www.dyneema.com/sectors/manufacturing-and-construction/dragline-and-shovel-pendants>

Fabriclore. (2023). Piñatex: The Vegan Leather Alternative. Recuperato da <https://fabriclore.com/>

Ferrara, M., & Lucibello, S. (2008). Design follows materials. Alinea Editrice.

Fibre2Fashion. (s.d.). Coffee Ground Fibre – A Most Worthwhile Fibre. Recuperato da <https://www.fibre2fashion.com/industry-article/8379/coffee-ground-fibre-a-mostworthwhile-fibre>

Future Materials Bank. (s.d.). Future Materials Bank. Recuperato da <https://www.futurematerialsbank.com/>

Giaccardi, E., & Karana, E. (2015). Foundations of materials experience: An approach for HCI. In Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems (pp. 2447-2456).

Thyavihalli Girijappa, Y. G., Mavinkere Rangappa, S., Parameswaranpillai, J., & Siengchin, S. (2019). Natural fibers as sustainable and renewable resource for development of eco-friendly composites: A comprehensive review. Frontiers in Materials, 6, Article 226. <https://doi.org/10.3389/fmats.2019.00226>

Gottifredi Maffioli. (s.d.-a). ABOUT BIO-BASED DYNEEMA, lightweight and strength fiber. Recuperato da <https://www.gottifredimaffioli.com/en/about-bio-based-dyneema/>

Gottifredi Maffioli. (s.d.-b). Special covers. Recuperato da <https://www.gottifredimaffioli.com/en/products/marine/special-covers-en/>

Holzrausch. (s.d.). La scoperta di una materia prima. Recuperato da <https://www.holzrausch.de/it/storie/karuun/>

Honext. (s.d.). Homepage. Recuperato da <https://honext.eu/>

Joy, A., Sherry, J. F., Venkatesh, A., Wang, J., & Chan, R. (2012). Fast fashion, sustainability, and the ethical appeal of luxury brands. Fashion Theory, 16(3), 273-295.

Karana, E., Blauwhoff, D., Hultink, E. J., & Camere, S. (2018). When the material grows: A case study on designing (with) mycelium-based materials. International Journal of Design, 12(2), 119-136.

Karana, E., Barati, B., Rognoli, V., & van der Laan, A. Z. (2015). Material driven design (MDD): A method to design for material experiences. International Journal of Design, 9(2), 35-54.

Karana, E. (2012). Characterization of 'natural' and 'high-quality' materials to improve perception of bio-plastics. Journal of Cleaner Production, 37, 316-325.

Karana, E. (2010). How do materials obtain their meanings?. METU Journal of the Faculty of Architecture, 27(2), 271-285.

Lenzing. (2023, 20 Febbraio). Lenzing and NFW partner to provide sustainable leather alternatives for fashion. Recuperato da <https://www.lenzing.com/newsroom/news-events/lenzing-and-nfw-partner-to-provide-sustainable-leather-alternatives-for-fashion/>

Lerma, B., Dal Palù, D., De Giorgi, C., & Emidi, N. (2022). La cultura dei materiali e il lato sensoriale del progetto. Atti e Rassegna Tecnica della Società degli Ingegneri e degli Architetti in Torino, 155(1-2-3), 148-154.

Lerma, B., De Giorgi, C., & Allione, C. (2011). Design e materiali: Sensorialità, sostenibilità, progetto. FrancoAngeli.

Malai. (s.d.). About Malai. Recuperato da <https://made-from-malai.com/about/>

Manzini, E., & Vezzoli, C. (1998). Lo sviluppo del prodotto sostenibile. I requisiti ambientali dei prodotti industriali. Maggioli Editore.

Manzini, E. (1986). La materia dell'invenzione. Arcadia.

Material Innovation Initiative. (2023). State of the Industry Report: Next-Gen Materials. Recuperato da <https://www.materialinnovation.org/>

Material Times. (2018). Zuzana Gombošová fed coconut water to bacteria, and developed the unique material Malai. Recuperato da <https://www.materialtimes.com/articles/zuzana-gombosova-fed-coconut-water-to-bacteria-and-developed-the-unique-material-malai>

MaterialDistrict. (2016, 27 Ottobre). Fabric from orange peel: Orange Fiber. Recuperato da <https://materialdistrict.com/article/fabric-orange-peel-orange-fiber/>

MaterialDistrict. (2017a). Piñatex. Recuperato da <https://materialdistrict.com/material/pinatex/>

MaterialDistrict. (2017b, 4 Dicembre). Karuun. Recuperato da <https://materialdistrict.com/material/karuun/>

MaterialDistrict. (2018, 9 Maggio). Malai. Recuperato da <https://materialdistrict.com/material/malai/>

MaterialDistrict. (2019, 29 Agosto). Mass-producible straws made of a biodegradable composite. Recuperato da <https://materialdistrict.com/article/mass-producible-straws-biodegradable-composite/>

MaterialDistrict. (2021, 14 Ottobre). HONEXT Panel. Recuperato da <https://materialdistrict.com/material/honext/>

MaterialDistrict. (2022, 26 Settembre). Bananatex. Recuperato da <https://materialdistrict.com/material/bananatex/>

MaterialDistrict. (s.d.-a). Acoustic design mycelium panels. Recuperato da <https://materialdistrict.com/article/acoustic-design-mycelium-panels/>

MaterialDistrict. (s.d.-b). Reishi in the Nordic light: merging Danish design with mycelium-based innovation. Recuperato da <https://materialdistrict.com/article/reishi-in-the-nordic-light-merging-danish-design-with-mycelium-based-innovation/>

MaterialDistrict. (s.d.-c). Sculptural furniture blending illusion and biomaterials: Studio Tooj's DUK x Reishi series. Recuperato da <https://materialdistrict.com/article/sculptural-furniture-blending-illusion-and-biomaterials-studio-toojs-duk-x-reishi-series/>

MaterialDistrict. (s.d.-d). Smile Plastics. Recuperato da <https://materialdistrict.com/material/smile-plastics/>

MaterialDistrict. (s.d.-e). SQUAMA® salmon leather. Recuperato da <https://materialdistrict.com/material/squama-salmon-leather/>

Materie Oscure. (s.d.). HONEXT. Recuperato da <https://www.materieoscure.it/post/honext>

Materiom. (s.d.). Materiom. Recuperato da <https://materiom.org/>

MATto. (s.d.). MATto: Materioteca del Politecnico di Torino. Recuperato da <http://www.matto.design/>

McDonough, W., & Braungart, M. (2002). *Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things*. North Point Press.

Meng, M. D., & Leary, R. B. (2021). It might be ethical, but I won't buy it: Perceived contamination of, and disgust towards, clothing made from recycled plastic bottles. *Psychology & Marketing*, 38(2), 298-312. <https://doi.org/10.1002/mar.21323>

Mishra, S., Mohanty, A. K., Drzal, L. T., Misra, M., & Hinrichsen, G. (2011). A review on pineapple leaf fibers, sisal fibers and their biocomposites. *Macromolecular Materials and Engineering*, 289(11), 955-974.

MoEa. (s.d.). Grape Leather. Recuperato da <https://moea.com/>

Mogu. (s.d.-a). Acoustic. Recuperato da <https://mogu.bio/pannelli-acustici/>

Mogu. (s.d.-b). Homepage. Recuperato da <https://mogu.bio/>

Mohanty, A. K., Misra, M., & Drzal, L. T. (2002). Sustainable bio-composites from renewable resources: Opportunities and challenges in the green materials world. *Journal of Polymers and the Environment*, 10(1-2), 19-26. <https://doi.org/10.1023/A:1021013921916>

MycoWorks. (2022). Fine Mycelium™: A new paradigm in material performance [White paper]. Recuperato da <https://www.mycoworks.com/>

MycoWorks. (2023, Ottobre). MycoWorks celebrates ribbon-cutting at South Carolina plant [Comunicato stampa]. Recuperato da <https://www.mycoworks.com/>

MycoWorks. (s.d.). Reishi™: A New Category of Material. Recuperato da <https://www.mycoworks.com/blog/reishi-mycelium-material>

NauticExpo. (s.d.). AmpliTex® 5040. Recuperato da <https://www.nauticexpo.com/prod/bcomp-ltd/product-51016-516463.html>

Newlight Technologies. (s.d.-a). AIRCARBON. Recuperato da <https://www.newlight.com/aircarbon>

Newlight Technologies. (s.d.-b). Homepage. Recuperato da <https://www.newlight.com/>

Newlight Technologies. (s.d.-c). TECHNOLOGY. Recuperato da <https://www.newlight.com/technology>

NFW. (s.d.). MIRUM - Natural Fiber Welding. Recuperato da <https://nfw.earth/mirum>

Notpla. (s.d.-a). Notpla Shop - Sustainable packaging. Recuperato da <https://notpla.shop/>

Notpla. (s.d.-b). We make packaging disappear. Recuperato da <https://www.notpla.com/>

Nu Design Spaces. (s.d.). Karuun. Recuperato da <https://www.nudesignspaces.com/discover-digital-assets/p/karuun>

Oliver Co. (s.d.). MIRUM®. Recuperato da <https://olivercompanylondon.com/pages/mirum>

Orange Fiber. (s.d.). Tessuti sostenibili dai sottoprodotti del succo di agrumi. Recuperato da <https://orangefiber.it/it/>

Papile, F., & Del Curto, B. (2021). Improving the material selection process in product design activity: An overview of material repositories. In *EDULEARN21 Proceedings* (pp. 3089-3098). IATED.

Repubblica. (2021, 11 Aprile). Questa giacca è di ananas: Piñatex, il tessuto vegetale che nasce dagli scarti. Recuperato

da https://d.repubblica.it/culture/power/2021/04/11/news/questa_giacca_e_di_ananas_pinatex_il_tessuto_vegetale_che_nasce_dagli_scarti-424394280/

Rinnovabili.it. (s.d.). Reishi, il biomateriale di micelio che sfida la pelle. Recuperato da <https://www.rinnovabili.it/economia-circolare/ecodesign/reishi-biomateriale-micelio-pelle>

Rognoli, V., Bianchini, M., Maffei, S., & Karana, E. (2015). DIY Materials. *Materials & Design*, 86, 692-702.

Sauerwein, M., Karana, E., & Rognoli, V. (2017). Revived beauty: Research into aesthetic appreciation of materials to valorise materials from waste. *Sustainability*, 9(4), 529.

Singtex. (s.d.-a). S.Café®. Recuperato da <https://www.singtex.com/product-overview/fabric/s-cafe/>

Singtex. (s.d.-b). S.Café® Yarn. Recuperato da <https://scafe-fabrics.com/s-cafe-technology/s-cafe-yarn/>

Smile Plastics. (s.d.). Materials. Recuperato da <https://smile-plastics.com/>

Spiber. (2024). Paper publication on environmental biodegradability of Brewed Protein. Recuperato da <https://spiber.inc/en/news/486>

Spiber. (s.d.-a). Brewed Protein™ fiber. Recuperato da <https://spiber.inc/en/protein>

Spiber. (s.d.-b). Products and prototypes featuring Brewed Protein™ materials. Recuperato da <https://spiber.inc/en/projects>

Spiber. (s.d.-c). Sustainability. Recuperato da <https://spiber.inc/en/sustainability>

Sprudge. (2017). Upcycled Coffee Textiles: Out Of The Garbage Can And Into The Dyer. Recuperato da <https://sprudge.com/can-you-wear-the-coffee-you-drink-125116.html>

Station F. (2019, 13 Maggio). Meet Ictyos, the startup transforming fish skin into leather. Recuperato da <https://stationf.co/news/meet-ictyos-the-startup-transforming-fish-skin-into-leather>

Stella McCartney. (s.d.). Bananatex®: banana plant-based, low-impact fibre. Recuperato da <https://www.stellamccartney.com/gb/en/stellas-world/bananatex-banana-plant-based-low-impact-fibre.html>

[low-impact-fibre.html](https://www.stellamccartney.com/gb/en/stellas-world/bananatex-banana-plant-based-low-impact-fibre.html)

Sulapac. (s.d.-a). Materials. Recuperato da <https://www.sulapac.com/materials/>

Sulapac. (s.d.-b). Sulapac Materials – Safe for People and the Planet. Recuperato da <https://www.sulapac.com/safe-for-people-and-planet/>

Sulapac. (s.d.-c). Sustainable materials for injection molding. Recuperato da <https://www.sulapac.com/materials-injection-molding/>

Taiwan Panorama. (s.d.). A Green Revolution in Textiles. Recuperato da <https://www.taiwan-panorama.com/en/Articles/Details?Guid=5a6e77df-184f-4fe0-89c1-401a8169ac8e>

Vandelook, S., Elsacker, E., Peeters, E., & De Mey, M. (2021). Current state and future prospects of pure mycelium materials. *Fungal Biology Reviews*, 35(3), 20-33.

Vegea Company. (s.d.). GrapeSkin: La Struttura. Recuperato da <https://vegeacompany.com/it/material/grapeskin/>

Vesti la natura. (s.d.-a). Econyl. Recuperato da <https://www.vestilanatura.it/fibre-tessili/sintetiche/econyl/>

Vesti la natura. (s.d.-b). Malai, Ecopelle In Cellulosa Batterica Da Acqua Di Cocco. Recuperato da <https://www.vestilanatura.it/pelli-vegetali-vegane/malai/>

Vesti la natura. (s.d.-c). Orange Fiber, Da Scarti Di Agrumi A Incantevoli Tessuti. Recuperato da <https://www.vestilanatura.it/fibre-tessili/artificiali/orange-fiber/>

Vesti la natura. (s.d.-d). Piñatex, un'alternativa sostenibile alla pelle derivata dall'ananas. Recuperato da <https://www.vestilanatura.it/pelli-vegetali-vegane/pinatex/>

Vesti la natura. (s.d.-e). Vegea. Recuperato da <https://www.vestilanatura.it/pelli-vegetali-vegane/vegea/>

Il Framework Operativo

3

3.1 Verso il framework operativo

I nuovi materiali per la transizione ecologica esistono, ma i designer faticano a usarli. Non per mancanza di informazioni tecniche, ma perché nessuno strumento li aiuta a capire come poterli gestire ed utilizzare. Di fronte a problematica del *Translation gap* (Lerma & Dal Palù, 2016; Lerma et al., 2011) i progettisti rischiano di rimanere bloccati in una fase di pura esplorazione empirica, faticando a convertire la *Material agency* in precise specifiche di prodotto e rendendo necessaria la costruzione di uno strumento che traduca l'indagine teorica in prassi progettuale.

Come ampiamente dimostrato dall'analisi dei casi studio, l'Identità di tali materiali può essere determinata da quattro profili imprescindibili: ambientale, sensoriale, narrativo e tecnico, che diventano i parametri operativi del nuovo framework, che il designer è chiamato a interrogare e compilare attivamente.

In questa complessa transizione ecologica, il Material Strategy Canvas assume il ruolo di *Shift Left* metodologico. Collocandosi esclusivamente nella fase metaprogettuale, esso impedisce al progettista di definire l'architettura del progetto

prima di aver risolto alcune questioni di importanza sistemica, quali il fine vita, il disassemblaggio o la deperibilità della materia.

L'obiettivo di questo capitolo è formalizzare la creazione di questo strumento metaprogettuale (figura 3.1). Al fine di guidare il progettista dall'indagine primaria alla validazione formale, il framework "operazionalizza" l'impalcatura teorica del Material Driven Design (MDD) (Karana et al., 2015) articolandosi in quattro strumenti di natura rigorosamente consequenziale:

Strumento A: Questionari (Fase Esplorativa e Analitica dell'Identità)

Strumento B: Diagramma di Flusso (Fase Tassonomica)

Strumento C: Material Strategy Canvas (Fase di Sintesi e Mappatura dell'Identità)

Strumento D: Linee Guida Operative (Fase Progettuale prescrittiva divisa per categorie materiche)

Nota 1
Shift Left: indica l'anticipazione dei vincoli nelle fasi iniziali del progetto

Figura 3.1
Schema che mostra il funzionamento del framework

Strumento A
Fase esplorativa

Strumento B
Fase tassonomica

Strumento C
Fase di sintesi

Strumento D
Fase prescrittiva



3.2 Il ribaltamento metodologico

Il paragrafo precedente ha introdotto il *Material Strategy Canvas* come *Shift Left* metodologico applicato alla fase metaprogettuale. L'applicazione di questo principio (Smith, 2001; Ulrich & Eppinger, 2015) al quadro esigenziale-prestazionale (Ente Nazionale Italiano di Unificazione, 1981) costituisce la traduzione operativa specifica proposta in questa ricerca per rendere praticabile, nel linguaggio metodologico della progettazione industriale italiana, il principio più generale di anticipazione decisionale già presente nel *Material Driven Design* (Karana et al., 2015). Il *Material Strategy Canvas* si fonda dunque su una profonda rielaborazione strutturale del processo di design classico.

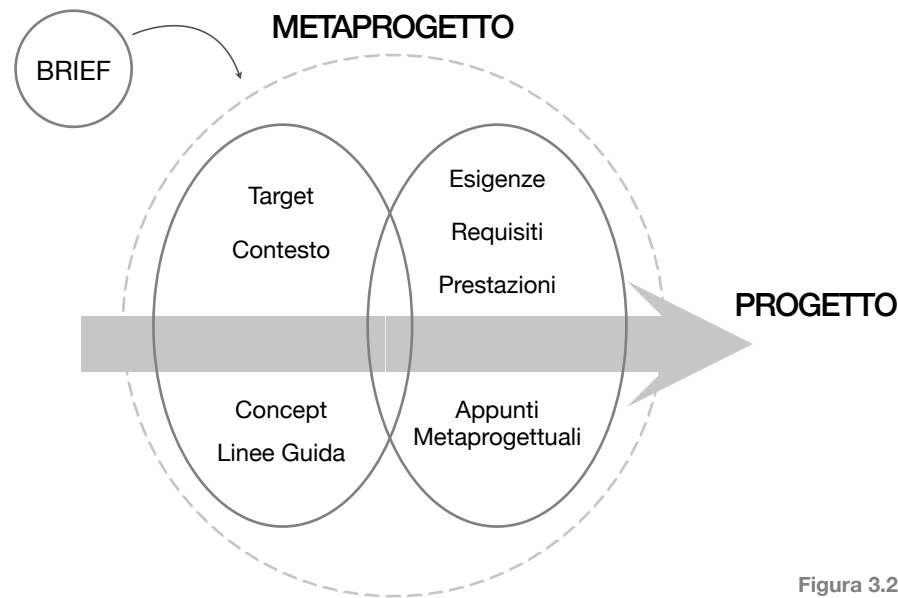


Figura 3.2
Quadro esigenziale
prestazionale

3.2.1 La meccanica dell'approccio lineare

Nella metodologia classica lo sviluppo del concept procede secondo una precisa cascata gerarchica (figura 3.2). Il processo si innesca dall'Esigenza, un bisogno strettamente antropocentrico legato alla funzione pratica che l'oggetto dovrà assolvere. Questa necessità primaria viene tradotta in un Requisito, ovvero un parametro di progetto o un vincolo geometrico/funzionale da rispettare, il quale a sua volta impone una Prestazione target oggettiva e quantificabile.

All'interno di questo schema lineare, pur potendo talvolta costituire un vincolo iniziale in specifici settori, il materiale interviene prevalentemente a valle del processo decisionale. Tradizionalmente, i materiali classici sono selezionati una volta completata la fase di concept, in maniera da scegliere quello più adatto ai requisiti di progetto (Ashby, 2011; Karana et al., 2015).

3.2.2 L'inversione del framework

Il *Material Strategy Canvas* opera un'inversione assiale di questo flusso temporale, integrando sul piano operativo i principi del Material Driven Design (Karana et al., 2015). Il framework riorganizza la logica del quadro esigenziale-prestazionale classico, sostituendo la gerarchia top-down con una progressione generativa *bottom-up*, strutturata in quattro passaggi analitici e decisionali:

Il Punto di Partenza: Il processo metaprogettuale, in questo caso, ha origine dalla scoperta delle proprietà della risorsa, identificandole secondo i profili ambientale, sensoriale, narrativo e tecnico.

Determinazione delle opportunità progettuali: Mediante il *Material Strategy Canvas*, il progettista conduce una mappatura intensiva del materiale. In tale perimetro d'azione, lo strumento esclude la mediazione con le dinamiche di mercato per sondare in profondità la materia e decriptarne le logiche strutturali, i limiti invalicabili e le naturali propensioni d'uso (figura 3.3).

La Traduzione in Regole: L'impianto informativo ricavato dal *Canvas* subisce un processo di sintesi sfociando in Linee Guida Operative e Direttive Strategiche. Le proprietà

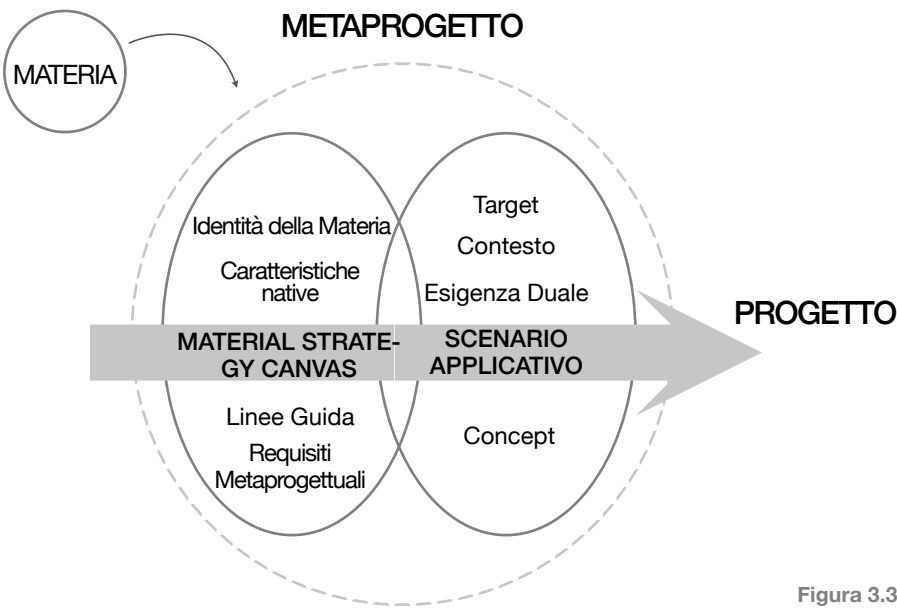


Figura 3.3
Nuovo framework
metaprogettuale

native si convertono in Requisiti Metaprogettuali rigorosi, i quali prescrivono al designer direzioni d'approccio inequivocabili

Il Concept: Il designer individua uno Scenario Applicativo (costituito da Target e Contesto) caratterizzato da un'Esigenza Duale pienamente congruente con i suddetti vincoli. Il Concept finale si cristallizza dunque come la sintesi esatta tra le restrizioni intrinseche della risorsa e una problematica reale in attesa di risoluzione.

3.3 Contesti applicativi e attori

Contesto	Attore	Obiettivo Strategico	Esito e Destinatario
Materiotecche e Centri di Ricerca	Materiotecche, enti di ricerca	Mediazione e trasferimento tecnologico verso le PMI	Canvas utilizzato nelle consulenze alle aziende clienti
Autoproduzione	Designer indipendenti, artigiani	Traduzione dell'identità del materiale in manifesto visivo e territoriale	Concept personale, nessun destinatario terzo
Scoperta applicativa per il produttore	Aziende produttrici di materiali innovativi	Identificazione di mercati e applicazioni non ancora esplorati	Mappa di traiettorie applicative restituita al produttore
Formazione e didattica	Studenti e docenti di design	Apprendimento del paradigma Matter leads to Form	Valutazione didattica e discussione in aula
Reparti R&D e CMF Designer	Progettisti aziendali	Screening tecnico e allineamento identitario al brand	Screening comparativo integrato nella validazione di progetto

Tabella 28
Tabella riassuntiva di attori, contesto di utilizzo e obiettivo del framework

L'impostazione del framework, operante secondo la logica per cui la materia precede le scelte formali, determina i contesti in cui il metodo può esprimere più efficacemente il proprio potenziale (figura 28):

Materiotecche e Centri di Ricerca: Questo è uno dei contesti più coerenti con la logica originaria del framework. Le materiotecche e centri di ricerca ricevono e catalogano materiali innovativi spesso prima ancora che il produttore abbia identificato con precisione i mercati di sbocco. Il framework può essere impiegato per costruire l'identità completa di una risorsa (soprattutto la componente narrativa e sensoriale), facendone derivare le indicazioni sulle traiettorie applicative più coerenti con le sue caratteristiche native, che orientano poi le attività di consulenza verso le aziende clienti. In questo contesto il framework verrebbe presumibilmente **attivato dal ricercatore o dal curatore** della materioteca nel momento in cui il materiale entra in catalogo, prima ancora che si presenti una richiesta esterna. Il Canvas, una volta compilato, resterebbe archiviato come scheda identitaria del materiale, da riprendere in occasione di successive **consulenze alle aziende clienti**.

Designer Indipendenti e Artigiani: Anche in questo caso il materiale precede la scelta formale. Chi lavora con scarti locali, biomasse sperimentali o DIY-Materials (figura 3.4) (Rognoli et al., 2015) ha una materia prima su cui deve costruire un progetto, senza l'aiuto di schede tecniche o brief. Il Canvas agirebbe come supporto nel trasformare gli elementi identitari del materiale, in strumenti di narrazione identitaria o del territorio (Sauerwein et al., 2017). In questo caso il designer coinciderebbe con l'**unico attore coinvolto** in tutte le fasi, senza la distinzione tra partecipanti neutri e progettisti prevista dall'architettura standard del framework (cfr. Fig. 3.5). L'**output coinciderebbe** direttamente con l'avvio della **fase di concept**.



Figura 3.4
Designer Indipendenti che lavorano con i DIY-Materials

Produttori di materiali innovativi privi di un posizionamento di mercato consolidato (figura 3.5): risorse come quelle analizzate nel Capitolo 2, specialmente quando non nascono come sostituti diretti di materiali esistenti, raggiungono spesso una maturità tecnologica significativa **senza aver definito un perimetro applicativo preciso**. In questi casi, il produttore stesso può impiegare il *framework* in formato di *workshop* multidisciplinare, come **strumento di scoperta**, esplorando applicazioni non ancora identificate insieme a interlocutori creativi esterni, partendo dalla materia anziché da un bisogno progettuale dato.

In questo contesto il produttore convocherebbe e coordinerebbe un gruppo misto di progettisti e partecipanti neutri in una sessione di *workshop* dedicata, secondo l'architettura descritta in Fig. 3.5; l'esito, sotto forma di Canvas e concept generati dai vari team, gli verrebbe restituito come **mappa di traiettorie applicative** da valutare per lo sviluppo interno o la ricerca di partner industriali. Il Capitolo 4 riproduce una versione approssimata di questa modalità.

Formazione e la didattica del design: un percorso che intende introdurre gli studenti al paradigma *Matter leads to Form* necessita di uno strumento che renda questo cambiamento praticabile, portando chi apprende a costruire un'applica-



Figura 3.5
Open lab che sviluppa materiali innovativi (Area science park, Trieste)

zione partendo da un campione fisico sconosciuto, senza un brief predefinito.

Il docente attiverebbe il framework come esercitazione strutturata, individuale o in piccoli gruppi, in cui gli studenti assumono di volta in volta sia il ruolo di partecipanti neutri sia quello di progettisti. L'output sarebbe destinato alla valutazione didattica e al confronto in aula tra le **diverse letture dello**

stesso materiale.

Reparti R&D e CMF Designer nelle aziende: Questo contesto rappresenta invece un'**applicazione adattata del framework**. Nelle industrie maggiormente strutturate (arredo, automotive, fashion) il progettista ha spesso già un contesto d'uso o un brief parzialmente definito, e impiega il Canvas per un rapido screening dei nuovi materiali, valutandone la compatibilità con quel contesto e identificando quali caratteristiche native possono essere valorizzate per **allineare la valenza identitaria del materiale al linguaggio del brand** (figura 3.6). Il materiale mantiene un ruolo attivo nel ridefinire le scelte progettuali, nonostante non sia lui a generare il

progetto da zero, quanto più il progetto preesistente a essere verificato e calibrato sulle caratteristiche della risorsa.

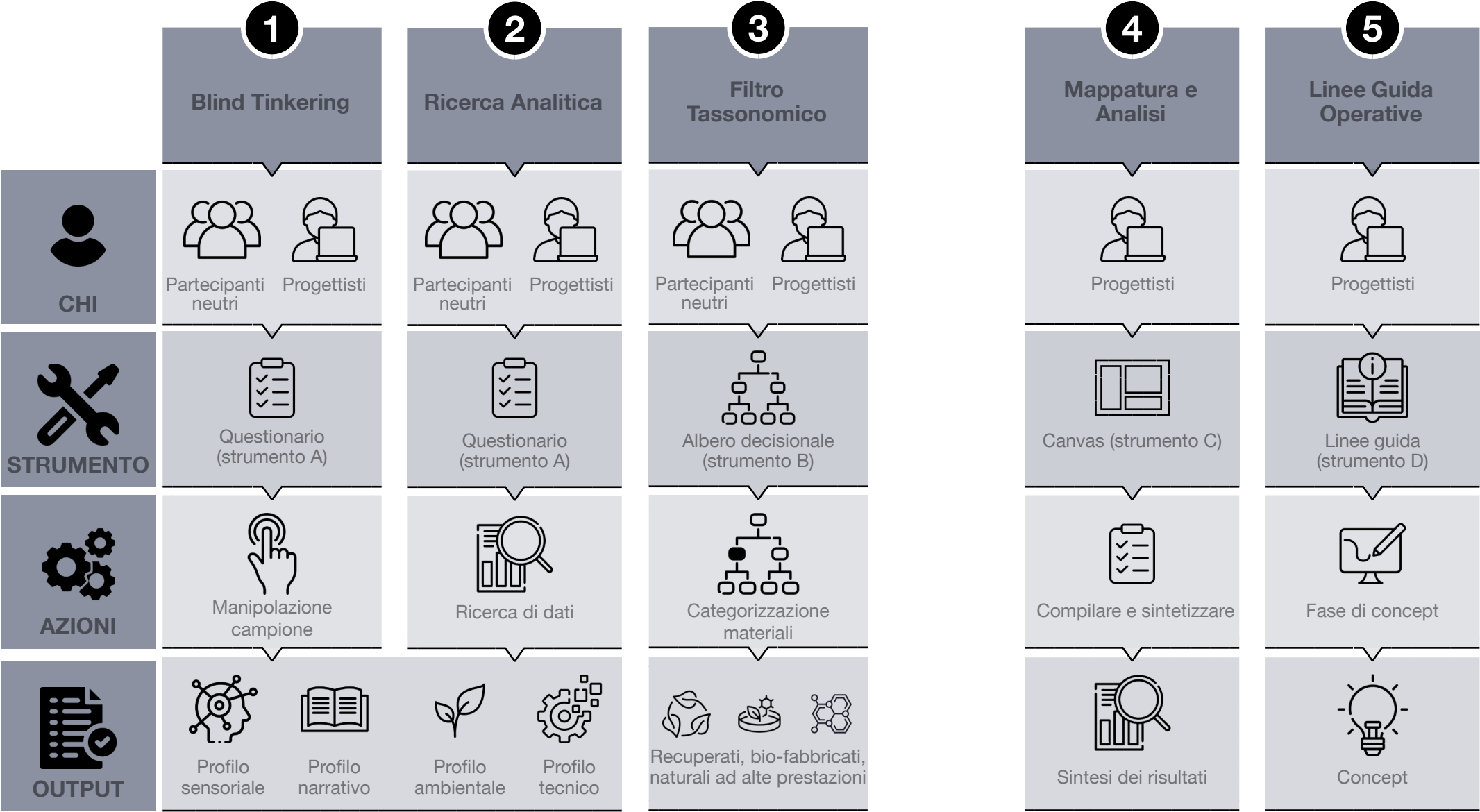
L'attivazione avverrebbe su richiesta interna, nella fase iniziale di un progetto già in corso, con il Canvas compilato dal designer aziendale ed eventualmente supportato dal reparto tecnico per i profili tecnico e ambientale. L'**output** (uno screening comparativo tra materiali candidati) confluirebbe nelle riunioni di **validazione del progetto**, senza costituire un risultato autonomo come negli altri contesti.

Figura 3.6

CMF Designer
nell'azienda True
Design (Interior Design)



3.4 L'architettura del Framework



Il *Material Strategy Canvas* organizza le informazioni attraverso un percorso operativo sequenziale e guidato. Come illustrato nel diagramma generale del framework (Figura 3.7), l'architettura si articola in cinque fasi progressive e coinvolge 5 strumenti specifici: lo Strumento A per l'estrazione primaria dei dati, lo Strumento B per lo smistamento rapido, lo Strumento C per la sintesi dei dati e lo Strumento D per la guida alla generazione del concept. Nell'infografica si osserva inoltre una sezione che definisce gli attori coinvolti, che corrispondono a gruppi misti (partecipanti neutri e progettisti) nella fase di esplorazione materica ed esclusivamente a progettisti nelle fasi di sintesi ed ideazione. Infine il diagramma presenta anche lo strumento operativo da usare, le azioni da effettuare e i risultati da ottenere in ogni fase.

Considerando un singolo campione fisico disponibile, il framework dovrebbe avere una durata complessiva tra 90 e 180 minuti, rendendolo compatibile con le fasi iniziali di brief o con sessioni di workshop multidisciplinare.

Figura 3.7
Diagramma di Flusso che mostra gli attori, le azioni e gli strumenti coinvolti nel framework

3.4.1 Fase Esplorativa (Strumento A: Questionari)

Questo primo strumento traduce in prassi operativa l'impalcatura teorica del *Material Driven Design* (MDD), fondato sui principi della *Materials Experience (MX)* (Karana et al., 2015). Esso risolve il problema pratico dell'estrazione dei dati nelle fasi preliminari di metaprogetto, sopperendo all'assenza o alla frammentarietà delle schede tecniche convenzionali.

La struttura dello Strumento A riprende l'articolazione in quattro profili (sensoriale, narrativo, ambientale e tecnico) introdotta nel Capitolo 2 come traduzione operativa dell'Identità del Materiale (cfr. par. 2.3.2) (figura 3.8). L'indagine si divide in due step complementari sul tavolo del designer L'indagine si divide in due step complementari sul tavolo del designer:

Blind Tinkering: Costituisce l'applicazione operativa principalmente dei livelli sensoriale e narrativo. Inducendo il designer a manipolare fisicamente il campione in cieco, lo strumento permette di estrarre in modo oggettivo le soft qualities della materia, guidando il progettista attraverso una serie di test e domande. Sul piano psicologico e operativo, questa pratica permette di disinnescare preventivamente i bias cognitivi legati al riconoscimento visivo del materiale (Kahneman, 2011; Karana, Hekkert, & Kanda-char, 2009).

Ricerca Analitica: Completa l'esplorazione fenomenologica apportando il dato tecnico e scientifico. Attraverso una serie di domande mirate (inerenti processi industriali, *Life Cycle Assessment*), costringe il progettista a verificare analiticamente principalmente le caratteristiche ambientali e tecniche. Questa verifica documentale risolve in partenza il rischio di incap-pare in pratiche di greenwashing involontario (Dal Palù & Lerma, 2023).

Figura 3.8
Strumento A: Questionari di Blind Tinkering e Ricerca Analitica

Questionario: Blind Tinkering

Profilo Narrativo 



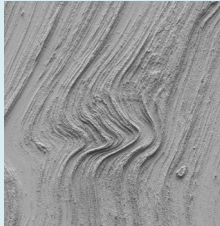
TRASPARENZA NARRATIVA

Azione: Osservare il materiale a occhio nudo

☐ **Origine visibile:** La composizione originale del materiale è riconoscibile

☐ **Ibrida:** La composizione originale è intuibile, ma fortemente standardizzata o alterata dai processi produttivi

☐ **Origine invisibile:** Il materiale maschera la sua composizione



SENSAZIONE SEMANTICA DOMINANTE

Azione: Valutare l'impressione trasmessa dalla superficie

☐ **Organica:** Evoca la terra, i cicli naturali o la crescita viva

☐ **Artigianale:** Evoca il lavoro manuale e l'artigianato

☐ **Tecnica:** Evoca la precisione e la performance ingegneristica



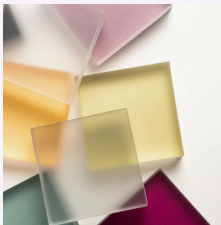
ACCETTAZIONE PSICOLOGICA

Azione: Valutare la reazione emotiva guardando il materiale ed immaginandolo

☐ **Rassicurazione:** Trasmette un senso di comfort, familiarità

☐ **Neutra:** Nessuna reazione emotiva polarizzata

☐ **Repulsione:** Genera un lieve disagio



LUCENTEZZA

Azione: Inclinare il materiale sotto una fonte di luce diretta e osservare il riflesso superficiale

- ☐ **Opaca:** Assorbe la luce, assenza di riflessi
- ☐ **Semilucida:** Diffonde la luce in modo morbido
- ☐ **Lucida / Riflettente:** Crea bagliori acuti o riflessi speculari



TRASPARENZA

Azione: Posizionare il materiale in controluce rispetto a una fonte luminosa intensa

- ☐ **Coprente:** Blocca totalmente il passaggio della luce
- ☐ **Semitrasparente:** Lascia filtrare la luce
- ☐ **Trasparente:** Permette una visione chiara



PERCEZIONE TERMICA

Azione: Appoggiare stabilmente il campione di piatto sull'interno dell'avambraccio per 5 secondi

- ☐ **Calda:** Stabilizza e restituisce il calore corporeo
- ☐ **Neutra:** Non genera variazioni termiche percettibili
- ☐ **Fredda:** Sottrae calore alla pelle per tutta la durata del contatto



SENSAZIONE DI DENSITÀ

Azione: Soppesare il campione a mano aperta, valutandone il peso in relazione al volume visivo

- ☐ **Leggero:** Suggestisce ariosità, una struttura spugnosa
- ☐ **Coerente:** Il peso corrisponde all'aspettativa visiva
- ☐ **Pesante:** Evoca forte compattezza e massa termica



MORFOLOGIA STRUTTURALE

Azione: Osservare la superficie e le eventuali sezioni esposte da distanza ravvicinata.

- ☐ **Porosa:** Presenta micro o macro-cavità o struttura spugnosa
- ☐ **Fibrosa:** Evidenzia filamenti, venature orientate o un reticolo tessile
- ☐ **Granulare:** Composta da frammenti eterogenei pressati
- ☐ **Omogenea:** Densa e continua, priva di vuoti o elementi distinguibili



PROFILO OLFATTIVO

Azione: Avvicinare il campione al naso e inspirare

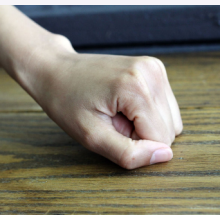
- ☐ **Naturale:** Evidenzia sentori legati alla biomassa di partenza
- ☐ **Inodore:** Totale assenza di esalazioni percettibili
- ☐ **Sintetico:** Rilascia sentori pungenti, plastici o riconducibili a solventi



TEXTURE TATTILE

Azione: Sfregare i polpastrelli sulla superficie del materiale

- ☐ **Ruvida / Irregolare**
- ☐ **Morbida / Vellutata**
- ☐ **Liscia / Continua**

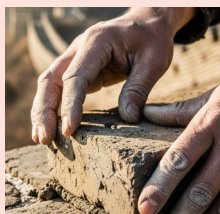


TEST ACUSTICO

Azione: Lasciar cadere il campione di piatto su un tavolo rigido. Poi, picchiettarlo con un unghia

- ☐ **Sordo / Ovattato:** Suono basso e spento
- ☐ **Secco / Pieno:** Suono netto ma privo di eco prolungata
- ☐ **Acuto / Riverberante:** Suono metallico o squillante

Profilo Tecnico



RESIDUI

Azione: Sfregare il materiale tra le dita per alcuni secondi e ispezionare i polpastrelli

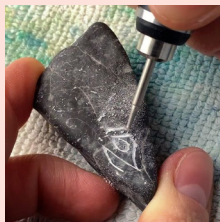
- ☐ **Inerte:** Non rilascia alcuna traccia visibile o tattile sulle mani
- ☐ **Attiva:** Lascia patine, umidità o polvere strutturale sulla pelle



COMPORTAMENTO MECCANICO

Azione: Impugnare saldamente il campione con entrambe le mani e applicare una forza progressiva flettendolo

- ☐ **Rigido:** Non flette e si frattura di netto se forzato
- ☐ **Flessibile:** Si deforma e poi recupera la propria forma
- ☐ **Plastico:** Subisce una deformazione permanente



TEST DI SCALFITURA

Azione: Applicare una forte pressione in un angolo nascosto, grattando con l'unghia

- ☐ **Segnabile:** Si incide facilmente
- ☐ **Autorigenerante:** Il segno si assorbe e scompare passando il dito
- ☐ **Dura:** Respinge la pressione senza subire alcun danno visibile

Questionario: Ricerca Analitica

Profilo Ambientale



GENESI DELLA RISORSA

Azione: Individuare la provenienza della materia prima

- ☐ **Biosfera:** Risorse di origine biologica ottenute tramite processi di crescita naturale
- ☐ **Tecnosfera:** Risorse di origine antropica provenienti dal recupero di rifiuti post-consumo o scarti



REGNO DI APPARTENENZA

Azione: Ricerare la matrice dominante del campione

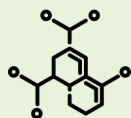
- ☐ **Plantae:** Fibre vegetali, legno, cellulosa, lignina
- ☐ **Animalia:** Proteine, pelli di scarto, collagene
- ☐ **Fungi / Bacteria / Algae:** Micelio, nanocellulosa fermentata
- ☐ **Minerale / Sintetico:** Polimeri riciclati, macerie, vetro



CICLO DI FINE VITA PROGETTATO

Azione: Definire il canale di smaltimento reale a fine utilizzo

- ☐ **Ciclo Biologico:** Biodegradabilità totale e compostaggio
- ☐ **Ciclo Tecnico:** Destinato al riciclo meccanico o chimico
- ☐ **Non Gestibile:** Destinato all'inceneritore, alla discarica o a impieghi di basso valore.

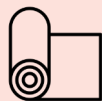


PUREZZA CHIMICA

Azione: Controllare la composizione chimica dichiarata:

- ☐ **Pura:** La coesione è ottenuta in modo naturale
- ☐ **Presenza di poliuretani, additivi:** La resistenza strutturale dipende dall'aggiunta di queste sostanze

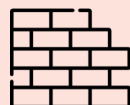
Profilo Tecnico



VINCOLI MORFOLOGICI

Azione: Verificare le schede tecniche per individuare i formati standard in cui il materiale viene venduto

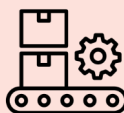
- ☐ **Membrana Bidimensionale:** Fornito in fogli o rotoli
- ☐ **Massa Volumetrica:** Fornito in pannelli, blocchi o mattoni rigidi
- ☐ **Compound Fluido:** Fornito in granuli termoformabili o resine



PROPENSIONE STRUTTURALE

Azione: Analizzare la scheda tecnica (TDS) isolando esclusivamente le proprietà fisico-meccaniche

- ☐ **Strutturale:** Sopporta elevati carichi statici e sollecitazioni dinamiche
- ☐ **Funzionale:** prestazioni tecniche specifiche con capacità portante limitata
- ☐ **Non strutturale:** capacità portante limitata



AZIONE GENERATIVA

Azione: Identificare la tecnologia o il processo dominante:

- ☐ **Biologico:** Processi che sfruttano la crescita di organismi viventi e sistemi cellulari
- ☐ **Termo-Meccanica:** applicazione di calore e forza meccanica per fondere, deformare, modellare
- ☐ **Chimico-Fisica:** Trattamenti che inducono reazioni chimiche o alterazioni fisiche a livello molecolare
- ☐ **Meccanica:** Applicazione di forze fisiche che mantiene inalterata la struttura chimica originaria



LOGICA DI PROCESSO INDUSTRIALE

Azione: Identificare la tecnologia di lavorazione principale:

- ☐ **Top-Down:** La forma e la struttura del semilavorato vengono imposte dall'esterno su una materia prima
- ☐ **Bottom-Up:** Il materiale acquisisce forma e struttura in modo progressivo e autonomo, a partire da unità di base

3.4.2 Fase Tassonomica (Strumento B: Diagramma di Flusso)

Questo secondo dispositivo funge da sistema di smistamento rapido per determinare la categoria di appartenenza di un materiale, a partire dai dati estratti tramite lo Strumento A. Il diagramma (figura 3.9) guida l'utente posizionando due rigidi filtri sequenziali atti a definire la Strategia di Genesi della risorsa: il primo interroga l'Origine del materiale (Biosfera o Tecnosfera), mentre il secondo ne decodifica la Logica di Processo (Bottom-up o Top-down), incasellando così la materia in una delle tre macro-famiglie codificate. L'esito del Diagramma di Flusso permette di determinare quale set di linee guida operative (Strumento D) sarà attivato nella fase prescrittiva, e viene riportata nell'intestazione del Canvas per legare ogni informazione raccolta nei quattro profili identitari alla genesi del materiale, garantendo che la sintesi identitaria e la successiva strategia progettuale restino coerenti con le logiche di comportamento proprie di quella specifica macro-famiglia.

È opportuno segnalare che alcuni materiali analizzati possono presentare caratteristiche miste rispetto alle categorie delineate. Il designer è quindi chiamato a individuare la strategia di genesi prevalente, oppure a consultare le linee guida di più di una categoria, dando priorità a quella che governa l'aspetto del materiale più rilevante per il contesto progettuale specifico.

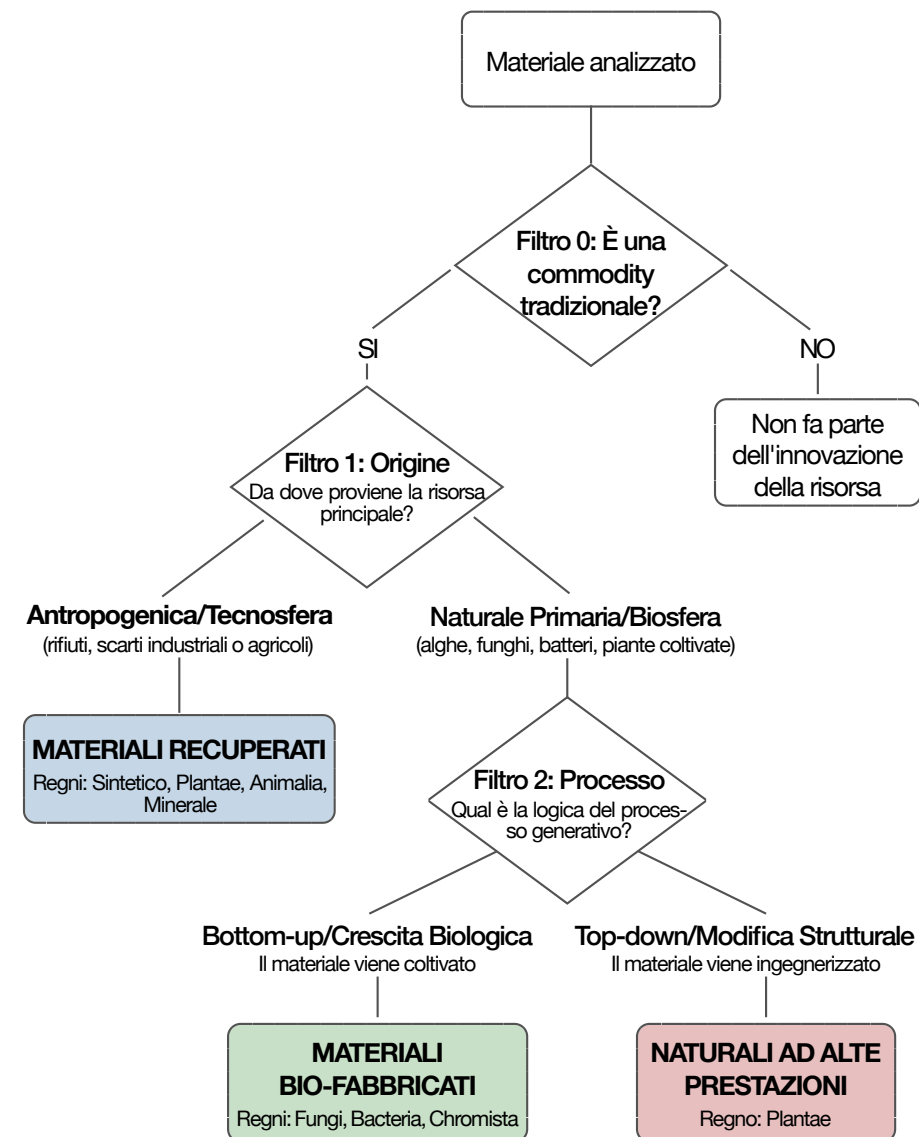


Figura 3.9
Diagramma di Flusso
della scelta della categoria
materica

3.4.3 Fase di Sintesi (Strumento C: Material Strategy Canvas)

Nome materiale:	
Profilo Sensoriale	Profilo Narrativo
Quali sono i tratti fisici e tattili dominanti emersi dall'esplorazione? (Elencate con bullet point le percezioni più estreme (es. inaspettatamente leggero, sordo/ovattato, ruvido)	Quali sono i tratti fisici e tattili dominanti emersi dall'esplorazione? (Elencate con bullet point le percezioni più estreme (es. inaspettatamente leggero, sordo/ovattato, ruvido)
Categoria materiale	
Profilo Ambientale	Profilo Tecnico
Qual è la sua reale natura ecologica? (Sintetizza la provenienza, la presenza di leganti/ibridazioni e il reale scenario di fine vita)	Com'è generato e quali sono le sue capacità meccaniche? (Appuntate i vincoli oggettivi: rigidità, idrofobicità e tipo di processo (top-down o bottom-up)
Confronto	I Limiti come Opportunità
Rispetto al materiale tradizionale: Cosa perdiamo e cosa guadagniamo?	Sulla base delle informazioni ottenute, quali caratteristiche possiamo sfruttare e quali impongono dei limiti alla progettazione?
Strategia Progettuale (Strumento E)	
1. In quale settore o contesto specifico questo materiale potrebbe funzionare senza forzature? Cosa potrebbe risolvere?	
2.Come le linee guida aiutano a dare forma al materiale? Descrivete o abbozzate la forma dettata dal materiale considerando proporzioni, spessori e dettagli costruttivi?	

Il Canvas rappresenta il foglio di lavoro centrale del *framework* (figura 3.10). Il suo compito è raccogliere, ordinare e sistematizzare gli output generati in sequenza dagli Strumenti A e B. Operativamente, il Canvas risolve il problema della dispersione delle informazioni su molteplici appunti o database separati, offrendo al progettista una mappa olistica e immediata delle potenzialità della risorsa. A livello strutturale, l'interfaccia è concepita per massimizzare la leggibilità decisionale:

Riunisce in un'unica visuale planare le evidenze dei quattro profili identitari precedentemente indagati.

Presenta un'intestazione dedicata a fissare visivamente la categoria materica ricavata dal Diagramma di flusso, ancorando il progetto alla genesi del materiale.

Prevede uno spazio dedicato alle annotazioni: in questa sezione, denominata "Sintesi identitaria" e "Strategia progettuale", il designer può appuntare fin da subito gli elementi chiave emersi dall'analisi, creando di fatto il ponte logico diretto e strutturato per innescare la successiva fase di concettualizzazione del prodotto.

Figura 3.10
Material Strategy
Canva

3.5 Linee Guida Operative (Strumento D)

Affinché l'identità materica mappata non resti confinata a un livello teorico, si rende necessario la presenza di uno strumento che raccolga i dati e li traduca in azioni progettuali concrete: questo ruolo è svolto dallo Strumento D, ovvero le Linee Guida Operative.

Queste direttive traducono in prassi le metodologie esplorate nel primo capitolo, come il riconoscimento della Material Agency (Karana et al., 2015), e sistematizzano le evidenze empiriche emerse dai venti casi studio analizzati nel secondo capitolo. Paradossi sistemici come la necessità di gestire gli "ibridi mostruosi" (McDonough & Braungart, 2002) o la barriera psicologica dello yuck factor (Meng & Leary, 2021) vengono qui decodificati per diventare esplicite regole di risoluzione progettuale.

A livello strutturale, lo strumento è suddiviso nelle tre macro-famiglie materiche della transizione

(Materiali Recuperati, Bio-fabbricati e Naturali ad Alte Prestazioni). Questa organizzazione deriva direttamente dall'analisi condotta nel capitolo precedente, la quale ha evidenziato come le risorse appartenenti alla medesima categoria condividano direzioni di sviluppo, comportamenti morfologici e limiti strutturali comuni, necessitando pertanto del medesimo set di regole progettuali e comportamentali.

Per garantire la massima efficacia decisionale sul tavolo da lavoro, il motore logico di ogni linea guida si articola in tre voci sequenziali: l'opportunità generativa, che inquadra la caratteristica o il limite nativo del materiale come potenziale d'azione; la direttiva metaprogettuale, che fornisce la traiettoria strategica e architettonica da seguire; e infine gli alert o divieti, ovvero paletti prescrittivi indispensabili per prevenire scelte formali scorrette, fallimenti tecnici o la ricaduta in pratiche di greenwashing involontario.

Materiali Recuperati

GESTIRE L'IRREGOLARITÀ

Opportunità generativa

I materiali provenienti da processi di recupero conservano spesso la forma irregolare e le dimensioni ridotte dello scarto originale. A causa di questa naturale disomogeneità, risulta molto difficile e controproducente cercare di ottenere superfici ampie, continue e perfettamente identiche tra loro, come invece avviene con la plastica industriale.

Direttiva metaprogettuale

Adattare le dimensioni e l'architettura del prodotto alla reale grandezza dei frammenti disponibili:



Per frammenti irregolari o di varie misure: Progettare prodotti composti da più parti separate o moduli accostati. In alternativa concepite il materiale per prodotti di piccola dimensione.



Evitare di forzare frammenti piccoli a coprire superfici vaste unendoli in modo rigido in un unico blocco.

FACILITARE LO SMONTAGGIO

Opportunità generativa

Spesso, per unire scarti naturali fragili o polverizzati, i processi di recupero utilizzano leganti chimici o resine plastiche. Questo mix impedisce di riciclare o compostare la parte naturale a fine vita, a meno che i diversi materiali non possano essere separati con estrema facilità.

Direttiva metaprogettuale

Progettare il prodotto mantenendo le diverse parti ben distinte e indipendenti.



Fare in modo che i punti di unione siano visibili e facili da scollegare manualmente, senza dover rompere o tagliare l'oggetto. Il design deve suggerire in modo intuitivo all'utente come smontare i componenti, permettendo così di separare i materiali puri da quelli misti per un corretto smaltimento.



Evitare di forzare frammenti piccoli a coprire superfici vaste unendoli in modo rigido in un unico blocco.

ASSEGNARE LA GIUSTA FUNZIONE

Opportunità generativa

A seconda della lavorazione, gli scarti possono diventare rigidi o flessibili. Tuttavia, nella maggior parte dei casi, queste risorse non raggiungono l'elevata resistenza ai pesi e agli sforzi fisici tipica della plastica nuova o del legno massello.

Direttiva metaprogettuale

Assegnare la funzione del prodotto in base al formato in cui il materiale si presenta:



Per i formati rigidi: Progettare oggetti che si reggono da soli e mantengono la propria forma, escludendo funzioni che richiedano il sostegno di pesi strutturali elevati.



Per i formati flessibili: Orientare il progetto verso funzioni di puro rivestimento o pelli esterne morbide, destinate a contesti in cui non è richiesta alcuna resistenza alla trazione o al carico.



Evitare di forzare frammenti piccoli a coprire superfici vaste unendoli in modo rigido in un unico blocco.

CALIBRARE L'IMPATTO VISIVO

Opportunità generativa

La consapevolezza che un materiale derivi da uno scarto innesca complesse dinamiche di accettazione. Sebbene l'esibizione del rifiuto fortifichi il messaggio ecologico, essa può generare diffidenza psicologica o reazioni di disgusto. Questa barriera percettiva varia drasticamente in base al contatto richiesto dall'oggetto e alla riconoscibilità della composizione della risorsa.

Direttiva metaprogettuale

Calibrare l'aspetto visivo e l'ambito di utilizzo del prodotto:



Per le superfici omogenee: Impiegare la risorsa trasversalmente in ogni contesto d'uso. La familiarità visiva garantisce l'accettazione immediata anche in prodotti di largo consumo o ad alto contatto fisico.



Per lo scarto esibito: Impiegare il materiale in oggetti quotidiani e accessibili, in assenza di intimità fisica in modo che l'irregolarità visiva agisca come strumento narrativo di circolarità. In alternativa, impiegare il materiale per prodotti premium o di alto artigianato, anche con alto contatto corporeo.



Evitare di esibire lo scarto grezzo e frammentato in prodotti legati alla nutrizione o alla cura della persona, in cui il requisito di igiene visiva prevale

Materiali Bio-Fabbricati

ASSECONDARE LA CRESCITA

Opportunità generativa

I materiali bio-fabbricati prendono forma in base a come cresce l'organismo vivo. I funghi si sviluppano in tre dimensioni, creando schiume naturali leggere e fonoassorbenti, ma poco resistenti agli sforzi. Al contrario, batteri e alghe crescono per strati, formando pellicole, fogli o membrane piatte e continue.

Direttiva metaprogettuale

Progettare la forma del prodotto rispettando il modo in cui l'organismo cresce naturalmente:



Per i volumi: Progettare oggetti che sfruttano l'isolamento e la fonoassorbenza. Per compensare la fragilità, usare spessori abbondanti per dare stabilità, oppure svuotare la forma per sfruttare al massimo la leggerezza



Per le superfici: Orientare il progetto verso rivestimenti avvolgenti o membrane morbide, assecondando la natura piatta del materiale per creare involucri continui.



Vietato imporre spigoli vivi o spessori sub-centimetrici ai biocompositi fungini volumetrici.

OBSOLESCENZA BIOLOGICA

Opportunità generativa

Essendo privi di sostanze chimiche protettive, quasi tutti i bio-fabbricati si rovinano rapidamente se esposti alle intemperie o a un uso intenso. Questa debolezza è in realtà il loro più grande punto di forza ecologico: si decompongono facilmente, chiudendo il ciclo vitale senza inquinare.

Direttiva metaprogettuale

Fare della vita breve del materiale il cuore del progetto.



Utilizzarlo in scenari in cui consumarsi in fretta, ad esempio packaging monouso, prodotti a perdere, eventi temporanei o componenti destinati a disperdersi in natura. Dimensionare il prodotto in base all'esatto tempo in cui dovrà essere utilizzato prima di degradarsi.



Evitare di applicare patine o vernici plastiche per far durare il materiale più a lungo. Evitare luoghi all'aperto o prodotti a lungo termine

LIMITI DI SPESSORE

Opportunità generativa

La crescita biologica ha tempi lunghi e limiti fisici precisi. Se un blocco di fungo è troppo spesso, fa fatica a seccarsi all'interno e rischia di marcire. Al contrario, le pellicole batteriche possono crescere su superfici vastissime (dipende solo dalla grandezza della vasca), ma ci mettono moltissimo tempo a diventare spesse.

Direttiva metaprogettuale

Adattare le dimensioni e la complessità del progetto ai limiti di crescita dell'organismo:



Per i volumi: Evitare i prodotti unici e massicci. Meglio scomporre il prodotto in moduli più piccoli da assemblare in seguito, garantendo così che il materiale si asciughi perfettamente fino al cuore, oppure pensare prodotti di piccole dimensioni



Per le superfici: Sfruttare lo spessore sottile per creare pelli flessibili o schermi traslucidi. Sfruttate la capacità della pellicola umida di auto-saldarsi per creare rivestimenti senza cuciture, facendole prendere forma direttamente su uno stampo durante l'asciugatura.



Evitare di progettare blocchi giganteschi che l'organismo non riuscirebbe ad asciugare in modo sicuro. Allo stesso modo, non pretendete spessori massicci dalle membrane batteriche.

CONTATTO ED ESTETICA

Opportunità generativa

Decidere dove e come usare il materiale in base a quanto verrà toccato e a come verrà percepito psicologicamente:

Direttiva metaprogettuale

Calibrare l'aspetto visivo e l'ambito di utilizzo del prodotto:



Per valorizzare l'aspetto organico: Destinare il materiale a zone che non vengono toccate o strofinate di continuo (es. scocche esterne o pannelli). Lasciare che la superficie mostri i segni del tempo e dell'uso.



Per evitare il rigetto visivo: Orientare il materiale in settori come la cosmetica, il packaging di lusso o l'interior design elegante, far crescere il materiale all'interno di stampi lisci e regolarissimi, trasformando il bio-fabbricato in una superficie pulita, omogenea e rassicurante.



Vietato adottare la strategia del mutamento attivo in scenari d'uso vincolati a protocolli clinici, igiene visiva rigorosa o esposizione a ristagni liquidi.

Materiali Naturali ad Alte Prestazioni

VALORIZZARE LA PRECISIONE

Opportunità generativa

L'ingegnerizzazione elimina l'irregolarità tipica dei materiali naturali, garantendo un aspetto e prestazioni sempre costanti. Questa omogeneità trasforma il materiale in un'alternativa sicura e misurabile, lontana dal classico effetto "rustico" o artigianale del materiale naturale grezzo, per avvicinarsi agli standard di precisione della plastica industriale.

Direttiva metaprogettuale
Sfruttare questa regolarità estetica e prestazionale per posizionare il prodotto in settori premium o ad alto rigore tecnico. Utilizzare forme rigorose e geometriche per trasmettere all'utente un senso di sicurezza, controllo e alta tecnologia.

Evitare di aggiungere finte imperfezioni nel tentativo di far sembrare il materiale "più naturale" o incontaminato.

PROGETTARE LA DURATA

Opportunità generativa

Per raggiungere la resistenza della plastica, molti materiali naturali vengono fusi in modo irreversibile con resine speciali (ibridazione). Questo crea due scenari: materiali che restano puri e compostabili, e compositi ibridi che durano moltissimo ma perdono la possibilità di essere riciclati in natura.

Direttiva metaprogettuale
Scegliere la destinazione d'uso e la vita utile del prodotto in base a quanto il materiale è stato modificato chimicamente:

Per i materiali puri e compostabili: Progettare prodotti a ricambio veloce, imballaggi temporanei o componenti soggetti a usura, per farli tornare rapidamente e in modo innocuo nella natura a fine vita.

Per i materiali ibridati (irreversibili): Scegliere solo applicazioni a lunghissimo termine. Progettare oggetti durevoli e strutture permanenti, in modo da ammortizzare nei decenni l'impatto ambientale causato dall'impossibilità di riciclarli.

Evitare categoricamente di usare biocompositi ibridati e non separabili per creare oggetti usa-e-getta o legati a mode passeggere.

ASSECONDARE LA STRUTTURA

Opportunità generativa

Il comportamento fisico del materiale cambia drasticamente in base a come viene lavorato. Se viene mantenuto sotto forma di fibre o tessuti, conserva una grandissima resistenza alla trazione. Se invece viene ridotto in granuli fluidi (come il "legno liquido"), perde la resistenza direzionale ma guadagna un'altissima formabilità, permettendo stampaggi di precisione.

Direttiva metaprogettuale
Adattare la logica costruttiva allo stato in cui si presenta il materiale:

Per le fibre e i tessuti: Sfruttare la loro naturale resistenza per creare strutture di sostegno leggere o rivestimenti flessibili, assecondando la direzione delle fibre per reggere i carichi.

Per i composti fluidi e i granuli: Sfruttare la loro capacità di prendere qualsiasi forma per progettare oggetti complessi, composti da più parti da incastrare tra loro (moduli, scocche tecniche) con precisione millimetrica.

Evitare di sprecare tessuti ultra-resistenti per creare semplici blocchi statici di riempimento. Allo stesso modo, non limitate i composti fluidi alla creazione di forme piatte o banali, sprecando la loro potenziale formabilità tridimensionale.

VIBRAZIONI E IMPATTI

Opportunità generativa

Molte fibre vegetali ad alte prestazioni (come lino o canapa) mantengono al loro interno una struttura microscopica cava. A differenza dei materiali fossili pieni, questa naturale porosità rende il materiale "attivo": è leggerissimo e in grado di assorbire e smorzare fisicamente urti, rumori e vibrazioni.

Direttiva metaprogettuale
Progettare per scenari in cui il prodotto subisce continui impatti, stress fisici o si trova a contatto con un utente in movimento. Utilizzare il materiale come scudo protettivo o interfaccia di contatto, facendolo funzionare come un vero e proprio ammortizzatore strutturale, acustico o termico.

Vietato delegare la comunicazione della transizione ecologica al solo materiale drop-in sperando in un riconoscimento spontaneo

Bibliografia capitolo 3

Ashby, M. F. (2011). Materials selection in mechanical design (4th ed.). Butterworth-Heinemann.

Dal Palù, D., & Lerma, B. (2023). How Natural Are the “Natural” Materials? Proposal for a Quali-Quantitative Measurement Index of Naturalness in the Environmental Sustainability Context. Sustainability, 15(5), 4349. <https://doi.org/10.3390/su15054349>

De Giorgi, C., Lerma, B., & Dal Palù, D. (2020). The material side of design: The future material design cultures. Società Editrice Umberto Allemandi & C.

Ente Nazionale Italiano di Unificazione. (1981). UNI 8289: Edilizia. Esigenze dell'utenza finale. Classificazione. UNI.

Ferrara, M., & Lucibello, S. (2008). Design follows materials. Alinea Editrice.

Kahneman, D. (2011). *Thinking, fast and slow*. Farrar, Straus and Giroux.

Karana, E., Hekkert, P., & Kandachar, P. (2009). Meanings of materials through sensorial properties and manufacturing processes. *Materials & Design*, 30(7), 2778–2784.

Karana, E., Barati, B., Rognoli, V., & van der Laan, A. Z. (2015). Material driven design (MDD): A method to design for material experiences. International Journal of Design, 9(2), 35-54.

Lerma, B., & Dal Palù, D. (2016). Material (and product) sensoriality: Can perceptive evaluations strengthen the meta-design phase? Temes de Disseny, (32), 10–23.

Lerma, B., De Giorgi, C., & Allione, C. (2011). Design e materiali: Sensorialità, sostenibilità, progetto. FrancoAngeli.

McDonough, W., & Braungart, M. (2002). Cradle to Cradle: Remaking the Way We Make Things. North Point Press.

Meng, M. D., & Leary, R. B. (2021). It might be ethical, but I won't buy it: Perceived contamination of, and disgust towards, clothing made from recycled plastic bottles. Psychology & Marketing, 38(2), 298-312. <https://doi.org/10.1002/mar.21323>

Rognoli, V., Bianchini, M., Maffei, S., & Karana, E. (2015). DIY Materials. Materials & Design, 86, 692-702.

Sauerwein, M., Karana, E., & Rognoli, V. (2017). Revived beauty: Research into aesthetic appreciation of materials to valorise materials from waste. Sustainability, 9(4), 529.

Smith, L. (2001). Shift-left testing. Dr. Dobb's Journal, 26(9), 56-59.

Ulrich, K. T., & Eppinger, S. D. (2015). Product design and development (6th ed.). McGraw-Hill Education.

II Workshop

4

4.1 Obiettivi e disegno della ricerca

A valle della definizione teorica e strutturale del Material Strategy Canvas illustrata nel capitolo precedente, si rende necessaria una fase di validazione empirica sul campo per misurare la reale efficacia dello strumento. Un framework che chiede al designer di ribaltare il proprio processo, deve essere testato nel pratico, in maniera da validare l'operalizzazione del paradigma *Matter Leads to Form* (Ingold, 2013; Bak-Andersen, 2018), deve essere verificata attraverso l'osservazione diretta delle dinamiche d'uso. A tale scopo, l'infrastruttura metodologica sviluppata (Strumenti A, B, C e D) è stata sottoposta a uno stress-test pratico tramite un workshop di progettazione, strutturato per osservare l'interazione tra i singoli passaggi logici e un campione di utenti caratterizzato da competenze eterogenee (tabella 29).

L'esperimento pratico è stato concepito per rispondere a tre specifici obiettivi di ricerca (Research Questions), essenziali per validare l'efficacia del metodo:

Riduzione del Translation Gap
Verificare se il framework riduce la difficoltà nel tradurre le proprietà di un materiale innovativo in scelte progettuali concrete.

Usabilità e Intuitività
Validare se il Canvas e i passaggi logici risultano chiari e utilizzabili in modo fluido da team con background eterogenei.

Capacità generativa
Dimostrare che le linee guida guidano attivamente alla progettazione

RESEARCH QUESTION	METRICA	STRUMENTO	TIPO DI DATO
Riduzione del Translation Gap	Qualità e specificità delle direzioni progettuali generate	Analisi output generativi + Linee Guida	Qualitativo
Usabilità e Intuitività	Attriti procedurali, tempi di esecuzione, necessità di mediazione	Cronometraggio fasi + Griglia osservazione	Misto
Capacità Generativa	Numero e pertinenza dei concept prodotti	Analisi concept + survey finale	Misto

Figura 4.1
Setting di svolgimento del workshop



Tabella 29
Research Design: corrispondenza tra obiettivi, metriche e strumenti.

Per garantire il rigore scientifico della validazione empirica, la ricerca ha adottato un approccio qualitativo ed esplorativo. La scelta di un campione misto risponde all'obiettivo di testare la trasversalità del framework e la sua capacità di generare valore in contesti di competenza differenziata.

Si tratta di un test esplorativo qualitativo di primo livello, non statisticamente rappresentativo. Le seguenti condizioni costituiscono il perimetro epistemico dell'analisi:

Panel ridotto: L'inclusione di sei partecipanti non consente generalizzazioni quantitative, ma ha permesso di valutare la funzionalità

del metodo.

Facilitatore coincidente con l'autrice: La diretta conoscenza tra facilitatore e partecipanti ha talvolta influenzato le dinamiche, rendendo i soggetti più propensi a richiedere supporto esterno piuttosto che elaborare autonomamente le informazioni.

Setting informale: Il workshop si è svolto in un ambiente domestico che ha favorito un clima di familiarità e risposte spontanee (figura 4.1).

Mediazione della Ricerca Analitica: La Ricerca Analitica è stata supportata da schede tecniche pre-compilate, che hanno ridotto i tempi

di reperimento delle informazioni. Questo d'altra parte, non permette di valutare i tempi di ricerca effettivi.

Disomogeneità dei campioni fisici: I materiali forniti dalle aziende presentavano formati disomogenei, rendendo non sempre direttamente comparabili le caratteristiche tattili e dimensionali tra le coppie materiche.

4.2 Setup della ricerca

PROFILO NEUTRO

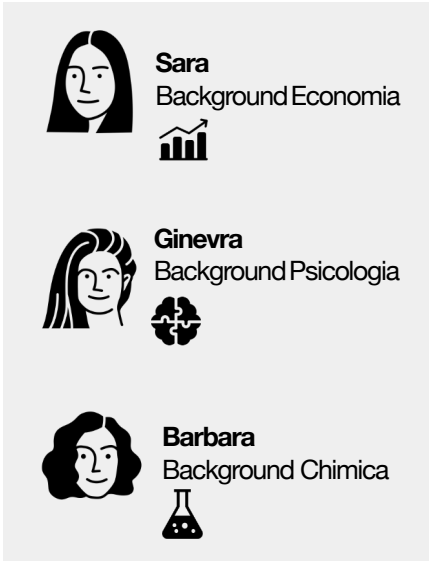


Figura 4.2
Infografica che mostra i partecipanti del workshop ed il loro ruolo

A causa della disponibilità di un singolo campione fisico per categoria materica, l'esperimento ha adottato un formato ibrido dove la fase iniziale di esplorazione sensoriale è stata condotta in modo corale, per poi dividere il gruppo in coppie durante la ricerca analitica e ricongiungerlo nel brainstorming generativo finale (tabella 30).

Tabella 30
Composizione delle coppie e motivazione della scelta.

PROFILO PROGETTAZIONE



Attori e Panel

Il gruppo di indagine è stato composto da sei individui, selezionati per rappresentare differenti gradi di vicinanza alla disciplina progettuale: un designer professionista, due studenti di design e tre profili 'neutri' privi di formazione tecnica specifica (figura 4.2). L'inclusione del profilo neutro è risultata strategica per valutare l'ergonomia informativa del framework al netto dei bias professionali pregressi.

La composizione delle coppie non è stata casuale, ma costruita strategicamente per osservare come configurazioni diverse di competenze interagiscono con il framework e per misurare il grado di supporto esterno necessario.

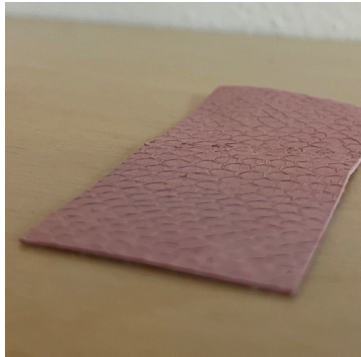
PARTECIPANTE	COPPIA	MATERIALE	MOTIVAZIONE
Ginevra Utente Neutro	Sara + Ginevra	Ictyos vs Pelle Animale	SCELTA Capire come un profilo neutro gestisce il flusso in autonomia e misurare il carico cognitivo con un materiale emotivamente carico
Sara Utente Neutro			
Lorenzo Studente Design	Lorenzo + Matteo	Mogu vs Polistirene	Valutare la capacità di traduzione tecnica immediata tramite l'uso del materiale concettualmente più estraniante
Matteo Studente Design			
Barbara Utente Neutro	Barbara + Andrea	Sulapac vs PLA	Capire come lavorano insieme due profili differenti (un professionista e un utente neutro)
Andrea Designer			

Campioni materici

Al fine di testare la capacità del framework di codificare il divario prestazionale tra l'economia lineare e i nuovi scenari circolari, sono state selezionate tre coppie materiche (figura 4.3).

Le assegnazioni sono state studiate per coprire equamente le tre macro-categorie tassonomiche individuate e analizzate nel Capitolo 2:

- Ictyos vs Pelle Animale



Ictyos
Materiale Recuperato



Pelle Animale
Materiale Tradizionale

- Mogu vs Polistirene espanso
- Sulapac vs PLA

Il materiale tradizionale ha svolto un ruolo strettamente euristico: fungendo da elemento di confronto, ha permesso di far emergere per contrasto le discrepanze prestazionali della risorsa innovativa. La compresenza fisica dei materiali tradizionali ha tuttavia generato effetti ambivalenti, cioè da un lato ha prodotto bias cognitivi prematuri



Mogu
Materiale Bio-fabbricato



Polistirene espanso
Materiale Tradizionale

nella fase di Briefing e dall'altro, durante il Blind Tinkering, ha alimentato un confronto tattile diretto di notevole valore analitico.

Figura 4.3
Campioni di materiali analizzati durante il workshop



Sulapac
Materiale Ingegnerizzato



PLA
Materiale Tradizionale

4.3 Il protocollo operativo

Per analizzare gli esiti del workshop con il necessario rigore scientifico, la raccolta dei dati si è avvalsa di un sistema di metriche miste. La griglia di valutazione (tabella 31) è stata articolata su quattro pilastri d'indagine:

Usabilità e Chiarezza: il grado di comprensibilità autonoma delle istruzioni e della terminologia di ciascuno strumento, è misurato indirettamente attraverso la frequenza delle richieste di chiarimento rivolte al facilitatore e la presenza di incertezze terminologiche

Carico Cognitivo: Rilevato attraverso il cronometraggio rigoroso delle fasi, confrontando i tempi stimati con le reali tempistiche di esecuzione per rilevare attriti procedurali.

Dinamiche di Negoziazione: Mappate mediante la griglia di osservazione per comprendere come i team risolvono i conflitti strategici in tempo reale.

Output Generativo: Valutato attraverso l'analisi diretta dei concept elaborati per certificare il rispetto delle Linee Guida.

Per rendere la valutazione più precisa è stata prevista una definizione dei ruoli di coordinamento. Il team organizzativo è stato suddiviso in: un **Facilitatore** (coincidente con l'autrice), incaricato di scandire i tempi e intervenire per sbloccare eventuali stalli cognitivi; un **Observer** (Ilaria, attore esterno al workshop), responsabile della mappatura delle dinamiche relazionali, del cronometraggio e della documentazione visiva.

Tabella 31
Corrispondenza tra obiettivi, metriche e strumenti.

METRICA DI VALUTAZIONE	TIPOLOGIA DI DATO	STRUMENTO DI RILEVAZIONE	OBIETTIVO/FOCUS
Usabilità e Chiarezza	Quantitativo	Survey finale	Misurare la facilità d'uso di Canvas e strumenti
Carico Cognitivo	Quantitativo	Cronometraggio fasi	Valutare attriti e fluidità di esecuzione temporale
Dinamiche di Negoziazione	Qualitativo	Annotazioni (Griglia osserv.)	Capire come il team risolve i conflitti strategici
Output Generativo	Qualitativo	Concept + dettagli tecnici	Verificare il rispetto stringente delle Linee Guida

Al fine di mitigare le variabili di disturbo e garantire un corretto svolgimento del test cognitivo, durante il briefing iniziale sono state istituite quattro regole:

Isolamento digitale: Divieto di utilizzo di smartphone per prevenire interruzioni del flusso logico.

Ricerca mirata: Impiego di device informatici autorizzato esclusivamente durante l'indagine analitica.

Time-boxing: Rispetto delle tempistiche assegnate tramite un timer

centrale.

Sospensione del giudizio: Non scartare prematuramente le idee o formulare concetti prima del completamento dell'analisi.

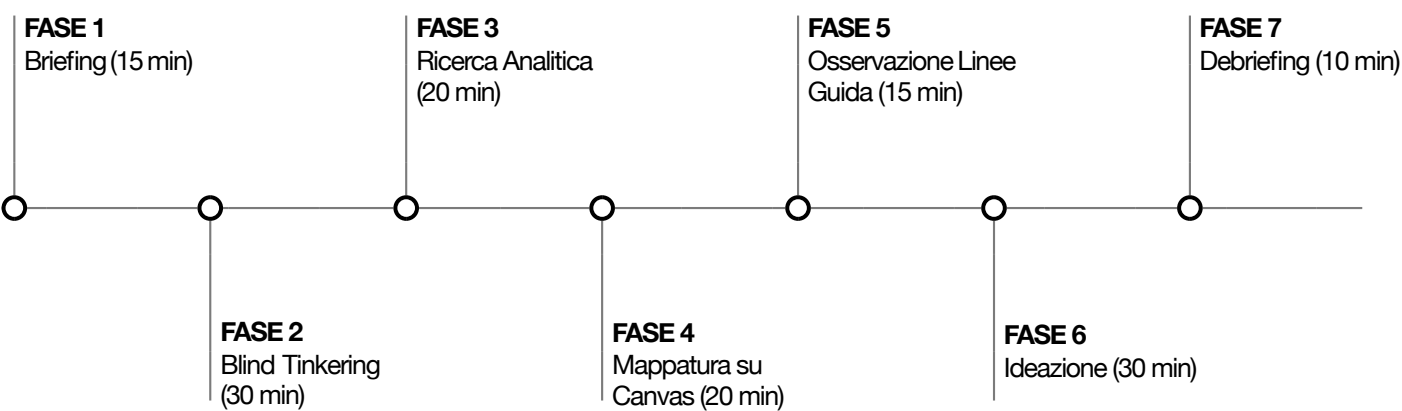


Figura 4.4
Timeline della fasi del workshop

165 min totali

L'esperimento si è svolto in un'unica sessione intensiva della durata complessiva di 165 minuti. Il cronometraggio rigoroso di ciascuna fase (tabella 32), confrontato con le stime teoriche, ha permesso di valutare oggettivamente l'ergonomia e il carico cognitivo richiesto dal framework. Come evidenziato nella rilevazione cronometrica, le dilatazioni temporali si sono concentrate nelle fasi diagnostiche:

Fase 2 (+15 min): L'allungamento è

FASE	DURATA IDEALE	SCOSTAMENTO	OSSERVAZIONI
FASE 1 Introduzione e Briefing	15 min	\	la presenza visiva dei materiali tradizionali ha cortocircuitato l'analisi sensoriale pura; gli utenti hanno iniziato a ipotizzare applicazioni d'uso ancor prima di analizzare il campione in sé.
FASE 2 Blind Tinkering	30 min	+ 15 min	Blind Tinkering prolungato: dibattito acceso per opinioni contrastanti, ma esito esplorativo positivo
FASE 3 Ricerca Analitica	20 min	\	Ricerca Analitica cognitivamente densa nonostante le schede precompilate.
FASE 4 Mappatura su Canvas	20 min	+ 5	i profili neutri hanno richiesto supporto per riuscire a tradurre i dati tecnici in una "sintesi identitaria" compiuta
FASE 5 Osservazione Linee Guida	15 min	\	Sovrapposizione fluida delle fasi. Uso attivo delle Linee Guida: impiegate come spunto iniziale, filtro correttivo o conferma logica.
FASE 6 Ideazione	30 min	+ 5	dibattito interdisciplinare produttivo tra i diversi profili.
FASE 7 Debriefing	10 min	\	Discussione attiva e partecipata sui risultati generati; chiara emersione dei punti di forza e delle aree di miglioramento del framework.
TOTALE	140 min	+ 25 min	165 min totali

stato generato dall'alta densità delle informazioni tecniche da elaborare e dal ricco dibattito scaturito dal Blind Tinkering.

Fase 4 (+5 min): Lo scostamento riflette la necessità di intervento del facilitatore per supportare i profili neutri nella compilazione e sintesi sul Canvas.

Fase 6 (+5 min): dovuto alla produttività del dibattito interdisciplinare.

Un dato qualitativo cruciale per la validazione del metodo è che, superato l'attrito diagnostico iniziale, le fasi prescrittive (Linee Guida e Ideazione) si sono svolte in piena fluidità. Questo conferma che il carico cognitivo è fisiologicamente concentrato nella lettura e nell'analisi dei dati materici, non nella loro traduzione progettuale.

Tabella 32
Confronto tra tempi stimati e tempi reali per fase. Appunti presi dalla tabella delle Osservazioni usata durante il Workshop.

4.4 Le fasi del workshop

Fase 1 – Briefing



Obiettivo

Allineare il campione sul contesto sistemico, rompere il ghiaccio e stimolare la curiosità iniziale.



Aspettative

Creare un clima collaborativo e mappare commenti, bias cognitivi o preconcetti che emergono guardando tutti i campioni assieme.

Esito Attivazione precoce di associazioni cognitive



Matteo
Studiante Design

"Mogu è sicuramente isolante"



Andrea
Designer Professionista

"sembra stampato in 3D"



Lorenzo
Studiante Design

"Sulapac mi sa di piastrelle per il bagno"

Durante l'esplorazione iniziale (figura 4.5) sono emerse diverse osservazioni interessanti. Innanzi tutto lctyos è stato percepito come un materiale sintetico sia a causa dell'odore che rilascia sentori pungenti, che per il pensiero da parte di due partecipanti, che si trattasse a prima vista di un materiale stampato in 3D. La rivelazione del materiale non ha portato, però, a reazioni diverse rispetto a quelle iniziali. È stata confermata l'avversione tattile ed olfattiva, ma nessuna repulsione riguardo il recupero del materiale. Questo ha fatto pensare che la narrativa di sostenibilità non è sufficiente, da sola, a neutralizzare una percezione sensoriale negativa radicata. Confrontando lctyos con la pelle animale sono emerse delle osservazioni preziose. La pelle classica è stata percepita come più morbida e il suo odore è risultato più familiare e meno divisivo, mentre l'lctyos si è distinto per il pattern superficiale, elemento che è stato successivamente ripreso nella fase di Ideazione.



Figura 4.5
Foto scattata durante la fase di Briefing

Fase 2 – Blind Tinkering

**Obiettivo**

Mappare le caratteristiche sensoriali e strutturali dei materiali tramite esplorazione tattile guidata (Blind Tinkering) e completamento del Questionario

**Aspettative**

Riscontrare autonomia nell'esplorazione sensoriale. Possibili attriti attesi nella fase terminologica dello Strumento A, in particolare per i profili neutri.

Esito autonomia sensoriale confermata; alcuni attriti terminologici

Nonostante il bias attivato nella fase precedente, l'indagine tattile e visiva guidata dagli strumenti di indagine si è svolta con notevole autonomia da parte di tutti i partecipanti, indipendentemente dal loro background. Il campione eterogeneo è riuscito a determinare le caratteristiche morfologiche e strutturali dei materiali nel rispetto delle tempistiche teoriche stimate per questa attività specifica (tabella 33). Sono tuttavia emersi lievi attriti

procedurali legati all'ergonomia informativa dello Strumento A. Voci come 'composizione originaria' o scale di valutazione con termini tecnici quali 'satinato' hanno generato incertezza, specialmente nei profili neutri, richiedendo la mediazione verbale del facilitatore. Un caso emblematico: il gruppo ha oscillato a lungo tra 'satinato' e 'lucido' per descrivere la superficie del Sulapac, a causa di una terminologia non sufficientemente disambiguante.

	Reazione tattile	Reazione olfattiva	Reazione visiva
Ictyos	più secca della pelle animale; percezione ruvidezza	odore sintetico; più familiare della pelle animale	pattern a scaglie distintivo
Mogu	meno leggero del polistirene; superficie artigianale	neutro	estetica organica; sporco
Sulapac	simile al PLA ma con lievi inclusioni percepibili al tatto	neutro	inclusioni di legno visibili comunicano natura

Tabella 33

Tabella di confronto delle percezioni dei partecipanti, nei confronti dei tre campioni di materiali osservati



 **Sara**
Utente Neutro
"sa di sintetico, rilascia sentori pungenti"

 **Barbara**
Utente Neutro
"è un po' secca ecco, trovo la pelle classica più morbida"

Figura 4.6
Foto scattata durante la fase di Blind Tinkering di Ictyos. Confronto con pelle animale



Figura 4.7
Foto scattata durante la fase di Blind Tinkering di Ictyos. Test olfattivo

Ictyos. L'indagine sulla pelle di origine ittica ha innescato la più intensa dissonanza cognitiva dell'intera sessione. Durante l'esplorazione alla cieca, le rilevazioni olfattive (figura 4.7) condotte dai profili tecnici hanno associato il materiale a sentori pungenti di natura sintetica, ponendosi in apparente contrasto con la premessa di sostenibilità ecologica del workshop. Al momento della rivelazione dell'origine del materiale, non si è registrato un rifiuto universale di natura puramente ideologica, bensì l'emersione di una specifica avversione tattile e olfattiva.

L'impatto sensoriale (figura 4.8) e la natura di scarto animale hanno mantenuto alcune resistenze anche dopo la rivelazione della genesi

della materia. Questo significa che la narrativa di sostenibilità non è sufficiente, da sola, a neutralizzare una percezione sensoriale negativa radicata. Il confronto con la pelle bovina tradizionale (figura 4.6) ha prodotto osservazioni analiticamente preziose: la pelle classica è stata percepita come più morbida e il suo odore è risultato più familiare e meno divisivo. L'Ictyos ha mostrato però un pattern superficiale irregolare e distintivo che, contestualizzato correttamente dalle Linee Guida nella fase successiva, si è trasformato da limite estetico in elemento narrativo di pregio.

Figura 4.8
Foto scattata durante la fase di Blind Tinkering di Ictyos. Test di flessione





Figura 4.9

Foto scattata durante la fase di Blind Tinkering di Mogu. Test di leggerezza



Barbara
Utente Neutro

"A me piace, richiama un po' a tutto quello che è bio, che è ecologico"



Matteo
Studiante Design

"Oddio, a me dà un senso di sporco"

Figura 4.10

Foto scattata durante la fase di Blind Tinkering di Mogu. Analisi della composizione



Mogu. Il biocomposito fungino ha comunicato fin dall'inizio un senso di artigianalità e organicità. La rivelazione della natura biologica del materiale ha generato un iniziale e marcato stupore, risolto tuttavia in una rapida accettazione da parte dell'intero gruppo. Confrontando il Polistirene con Mogu, i partecipanti si sono soffermati sulla leggerezza comparabile (figura 4.9), capacità isolanti di entrambi i materiali e l'aspetto organico del materiale innovativo (figura 4.10), successivamente scoperto essere non solo un elemento estetico, ma anche un punto a favore per il fine vita. Mettendo a paragone Mogu con Ictyos si evince che l'accettazione psicologica di un materiale di origine biologica dipende fortemente dalla specifica matrice di derivazione e dalla sua traduzione sensoriale.

Sulapac. L'ingegnerizzato naturale è risultato il materiale semanticamente più leggibile. L'assenza di scarti percettivi significativi tra l'esplorazione alla cieca (in cui gli utenti hanno intuito la quasi corretta composizione) e la successiva rivelazione ha dimostrato come, in presenza di materiali a composizione mista fortemente mimetici, lo strumento di Blind Tinkering agisca efficacemente come protocollo di conferma materica, generando reazioni stabili e concordi tra i partecipanti.

Il confronto con il PLA (figura 4.11) ha immediatamente evidenziato che quest'ultimo è risultato percettivamente 'anonimo' e privo di caratterizzazione visiva, le inclusioni di frammenti nel Sulapac hanno comunicato la componente naturale, riscuotendo una risposta positiva quasi unanime. A livello di prestazioni tecniche, la resistenza termica, la tenuta all'acqua e la resistenza agli urti (figura 4.12) si sono rivelate nettamente superiori.

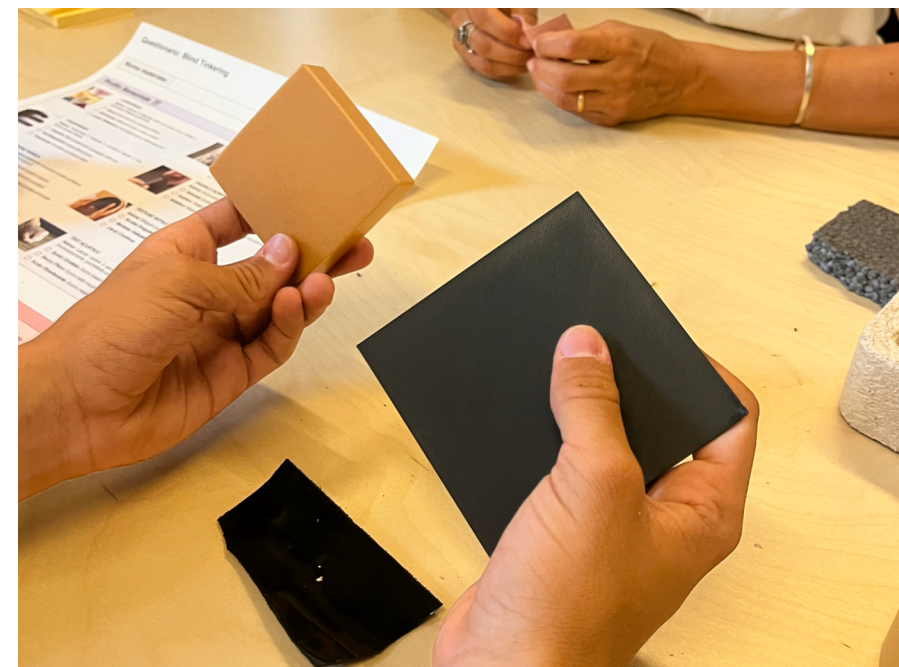


Figura 4.11

Foto scattata durante la fase di Blind Tinkering di Sulapac. Confronto con PLA



Lorenzo
Studiante Design

"mi sembra molto più cartone misto plastica"



Barbara
Utente Neutro

"questo è neutro, però sembra quasi un materiale tecnico"

Figura 4.12

Foto scattata durante la fase di Blind Tinkering di Sulapac. Test di flessione



Fase 3 – Ricerca Analitica

**Obiettivo**

Usare il Questionario di Ricerca Analitica (Strumento A) e l'Albero Decisionale (Strumento B) per integrare i dati documentali con quelli sensoriali

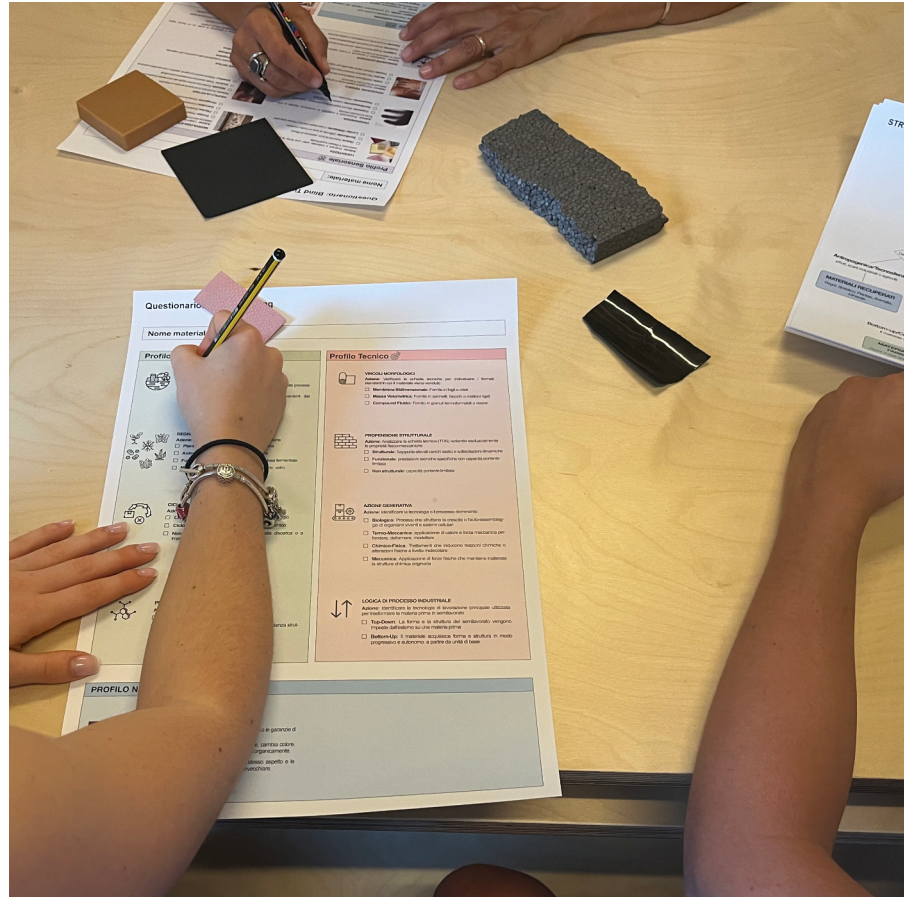
**Aspettative**

Verificare la capacità dei partecipanti di elaborare dati tecnici in sequenza e di classificare correttamente il materiale attraverso l'Albero Decisionale

Esito Carico cognitivo elevato, categorizzazione corretta

Figura 4.13
Foto scattata durante la fase di Ricerca Analitica. Compilazione del Questionario

Il passaggio dalla fase esplorativa a quella analitica a coppie (figura 4.13) (cfr. par. 4.3, Figura 4.2, per i criteri di formazione delle coppie), ha comportato il momento di maggior attrito del workshop. La presenza di schede tecniche pre-compilate, usate per velocizzare il processo di ricerca, non hanno contribuito a rendere più leggero il carico cognitivo dei partecipanti. Si è resa evidente la necessità di un maggiore allenamento, presente nei profili professionali, per elaborare i dati, evidenziando come l'accesso all'informazione non equivalga automaticamente alla sua facile assimilazione. Nonostante la fatica analitica il Diagramma di Flusso (Strumento B) è stato applicato correttamente tra le 3 coppie, giungendo a definire con esattezza la genesi della risorsa (Tecnosfera per Ictyos, Biosfera per Mogu e Sulapac) e le logiche di processo (top-down contro bottom-up).



Fase 4 – Mappatura su Canvas

**Obiettivo**

Sintetizzare le informazioni emerse sul Material Strategy Canvas e testare la fluidità della sintesi pre-ideazione.

**Aspettative**

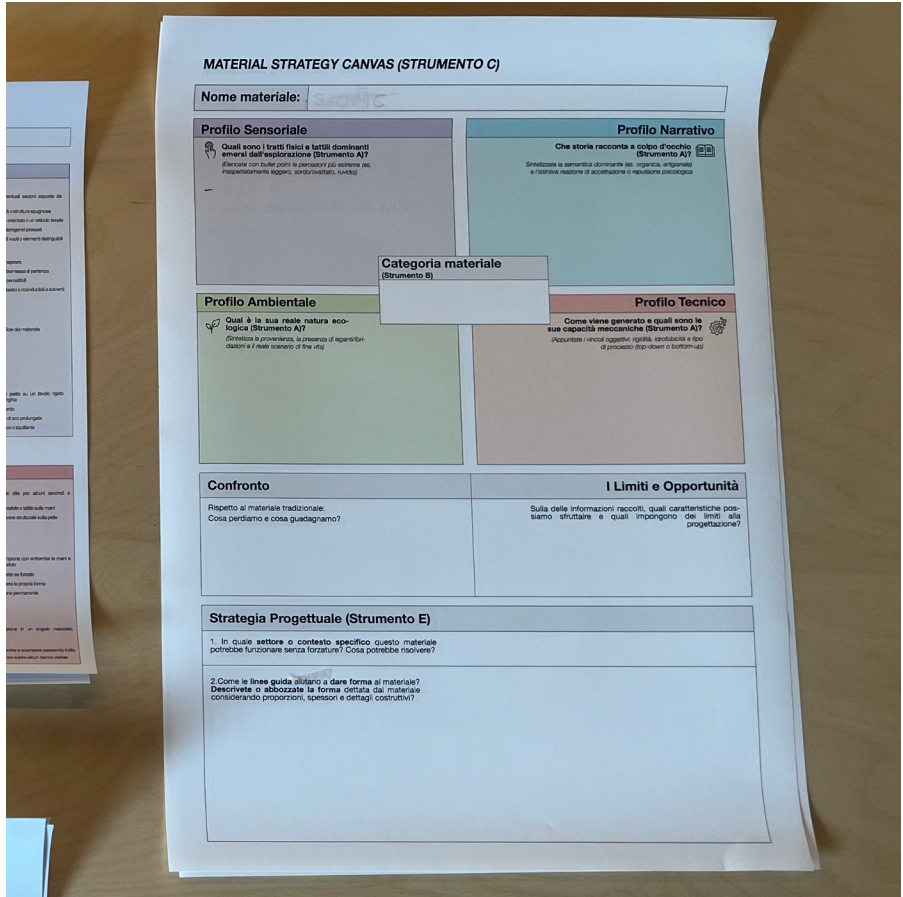
Riscontrare un utilizzo fluido dello strumento da parte di tutti i profili, per formalizzare un'identità precisa del materiale assegnato.

Esito Parzialmente confermato: necessità di mediazione per i profili neutri

Figura 4.14
Foto scattata durante la fase di compilazione del Canvas

Durante la compilazione del Material Strategy Canvas (4.14) sono emerse delle differenze di fluidità tra i partecipanti. I profili tecnici hanno sintetizzato i dati e trasferito le informazioni sul Canvas in maniera rapida, secondo le aspettative prefissate. Per quanto riguarda i profili neutri, invece, il passaggio dal dato puntuale al giudizio complessivo, non è risultato immediato, tanto da dover chiedere supporto al mediatore.

Questo suggerisce che lo Strumento C necessita di un supporto visivo più esplicito per chi non ha un background adeguato. La fase successiva di osservazione e determinazione delle opportunità progettuali, non ha comportato nessuna problematica, e anzi, ha visto la partecipazione attiva dei profili neutri.



Fase 5 e 6 – Linee Guida e Ideazione



Obiettivo

Ottenere delle direzioni progettuali a partire dalle caratteristiche estrapolate dai materiali, applicando le Linee Guida Generative ai tre materiali in esame



Aspettative

Utilizzo delle Linee Guida per orientare l'ideazione verso vari ambiti di applicazione

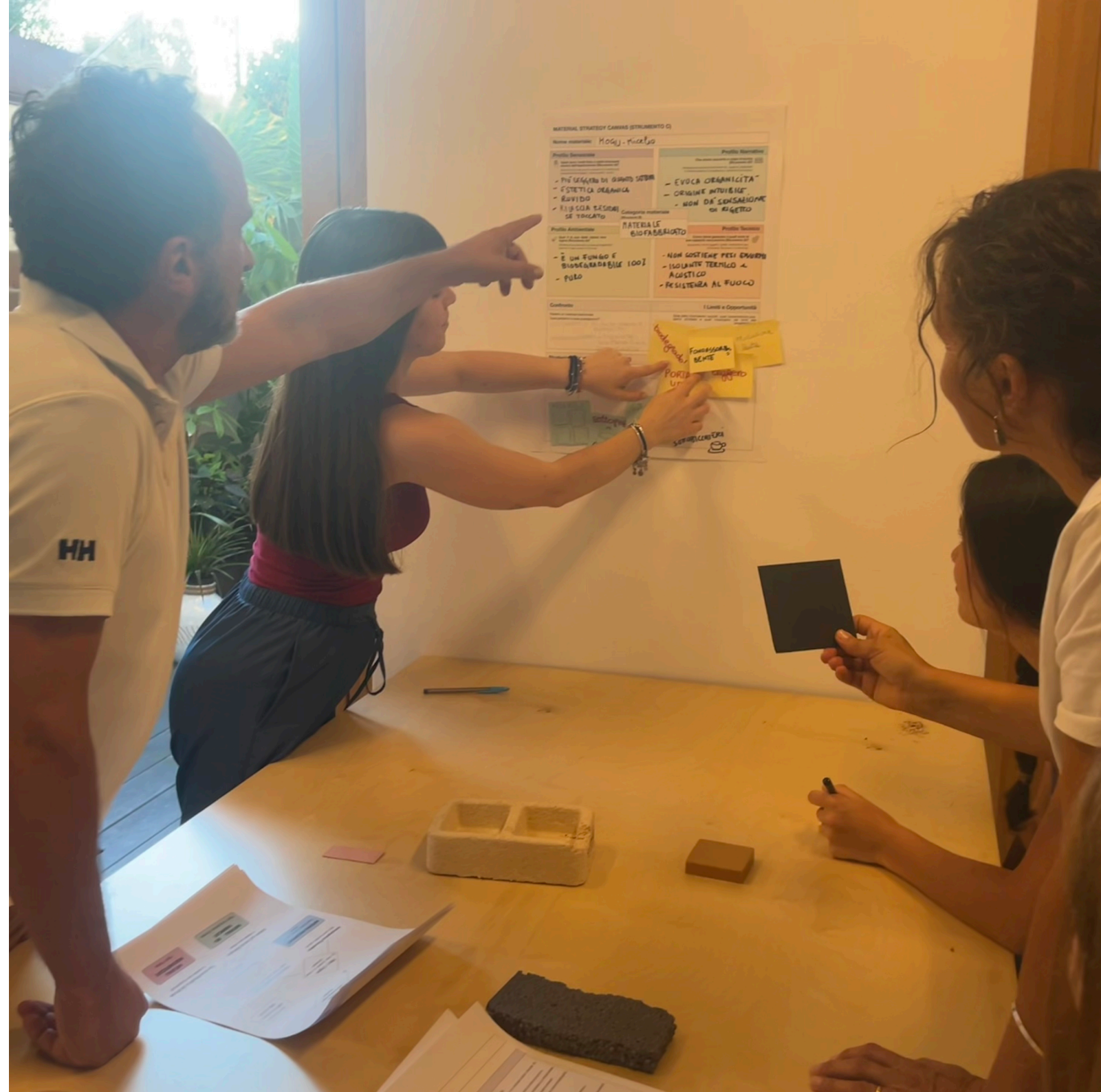
Esito natura generativa confermata

Il brainstorming collettivo è stato strutturato in tre sessioni distinte, ciascuna dedicata a uno dei materiali analizzati. L'osservazione ha permesso di valutare come i risultati progettuali siano scaturiti dal lavoro congiunto tra le Linee Guida e le intuizioni dei partecipanti. Le indicazioni teoriche hanno agito in alcuni casi, fornendo lo spunto iniziale, in altri confermando un'intuizione già emersa, in altri ancora fungendo da filtro per eliminare direzioni errate (figura 4.15).

Parallelamente, lo studio profondo delle caratteristiche dei materiali, unito ai bisogni specifici derivanti dal background personale e dalle abitudini di vita dei membri del gruppo, ha permesso di intuire con precisione come e dove impiegare le risorse materiche. Questo ha confermato che il framework, nella fase generativa, opera in sinergia con le competenze contestuali dei partecipanti più che in sostituzione di esse.

Figura 4.15

Foto scattata durante la fase di Ideazione e lettura delle linee guida



Ictyos. Il caso studio della pelle ittica (figura 4.16) recuperata ha dimostrato come un'attenta analisi sensoriale possa generare concept estremamente precisi. La mappatura aveva evidenziato un materiale dotato di una forte narrazione (recupero etico di uno scarto industriale della filiera alimentare) ma percettivamente divisivo, capace di suscitare repulsione in alcuni utenti per ragioni tattili e olfattive.

La convergenza tra la reazione emotiva di un profilo neutro e l'analisi dimensionale di un progettista, validata dalle indicazioni del framework, ha sbloccato la fase creativa in modo particolarmente efficace (tabella 34). Seguendo le

indicazioni sul mitigare il rigetto visivo e sull'adattarsi ai formati ridotti, il gruppo ha escluso le applicazioni ad alto contatto corporeo, concentrando la progettazione su dettagli di piccolo formato (inserti, portachiavi) o su oggetti a funzione contemplativa ed espositiva (cornici, copertine di libri), in cui l'irregolarità del pattern diviene elemento di pregio narrativo senza generare attrito psicologico nell'utente.

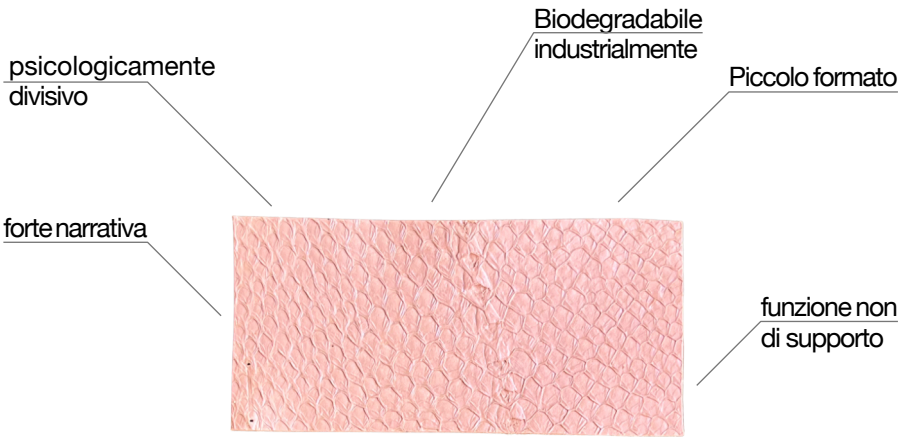


Figura 4.16
Campione di Ictyos

CARATTERISTICA	LINEA GUIDA SEGUITA	PROPOSTA	DIREZIONE PROGETTUALE
Disgusto percettivo e forte narrativa di recupero	Destinare ad aree a basso attrito corporeo	copertine di libri, oggetti espositivi, cornici <i>(Superfici a basso contatto ma che mettono in risalto il materiale)</i>	
Formato di fornitura piccolo e fortemente irregolare	Adattarsi al frammento ridotto	Inserti decorativi; piccola pelletteria (portachiavi)	
Sostituzione di pelli animali tradizionali	Assegnare funzioni non strutturali	Accessori moda (cinture, portafogli)	

Tabella 34
Direzioni progettuali per Ictyos: caratteristiche, Linee Guida applicate e concept generati.

Mogu. Il processo ideativo sul biocomposito a base miceliare ha evidenziato la funzione di filtro attivo esercitata dal framework. La mappatura aveva restituito un'identità complessa, ovvero un materiale leggero, fonoassorbente e ignifugo, ma intrinsecamente fragile e soggetto a rapida degradazione in presenza di umidità (figura 4.17).

L'approccio iniziale dei profili neutri, guidato da un'associazione ingenua tra l'origine 'naturale' del materiale e l'ambiente outdoor, ha subito una correzione immediata grazie all'indicazione di sfruttare la degradabilità come vantaggio, non come limite da compensare. La negoziazione ha reindirizzato le proposte verso applicazioni a breve ciclo di vita o in ambienti controllati, tramutando la

vulnerabilità del materiale in un vantaggio strategico (tabella 35).

Sono emersi concept legati al packaging a chilometro zero (contenitori per uova, in cui il materiale si consuma insieme al prodotto), elementi modulari fonoassorbenti per interni e oggetti a basso attrito meccanico, come sottopentole (che sfrutterebbero la resistenza al fuoco) e sottobicchieri compostabili personalizzabili a caldo.

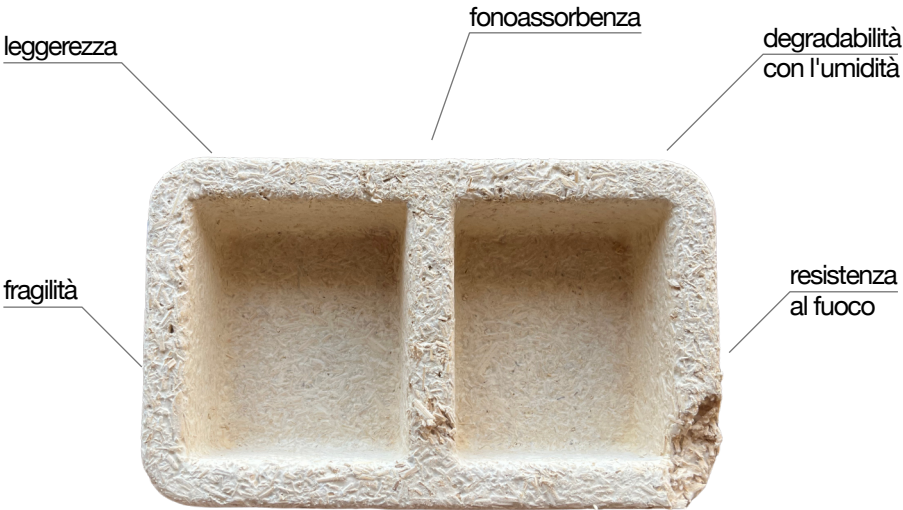


Figura 4.17
Campione di Mogu

CARATTERISTICA	LINEA GUIDA SEGUITA	PROPOSTA	DIREZIONE PROGETTUALE
Leggerezza, isolamento acustico e limiti di accrescimento	Scomporre in piccoli moduli	Pannelli fonoassorbenti modulari di dimensioni contenute	
Biodegradabilità e vulnerabilità all'acqua	Sfruttare la rapida obsolescenza	• Contenitori per uova a km 0 (sfrutta la proprietà isolante per mantenere le uova ad una buona temperatura, resiste agli impatti, è biodegradabile) • lettiera per gatti (di solito usata per un paio di mesi, quindi la biodegradabilità è sfruttata) • sottobicchieri compostabili (da sostituire al cartone, personalizzabili con il fuoco) • vasi per ortaggi (la pianta e il vaso possono essere piantati direttamente in terra)	
Resistenza termica (ignifugo)	Impiegare per isolamento protettivo	Sottopentole (alternativa al sughero, resistente al calore, afregamento limitato con il materiale)	
Estetica organica	Valorizzare la narrazione materica	Rivestimenti per soffitti o pareti	

Tabella 35
Direzioni progettuali per Mogu: caratteristiche, Linee Guida applicate e concept generati.

Sulapac. L'indagine sul Sulapac (figura 4.18) ha generato un cambio di paradigma interessante, in cui le direttive teoriche hanno agito in totale sinergia con le suggestioni visive dei partecipanti. Mappato come materiale ad altissima formabilità, rigido e resistente alle alte temperature (fino a 250°C), ha inizialmente stimolato la tendenza a considerarlo un mero sostituto drop-in della plastica convenzionale (es. giocattoli a incastro).

Tuttavia, l'applicazione dell'indicazione volta a posizionare la risorsa in settori rigorosi ha trovato immediato riscontro nella percezione visiva del gruppo, che aveva già definito la materia 'tecnica, pulita e asettica'. Questo dato, unito ai bisogni emersi

dal background tecnico dei partecipanti, ha allontanato il concept dai beni di largo consumo per ricollocare il materiale in settori premium o ad alto rigore normativo, come il comparto medicale, scientifico e della ristorazione collettiva (tabella 36).

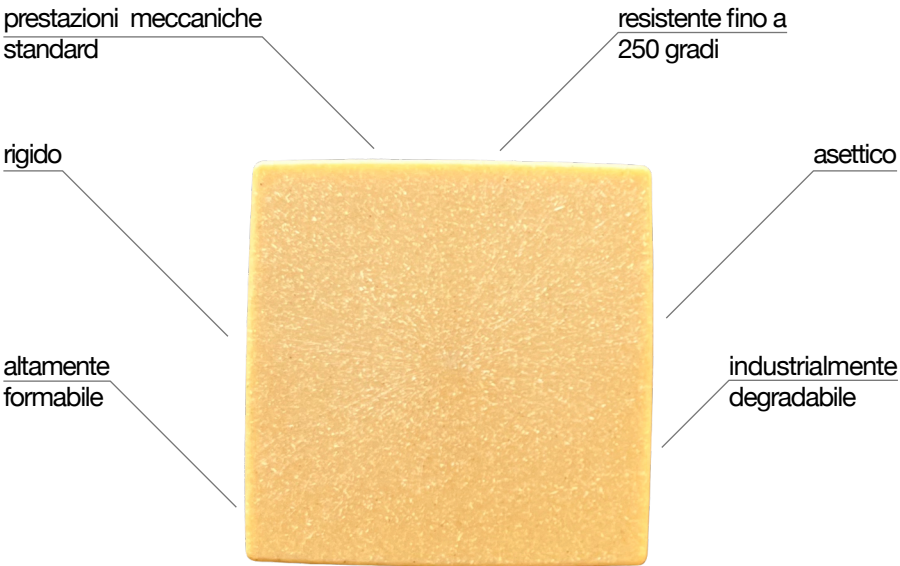


Figura 4.18
Campione di Sulapac

CARATTERISTICA	LINEA GUIDA SEGUITA	PROPOSTA	PROFILO PROPONENTE
Aspetto asettico, pulito e alta precisione geometrica, biodegradabilità	Trasmettere rigore e affidabilità	Strumentazione odontoiatrica usa e getta; provette e portacampioni da laboratorio	
Resistenza termica (250°C) e lavabilità	Sfruttare l'alta tolleranza di stampaggio	Vassoi per mense scolastiche/aziendali; posateria tecnica usa e getta	
Rigidezza strutturale e formabilità	Posizionare in settori normati	Giocattoli di precisione (es. mattoncini a incastro)	

Tabella 36
Direzioni progettuali per Sulapac: caratteristiche, Linee Guida applicate e concept generati.

Fase 7 – Debriefing



Obiettivo

Raccogliere feedback spontanei sui punti di forza e le aree di miglioramento del framework.



Aspettative

Emersione di valutazioni differenziate tra profili tecnici e neutri; possibile difficoltà dei profili neutri nell'articolare il processo metodologico seguito

Esito Discussione attiva e partecipata

La fase di debriefing ha permesso di raccogliere le valutazioni dirette dei partecipanti sull'esperienza del workshop, confermate dalle annotazioni dell'Observer raccolte durante la sessione.

Una critica condivisa ha riguardato la lunghezza complessiva del workshop, percepita in modo diseguale tra le fasi. La fase sensoriale (Blind Tinkering) è stata descritta come coinvolgente e attiva al punto da rendere il tempo trascorso poco percepibile, mentre la Ricerca Analitica è stata indicata da più partecipanti come la fase più faticosa, a causa della difficoltà di reperire ed elaborare alcune informazioni tecniche nei tempi assegnati. La fase di mappatura sul Canvas è stata invece valutata come relativamente fluida, anche grazie al supporto del facilitatore nei momenti di incertezza.

Sul lavoro in coppia, i profili neutri hanno riferito che la presenza di un compagno ha aumentato la propria

sicurezza nell'affrontare le fasi più tecniche, dichiarando incertezza sulla propria capacità di completare autonomamente le stesse attività in solitaria. Questo riscontro qualitativo rafforza l'osservazione, già discussa nel par. 4.12, sulla necessità di una composizione mista del team nelle fasi analitiche.

Sull'esperienza complessiva, i partecipanti hanno confermato che il percorso del framework li ha condotti a ragionare in modo diverso rispetto alle proprie abitudini, portandoli a sviluppare idee che non immaginavano di poter generare. I profili tecnici hanno espresso una valutazione positiva sulla funzionalità del metodo, accompagnata però dalla considerazione che la sua applicabilità debba essere valutata caso per caso, in funzione del contesto: Andrea, in particolare, ha suggerito che il framework potrebbe risultare particolarmente utile come strumento di presentazione e commercializzazione di un materiale innovativo

verso potenziali aziende clienti, un'osservazione che ha motivato l'introduzione di un nuovo contesto applicativo nella riformulazione del Capitolo 3 (cfr. par. 3.3).

Infine, alcuni partecipanti hanno notato che diverse applicazioni emerse durante la fase di Ideazione si avvicinano a quelle dei materiali tradizionali che i nuovi materiali sono destinati a sostituire. Nella discussione, questo dato non è stato interpretato come un limite della capacità generativa del framework, ma come l'espressione della reale forza di alcuni materiali sostenibili: la capacità di inserirsi senza forzature nei settori già consolidati, garantendo una transizione ecologica meno dipendente dalla creazione di mercati interamente nuovi.

4.5 Analisi dei risultati

4.5.1 Dinamiche di negoziazione tra profili

Uno degli aspetti più significativi rilevati dall'Observer durante la fase generativa riguarda il modo in cui i profili diversi hanno interagito all'interno di ciascuna coppia.

In ciascuno dei tre materiali analizzati si è registrata una dinamica di negoziazione specifica, in cui il profilo la cui logica ha prevalentemente orientato l'esito, è cambiato in funzione della natura del problema progettuale affrontato:

Ha prevalso il **profilo tecnico** quando si è trattato di escludere applicazioni impraticabili per ragioni prestazionali (Mogu in outdoor; Sulapac nei beni di consumo di massa). In questi casi, la conoscenza tecnica ha agito da filtro efficace.

Il **profilo neutro** è stato più utile quando la sua reazione sensoriale, anche se 'errata' dal punto di vista tecnico, ha fornito il vincolo progettuale più utile (la repulsione tattile per l'Ictyos ha correttamente escluso gli oggetti ad alto contatto corporeo). In questi casi, l'intuizione ha anticipato la logica.

Il profilo neutro non ha avuto un ruolo marginale, ma complementare: ha contribuito con intuizioni

difficilmente producibili dal solo designer, compensando i bias professionali pregressi.

Questo esito è coerente con la letteratura sul co-design, secondo cui il coinvolgimento di partecipanti non esperti nelle fasi generative di un processo progettuale, aumenta e differenzia la tipologia di proposte generate, proprio perché priva di bias (Sanders & Stappers, 2008). Esaminando il ruolo delle linee guida durante il brainstorming, si nota che le indicazioni hanno agito come un legante tra i partecipanti, permettendo di relazionarsi, discutere, confrontarsi e superare la fase di stallo senza che nessuno si sentisse escluso o non capace di dare suggerimenti. In sintesi, le linee guida hanno permesso di facilitare la convergenza tra logiche di pensiero diverse all'interno di team eterogenei. Un'altra riflessione che può essere fatta, riguarda la composizione ottimale dei partecipanti in ogni fase, discussa nel capitolo 3. A differenza di ciò che è stato precedentemente ipotizzato (profili neutri coinvolti nella fase di analisi materia e profili tecnici nella fase di ideazione), il workshop ha dimostrato che le fasi sensoriali e generative (Blind Tinkering, Ideazione) benefi-

ciano della presenza di profili neutri, le cui reazioni non mediate da formazione tecnica costituiscono dati analitici utili e fonte di intuizioni che il solo profilo progettuale difficilmente produrrebbe.

La fase analitica (Ricerca Analitica, compilazione del Canvas), al contrario, risulta più fluida se condotta da profili con formazione tecnica, capaci di muoversi autonomamente tra dati documentali e sintesi identitaria. Questa indicazione, non prevista nella struttura originaria del framework, costituisce uno degli esiti più rilevanti della validazione empirica e viene ripresa come raccomandazione operativa nelle conclusioni di questa ricerca (cfr. par. 5.3).

4.5.2 Concept generati: osservazioni e confronto con lo stato dell'arte

Una lettura trasversale dei concept generati nei tre casi materici, posta in relazione con la mappatura dei settori applicativi condotta nel Capitolo 2 e con le applicazioni effettivamente commercializzate dalle aziende produttrici dei materiali analizzati, permette di valutare su due livelli distinti se il workshop abbia ampliato lo spettro delle applicazioni note: rispetto allo stato dell'arte generale della categoria materica, e rispetto al portfolio specifico dell'azienda produttrice (Tabella 37).

Per Ictyos e Sulapac, i concept generati si collocano entro o ai margini dei settori applicativi già osservati sia nei casi studio del

Capitolo 2 sia nel portfolio reale delle aziende produttrici, rispettivamente la pelletteria di fascia alta per Ictyos (Station F, 2019) e il packaging stampato per Sulapac (Sulapac, s.d.-a). Questo esito è coerente con quanto osservato nel par. 4.13: entrambi i materiali nascono come alternative dichiarate a risorse tradizionali e portano con sé una vocazione applicativa già parzialmente tracciata.

Per Mogu, la divergenza è più marcata e si manifesta su entrambi i livelli di confronto. I concept generati, in particolare i contenitori per uova a chilometro zero, la lettiera per gatti e i vasi per ortaggi, non trovano riscontro né nei settori

mappati per i bio-fabbricati nel Capitolo 2, concentrati su soft goods e packaging generico, né nel portfolio reale di Mogu, attualmente focalizzato su pannelli acustici e soluzioni per l'edilizia (Mogu, s.d.-a). Questa duplice divergenza mostra che il framework esprime la propria funzione più pienamente generativa su materiali privi di una vocazione sostitutiva predefinita, capaci di superare non solo i confini della letteratura ma anche le strategie commerciali già consolidate dal produttore stesso.

Tabella 37

Confronto tra concept emersi e prodotti attualmente in commercio per ognuno dei 3 materiali analizzati

	Applicazioni reali dell'azienda produttrice (mappati nel Cap 2)	Concept emersi nel workshop	Posizionamento del concept
Ictyos	Pelletteria, accessori di lusso (Station F, 2019)	Cornici, copertine, portachiavi, accessori moda	Entro il perimetro noto, ma con declinazione verso oggetti a basso contatto corporeo non centrali nel portfolio aziendale
Mogu	Pannelli acustici e isolanti per l'edilizia e l'interior design (Mogu, s.d.-a)	Packaging alimentare a km 0, lettiera per gatti, sottobicchieri compostabili, vasi per ortaggi	Fuori dal perimetro noto sia in letteratura sia nel portfolio aziendale attuale
Sulapac	Packaging cosmetico, posateria, capsule caffè (Sulapac, s.d.-a)	Strumentazione odontoiatrica, vassoi mensa, giocattoli di precisione	Ai margini del perimetro noto: stesso principio di stampaggio drop-in, ma settori applicativi non centrali nel portfolio attuale

4.5.3 Evoluzione del ragionamento progettuale

Un aspetto rilevante di questa fase generativa riguarda l'evoluzione concreta dell'approccio progettuale dei partecipanti nel corso della sessione, osservabile confrontando il tipo di ragionamento prodotto nelle diverse fasi (figura 4.19).

Nella fase di Briefing l'osservazione di un materiale genera spontaneamente ipotesi d'uso fin dal primo contatto. Nella fase iniziale, le osservazioni sono emerse sotto forma di proposte d'uso, formulate per analogia con prodotti o materiali familiari e non sulla base di caratteristiche osservabili. Ad esempio Sulapac è stato associato a delle

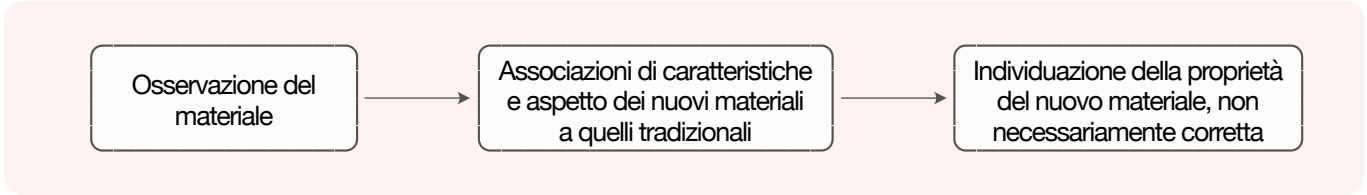
"piastrelle per il bagno" o Mogu giudicato "sicuramente isolante". In questa fase il ragionamento procedeva dal prodotto noto verso il materiale nuovo, cercando una corrispondenza con categorie familiari.

Nella fase di Ideazione, al termine del percorso analitico, il ragionamento risultava invertito, evidenziando come le proposte partivano da una caratteristica specifica del materiale, isolata nei quattro profili identitari, per costruire un'applicazione su misura di quella caratteristica.

Figura 4.19

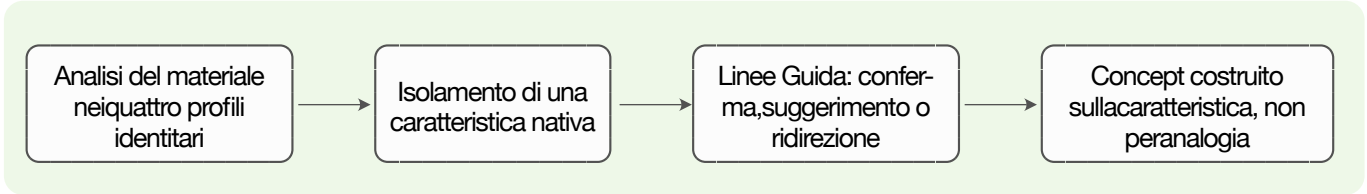
Schema che mostra l'evoluzione del ragionamento progettuale all'inizio e alla fine del workshop

FASE BRIEFING



Percorso del framework: Blind Tinkering + Ricerca Analitica + Canvas + Linee Guida

FASE IDEAZIONE



4.5.4 Ruolo delle Linee Guida

Le Linee Guida hanno guidato gli utenti, tramite tre funzioni distinte (tabella 38):

Confermativa: Hanno validato direzioni già intuïte, come nel caso del Sulapac, la cui percezione visiva "tecnica e asettica" ha trovato riscontro nell'indicazione di posizionarlo in settori normati.

Di suggerimento: Hanno offerto spunti formali, orientando la ricerca sull'Ictyos verso la piccola pelletteria in virtù del suo formato ridotto.

Di limite e ridirezione: Hanno corretto associazioni ingenuë. Nel caso di Mogu, l'indicazione di sfruttare la degradabilità ha bloccato l'ipotesi di

un suo impiego in ambienti outdoor.

L'efficacia delle Linee Guida nel processo creativo è variata a seconda del materiale, dimostrando che indicazioni più specifiche generano risultati migliori. A differenza che per Ictyos, dove le linee guida sono state utili soprattutto all'inizio, per Mogu le indicazioni sono state determinanti lungo l'intero processo. Infine, i partecipanti hanno utilizzato le linee guida per Sulapac in maniera minoritaria, a causa della sua forte similitudine con la plastica tradizionale. È opportuno specificare che alcune delle linee guida teorizzate nel framework non sono state empiricamente validate durante il workshop, in quanto si riferivano ad altre sottocategorie della

macro-categoria materica non rappresentate dai campioni in esame. Inoltre, un'evidenza critica emersa dall'osservazione riguarda l'eccessiva lunghezza delle linee guida che talvolta hanno interrotto il flusso creativo dei partecipanti, richiedendo tempi di lettura troppo ampi rispetto al reale beneficio orientativo fornito. Si è notato, tuttavia, che le direttive si sono rivelate particolarmente efficaci nel caso di Mogu. Ciò è riconducibile al fatto che le caratteristiche di questa specifica tipologia di materiali bio-fabbricati risultano maggiormente uniformi tra loro, presentando un minor numero di eccezioni e garantendo, di conseguenza, un'aderenza più diretta tra la prescrizione teorica generale e l'applicazione pratica.

Funzione	Materiale	Esempio Osservato	Ideazione
Confermativa	Ictyos	L'indicazione di destinare il materiale ad aree a basso attrito corporeo ha confermato quanto i profili neutri avevano già intuito durante il Blind Tinkering	cornici; portachiavi
	Sulapac	La percezione visiva "tecnica e asettica" emersa nel Blind Tinkering ha trovato riscontro diretto nell'indicazione di posizionare il materiale in settori normati	Settore food e medicale
Disuggerimento	Ictyos	L'indicazione di adattarsi al frammento ridotto ha orientato la ricerca verso prodotti di piccolo formato	piccola pelletteria
	Mogu	La consapevolezza del tempo di produzione e del rischio di marcescenza interna ha orientato la progettazione verso oggetti di piccolo formato o componibili	pannelli fonoassorbenti modulari
Di limite e ridirezione	Mogu	L'indicazione di sfruttare la degradabilità come vantaggio ha bloccato l'ipotesi iniziale dei profili neutri di un impiego del materiale in ambienti outdoor, reindirizzandola verso applicazioni a ciclo di vita breve	packaging e trasporti

Tabella 38
Esempi del ruolo che le linee guida hanno avuto

4.6 Valutazioni del workshop

La valutazione degli esiti del workshop si basa sull'incrocio di tre tipi di evidenza raccolti durante la sessione: le annotazioni dell'Observer nella griglia di osservazione, il cronometraggio delle fasi confrontato con le stime teoriche (cfr. Figura 4.5), e l'analisi qualitativa dei concept prodotti in relazione alle linee guida applicate (cfr. Figure 4.6, 4.7, 4.8). Per ciascuno dei tre obiettivi di ricerca, il giudizio sintetico

(confermato, parzialmente confermato) è stato formulato secondo i seguenti criteri.

La riduzione del Translation Gap si è osservata l'autonomia dei partecipanti nel completare ciascuna fase senza intervento del facilitatore, insieme alla qualità della sintesi identitaria prodotta sul Canvas.

L'usabilità e intuitività è stata valutata attraverso il cronometraggio delle fasi e le annotazioni sugli attriti procedurali registrati dall'Observer.

La capacità generativa ha considerato il numero e la specificità delle direzioni progettuali prodotte per ciascun materiale, cioè il grado in cui le linee guida operative hanno orientato tale processo.



Riduzione del Translation Gap

Confermata ma non uniformemente

La Riduzione del Translation Gap risulta confermata, ma non in modo uniforme tra i profili. A livello di output, tutti e tre i campioni analizzati si concludono con direzioni progettuali specifiche e motivate, a dimostrazione che il framework è nel suo complesso capace di tradurre proprietà materiche in scelte di design. A livello di processo c'è stata invece una diversificazione nella capacità di esecuzione. I profili tecnici sono stati in grado di affrontare autonomamente l'intero percorso, a differenza dei profili neutri, che hanno necessitato della mediazione del facilitatore in alcuni momenti.



Usabilità & Intuitività

Parzialmente confermata

Il giudizio di conferma è parziale poiché gli scostamenti temporali si sono concentrati nelle fasi diagnostiche (in particolare nel Blind Tinkering (+15 minuti) e nella mappatura sul Canvas (+5 minuti)) e si sono resi necessari interventi del facilitatore per risolvere incertezze terminologiche (come le oscillazioni sulle voci "composizione originaria" o "satinato"). Il framework risulta pienamente usabile per i profili tecnici, la cui alfabetizzazione disciplinare di base garantisce fluidità; richiede invece interventi di semplificazione terminologica e supporti visivi aggiuntivi per i profili neutri.



Capacità generativa

Confermata

Il terzo obiettivo trova la conferma meno ambigua dei tre. La fase di ideazione si è svolta con piena fluidità per tutti i profili. Anche i partecipanti neutri hanno contribuito con proposte pertinenti, segno che la difficoltà riscontrata in precedenza riguardava la sintesi di dati tecnici, non la capacità progettuale in sé.

I risultati del workshop, letti nel loro complesso, restituiscono un quadro più articolato della semplice conferma o smentita degli obiettivi di ricerca. La capacità di supporto del framework è stato un risultato inatteso, nel grado in cui si è manifestato. Non era scontato, infatti, che i partecipanti riuscissero, nel poco tempo che avevano a disposizione, a generare dei concept coerenti e potenzialmente utilizzabili. Si può quindi affermare, che la combinazione tra la struttura a quattro profili e le linee guida per categoria, hanno dato il loro contributo positivo nella guida alla produzione di concept motivati e non casuali.

Il dato più critico, ovvero la disuniformità nella riduzione del *Translation Gap* tra profili tecnici e neutri, non va interpretato come un fallimento, ma come l'indicazione precisa di dove il *framework*, nella sua forma attuale, smette di essere autosufficiente. La necessità di mediazione nella fase di sintesi sul Canvas riguarda la capacità di tradurre dati frammentari in un giudizio sintetico, un'operazione che richiede una competenza specifica e allenata, non immediata.

I dato più inaspettato riguarda la scoperta della funzione relazionale che le linee guida hanno avuto,

contribuendo ad incentivare discussioni costruttive e far mediare logiche di pensiero diverse. Si può affermare quindi, che l'efficacia del framework dipende tanto dalla sua struttura interna quanto dal contesto sociale e dalla composizione del gruppo in cui viene applicato. Per verificare appieno queste considerazioni, sarebbero tuttavia richieste ulteriori iterazioni.

Nel complesso, il framework dimostra una solida capacità di strutturare il percorso dall'osservazione materica alla proposta progettuale. La componente prescrittiva agisce in modo flessibile su un processo ideativo che possiede già una propria capacità di innesco. L'efficacia di questo percorso non è ancora del tutto indipendente dal profilo dell'utente: gli strumenti diagnostici richiedono uno sforzo cognitivo di elaborazione (la difficoltà di leggere, interpretare e sintetizzare informazioni tecniche in sequenza) che, nella forma attuale del framework, non tutti i profili riescono ad affrontare in autonomia. . Questo è il punto di massima utilità del test: distingue chiaramente ciò che il framework fa già bene, ovvero orientare, suggerire, correggere, da ciò che richiede affinamento: tradurre, nominare, sintetizzare.

4.7 Correzioni al framework e conclusioni

Dal confronto finale tra 'attrito necessario' (quello fisiologicamente richiesto dall'analisi tecnica) e 'attrito evitabile' emergono indicazioni operative precise per le future iterazioni del framework (tabella 39):

Ordine di presentazione dei materiali tradizionali: L'introduzione del campione tradizionale di confronto dovrebbe avvenire dopo il completamento del Blind Tinkering, non prima. In questo modo, non si avrebbe un'interferenza che influenza la costruzione della percezione reale del materiale innovativo. La successiva introduzione, permetterebbe invece di effettuare un confronto misurabile, fornendo dei dati comparativi utili.

Ergonomia terminologica dello Strumento A: Lo Strumento A richiede formulazioni meno tecniche o definizioni sintetiche in linea per i

termini specialistici, al fine di ridurre la necessità di mediazione per i profili non tecnici.

Supporti visivi disambiguanti: L'integrazione di immagini di riferimento per le scale di valutazione sensoriale (es. scale visive per 'satinato vs lucido vs opaco') costituirebbe un canale di disambiguazione utile per chi non dispone di un vocabolario tecnico consolidato.

Gradualità informativa nella Ricerca Analitica: La fase 3 dovrebbe prevedere una progressione più graduale nella densità delle voci, separando le informazioni essenziali da quelle di approfondimento facoltativo, per ridurre il sovraccarico cognitivo senza penalizzare i profili più esperti.

A causa della specifica architettura del workshop, restano aperte questioni difficili da valutare. Nello specifico, non è stato possibile comprendere l'impatto delle Linee Guida come innesco indipendente o come validazione di un processo già in moto. Inoltre, sarebbero necessarie ulteriori test per capire come i partecipanti affronterebbero la ricerca analitica senza schede pre-compilate. Infine, la scalabilità del framework in contesti aziendali strutturati con team più ampi e materiali meno noti dovrebbe essere valutata.

Tabella 39
Correlazioni tra problema rilevato e proposta di correzione del framework

PROBLEMA RILEVATO	CORREZIONE PROPOSTA
Materiali tradizionali introdotti all'inizio → bias cognitivi prematuri nella Fase 1	Introdurre il campione tradizionale solo dopo il Blind Tinkering
Terminologia tecnica nello Strumento A non accessibile ai profili neutri → necessità di mediazione	Semplificare le voci o aggiungere definizioni sintetiche in linea · Inserire scale visive
Assenza di supporti visivi nel Canvas → difficoltà di sintesi identitaria per i profili neutri	Integrare esempi visivi e domande guida più esplicite nel Canvas
Densità informativa omogenea nella Ricerca Analitica → sovraccarico cognitivo	Strutturare le voci in livelli: informazioni essenziali (sempre richieste) + approfondimento facoltativo (per profili esperti)

Bibliografia capitolo 4

Bak-Andersen, M. (2018). When matter leads to form: Material driven design for sustainability. *Temes de Disseny*, (34), 10–33.

Sanders & Stappers (2008). Co-creation and the new landscapes of design, *CoDesign*, 4(1), 5-18.

Tversky & Kahneman (1974). Judgment under uncertainty: Heuristics and biases, *Science*, 185(4157), 1124-1131.

Conclusioni

5

5.1 Sintesi del percorso di ricerca

I materiali della transizione ecologica faticano ad affermarsi a causa degli strumenti che mediano tra le loro proprietà e le scelte dei designer. (Lerma & Dal Palù, 2016; Lerma, De Giorgi, & Allione, 2011). Il **divario di conoscenze**, indicato in questa tesi come *Translation Gap*, documentato da Lerma e Dal Palù (2016) dimostra che i database ingegneristici esistenti forniscono informazioni quantitative precise, ma non riescono a restituire la **complessità identitaria** di risorse che traggono il proprio valore non solo dalle prestazioni meccaniche, ma dall'insieme di **caratteristiche sensoriali, narrative, ambientali e tecniche** che ne definiscono la natura. Tradurre questa complessità in scelte progettuali concrete rappresenta la sfida metodologica che questa ricerca ha cercato di affrontare.

L'obiettivo era quello di costruire uno **strumento metaprogettuale** che guidasse il designer nella **comprensione delle risorse innovative** prima di qualsiasi scelta formale. Il Material Strategy Canvas risponde a questa esigenza invertendo la sequenza logica del processo progettuale classico: anziché partire da un'esigenza

antropocentrica che determina a cascata requisiti, prestazioni e infine la scelta del materiale (come previsto dal quadro esigenziale-prestazionale formalizzato dalla norma UNI 8289) il framework propone di **partire dall'identità della risorsa**, intesa come il sistema complesso di caratteristiche ambientali, sensoriali, narrative e tecniche che ne determinano il comportamento e le traiettorie d'uso. Questa inversione traduce operativamente il paradigma **Matter leads to Form** (Ingold, 2013; Bak-Andersen, 2018) nel linguaggio metodologico della progettazione industriale, segnando il passaggio dalla materia come variabile dipendente a materia come punto di partenza del processo creativo.

Per rendere questo passaggio praticabile, la ricerca ha operato tre scelte metodologiche fondamentali. La prima è il sistema tassonomico basato sulla **strategia di genesi**, che classifica i materiali per origine della risorsa e logica del processo produttivo anziché per composizione chimica, producendo le tre macro-famiglie di **Materiali Recuperati**, **Bio-fabbricati** e **Naturali ad Alte Prestazioni** (cfr. par. 2.3), scelte in quanto rappre-

sentative delle strategie fondamentali per la transizione sostenibile dei materiali. La seconda è l'articolazione dell'identità del materiale in quattro profili (sensoriale, narrativo, ambientale e tecnico) ottenuta attraverso una sintesi del framework della **Materials Experience** (Giaccardi & Karana, 2015) motivata dalla necessità di rendere lo strumento applicabile da profili eterogenei in tempi contenuti (cfr. par. 2.3.2). Il principio che governa l'intera architettura del framework è invece la **Material Agency** (Karana et al., 2015), per cui i vincoli intrinseci della materia non sono ostacoli da neutralizzare, ma indicazioni progettuali da cui derivare le scelte formali, principio che governa l'intera architettura del framework dal Blind Tinkering alle linee guida operative (cfr. par. 1.4; 3.4).

5.2 Il ruolo del product designer

Le trasformazioni metodologiche descritte in questa tesi riflettono un cambiamento più ampio nel profilo di competenza richiesto al product designer contemporaneo. Il modello industriale consolidato attribuiva al designer il compito di tradurre funzioni in forme, selezionando materiali standardizzati in base a requisiti meccanici e di costo definiti a monte del processo. In quel sistema, la competenza materica consisteva nel sapere dove cercare e come filtrare un catalogo di opzioni già validate.

I materiali della transizione richiedono qualcosa di strutturalmente diverso, ovvero la capacità di riconoscere quali **caratteristiche native di una risorsa** (incluse quelle che il paradigma lineare classificherebbe come difetti, come l'irregolarità visiva, l'eterogeneità tra lotti o la deperibilità) possono diventare **driver progettuali** in contesti applicativi specifici, e quali invece costituiscono vincoli strutturali che

escludono determinate soluzioni formali. Il designer deve quindi essere capace di comprendere il materiale in maniera olistica e capire come sfruttare al meglio le sue caratteristiche in alcuni contesti e prodotti, piuttosto che altri, individuando soluzioni compatibili con il ciclo di vita della risorsa (Lerma et al., 2022). Questa evoluzione del ruolo è stata anticipata in letteratura dal **Material Driven Design** (Karana et al., 2015) e dal paradigma **Design follows Materials** (Ferrara & Lucibello, 2008). Il framework presentato in questa tesi è pensato per supportare lo sviluppo di questa competenza nella fase metaprogettuale, dove le scelte hanno il maggiore impatto sull'intero ciclo di vita del prodotto.

5.3 La validazione empirica

5.3.1 Cosa è stato confermato

La capacità generativa del metodo è il risultato più robusto. Tutti i partecipanti, indipendentemente dal background, hanno prodotto direzioni progettuali specifiche e motivate per i tre materiali analizzati. Le **linee guida** hanno agito efficacemente come **strumento orientativo**: in alcuni casi hanno fornito lo **spunto iniziale** per nuove direzioni, in altri hanno **corretto associazioni errate** prima che si consolidassero in concept impraticabili, in altri ancora hanno **confermato intuizioni** già emerse autonomamente. L'esempio più significativo è quello di Mogu che mostra come la direttiva di considerare la degradabilità come vantaggio sistemico anziché come limite, ha reindirizzato le proposte iniziali verso contesti a ciclo di vita breve o ambienti protetti. La struttura logica del Diagramma di Flusso ha funzionato correttamente per tutti i profili. Le tre coppie hanno, infatti, categorizzato i materiali nelle macro-famiglie corrette anche in assenza di formazione tecnica specifica, dimostrando che la logica tassonomica è accessibile purché le informazioni di input siano disponibili.

Vale la pena notare che la divergen-

za dei risultati tra i tre materiali non dipende solo dal metodo, ma anche dalla natura dei materiali stessi. Ictyos e Sulapac sono stati sviluppati come alternative sostenibili a controparti tradizionali (rispettivamente pelle animale e plastica) e portano con sé una vocazione applicativa in parte già definita dall'intenzione del produttore. I concept generati per questi materiali erano coerenti e tecnicamente fondati, ma si muovevano prevalentemente all'interno del perimetro applicativo già occupato dai loro equivalenti tradizionali. Mogu, al contrario, non nasce come sostituto di un materiale tradizionale, per cui, le sue applicazioni devono essere costruite interamente a partire dalle sue caratteristiche native. Il workshop ha confermato questa considerazione, in quanto i partecipanti hanno sviluppato concept più diversificati e lontani dalle applicazioni del materiale corrispettivo tradizionale. Il **framework** si conferma quindi essere **più efficace con materiali che non hanno ancora una loro collocazione specifica** nel mercato.

Un'ulteriore evidenza della capacità generativa del metodo è l'**evoluzione concreta del ragionamento** dei



partecipanti nel corso della sessione: **dal ragionamento per analogia** con prodotti esistenti (fase di Briefing) **al ragionamento per caratteristica nativa** del materiale (fase di Ideazione), documentata nel par. 4.13 e interpretabile come la manifestazione comportamentale del paradigma Matter leads to Form (Ingold, 2013; Bak-Andersen, 2018).

5.3.2 Cosa è stato confermato parzialmente

La riduzione del *Translation Gap* è avvenuta, ma non in modo uniforme tra i profili. I partecipanti con **formazione tecnica** hanno attraversato l'intero percorso in modo **autonomo**. I **profili neutri** hanno necessitato di **mediazione esterna** nella fase di compilazione del Canvas, in particolare nel passaggio dal dato puntuale alla sintesi identitaria del materiale, un salto qualitativo che richiede una competenza metacognitiva che il framework, nella sua

forma attuale, non supporta ancora adeguatamente per chi è privo di background disciplinare. Questo non invalida il metodo, ma indica con precisione dove il framework richiede ulteriore sviluppo per essere accessibile in modo autonomo a team non specializzati.

5.3.3 Cosa il workshop ha aperto

Il risultato più inatteso riguarda le **dinamiche di collaborazione** tra profili diversi. Le linee guida non hanno agito come regole imposte dall'esterno, ma come **strumento di convergenza** che ha permesso a logiche di pensiero diverse di coesistere e produrre risultati ibridi. In tutti e tre i casi esaminati, la negoziazione più produttiva è avvenuta quando la reazione sensoriale spontanea del profilo neutro, talvolta fondata su un'avversione tattile, talvolta su un'associazione d'uso derivante dal contesto personale, è stata analizzata e verificata dal profilo tecnico attraverso le linee guida. Il profilo neutro non ha avuto un ruolo marginale, ma complemen-

tare, compensando i bias professionali pregressi dei designer.

Data tale osservazione, è possibile identificare la **composizione ottimale del team** in ogni fase del framework, aggiornandola rispetto all'ipotesi pensata nel capitolo 3. Nella parte iniziale, durante l'analisi esplorativa, e nella fase di ideazione, risulta più interessante la partecipazione di un gruppo misto, dove le reazioni non specializzate costituiscono dati analitici preziosi (Sanders & Stappers, 2008), riservando la Ricerca Analitica e la compilazione del Canvas ai profili con formazione tecnica. Questa

distinzione non era esplicitata nella struttura originale del framework e rappresenta un affinamento operativo che le iterazioni successive dovrebbero integrare.

5.4 Contesti di applicazione del framework

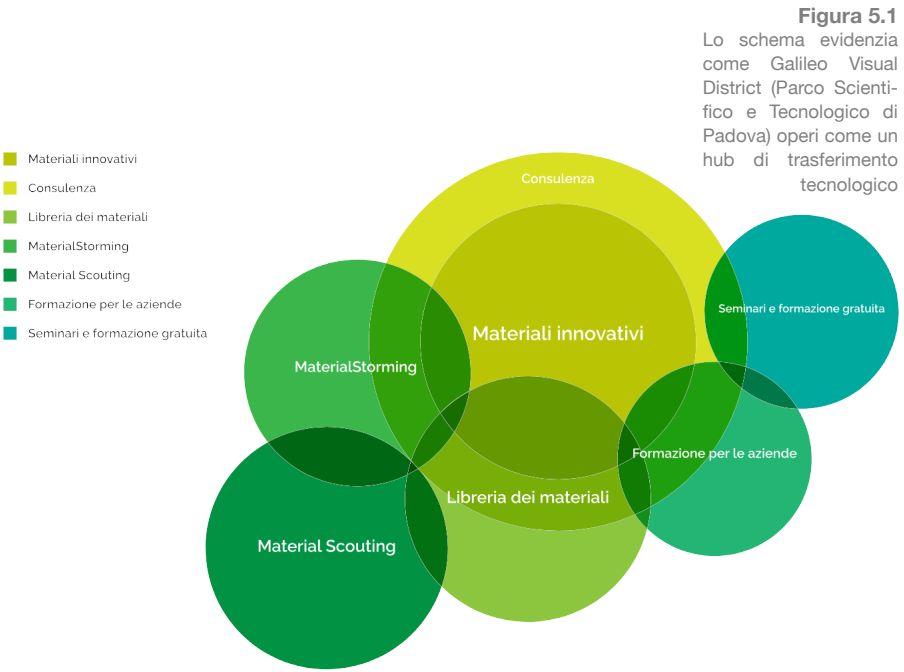
Il framework è progettato per operare secondo una logica in cui la materia precede le scelte formali. I contesti in cui questo principio si esprime nella sua forma più coerente sono materiotecche istituzionali, designer indipendenti e autoproduzione, produttori in cerca di posizionamento applicativo e didattico (dettagliati nel par. 3.3). Questi contesti si distinguono in quelli in cui il framework opera nella sua modalità originaria, senza un brief predefinito, e quelli in cui opera in modo adattato, come nel caso dei reparti R&D aziendali in cui esiste già un perimetro d'uso definito.

Questa distinzione non è solo classificatoria, ma ha implicazioni dirette sulle aspettative di output. Nei contesti in modalità originaria il framework può produrre **concept che divergono** significativamente dalle applicazioni già note per quel materiale, come dimostrato dal caso di Mogu nel workshop (cfr. par. 4.15); nei contesti in modalità adattata il framework opera più come **strumento di verifica** e affinamento che come motore di scoperta radicale.

Tra i contesti in modalità originaria, quello dei produttori di materiali

innovativi privi di un posizionamento di mercato consolidato è quello che ha trovato un riscontro parziale nell'indagine empirica condotta in questa ricerca, in quanto il workshop descritto nel Capitolo 4 ne riproduce una versione approssimata. In assenza di un produttore reale, il ruolo di facilitatore è stato assunto dall'autrice, e i materiali impiegati non sono derivati da una richiesta aziendale effettiva (cfr. par. 5.5). Proprio da questa esperienza, (cfr. par. 4.13), è stato suggerito che

l'impiego del Canvas potesse configurarsi anche come **strumento di commercializzazione**, utile al produttore per diffondere il materiale e favorirne l'adozione da parte dei brand. Questa indicazione, seppur non verificata sistematicamente, suggerisce una possibile estensione della funzione del framework, che dalla sola esplorazione applicativa interna potrebbe evolvere verso un ruolo di supporto attivo al posizionamento di mercato del materiale presso terzi.



5.5 Limiti della ricerca

Limiti della tassonomia

La classificazione in tre macro-famiglie, fondata su criteri di origine e logica di processo, produce categorie internamente eterogenee. La macro-famiglia dei Materiali **Recuperati**, in particolare, raggruppa risorse con **comportamenti progettuali molto distanti**, partendo dalle biomasse agro-industriali a bassa coesione strutturale fino ad arrivare ai materiali da *Urban Mining* con densità e rigidità comparabili ai polimeri vergini. Le linee guida operative, costruite al livello della categoria, riescono a **gestire parzialmente** questa eterogeneità attraverso indicazioni differenziate per sotto-tipologie, ma non possono sostituire la specificità che linee guida di secondo livello (scritte per sottocategorie più omogenee) potrebbero garantire. L'efficacia maggiore osservata nel caso di Mogu con crescita volumetrica, categoria con identità morfologica e comportamentale ben definita, conferma che la specificità tassonomica è direttamente proporzionale alla prescrittività delle direttive progettuali. Questo suggerisce di sviluppare, nelle iterazioni successive, linee guida di secondo livello per sottocategorie più omogenee all'interno delle famiglie esistenti.

Limiti del framework

Lo Strumento A presenta una **densità terminologica** che risulta **non accessibile** ai profili non tecnici senza mediazione esterna. Alcuni descrittori generano incertezza interpretativa che rallenta il processo e richiede l'intervento del facilitatore, limitando la scalabilità dello strumento nei contesti multidisciplinari che rappresentano uno degli ambiti applicativi più promettenti. Per i profili con formazione tecnica il framework si è dimostrato autonomo. Per gli altri no e questo è il limite più concreto emerso dal workshop.

Limiti della validazione empirica

Il workshop ha adottato un **approccio qualitativo esplorativo** non statisticamente rappresentativo. Il campione di sei partecipanti offre evidenze qualitative sufficienti per valutare la coerenza interna del metodo, ma non consente generalizzazioni. La coincidenza tra facilitatore e autrice della ricerca ha reso i partecipanti più propensi a richiedere supporto esterno piuttosto che elaborare autonomamente le informazioni.

L'impiego di schede tecniche pre-compilate ha ridotto il carico cognitivo della fase analitica in modo non replicabile nelle condizioni reali di utilizzo, dove il designer dovrebbe recuperare autonomamente i dati tecnici. I materiali sono stati selezionati tra quelli già analizzati nel Capitolo 2, limitando l'osservazione del comportamento del framework su risorse non ancora tassonomizzate o con identità meno consolidata.

5.6 Sviluppi futuri

Gli sviluppi futuri si articolano su tre traiettorie con orizzonti temporali e risorse necessarie differenti.

La prima traiettoria riguarda l'**affinamento del framework nella sua forma attuale**. Le correzioni emerse dal workshop sono operative e precise: la semplificazione terminologica dello Strumento A, con l'introduzione di definizioni sintetiche in linea e scale visive disambiguanti per i descrittori sensoriali; l'integrazione di esempi visivi e domande guida più esplicite nel Canvas per supportare la fase di sintesi identitaria nei profili non tecnici; la posposizione cronologica del campione tradizionale di confronto a dopo il completamento del Blind Tinkering, per evitare l'attivazione prematura di bias cognitivi; la strutturazione della Ricerca Analitica in livelli progressivi, separando le informazioni essenziali dall'approfondimento facoltativo. Per verificare se queste modifiche funzionano davvero, servirebbe una seconda iterazione del workshop con un campione più ampio, un setting controllato, eliminando la coincidenza tra facilitatore e ricercatore e testando il framework su materiali ancora poco esplorati.

L'altra direzione su cui vale la pena investire è la **tassonomia stessa**. Le tre macro-famiglie attuali funzionano come primo livello di orientamento, ma al loro interno rimangono categorie troppo eterogenee per produrre linee guida davvero specifiche.

Il framework è stato validato su tre macro-famiglie. Un'estensione naturale prevede l'applicazione a categorie non ancora coperte (DIY-Materials, materiali carbon-negative categorizzati in maniera a sé stante e biomasse di nuova generazione) e lo sviluppo di linee guida specifiche per sottocategorie più omogenee all'interno delle famiglie esistenti: ad esempio, separare le schiume miceliari dai biocompositi batterici all'interno dei Bio-fabbricati, o distinguere le biomasse agro-industriali dagli inerti minerali all'interno dei Materiali Recuperati.

La direzione che potrebbe essere più difficile da percorrere, ma anche più necessaria, è l'**integrazione digitale**. Il *Translation Gap*, che il Canvas affronta nella fase metaprogettuale fisica, persiste nei database di selezione materiali digitali, ancora strutturati su logiche quantitative. L'integrazione dei quattro

profili identitari in piattaforme digitali dedicate ai materiali della transizione potrebbe ridurre la dipendenza dal facilitatore e ampliare la portata del metodo. Resta però aperta una questione metodologica di fondo, ovvero determinare fino a che punto le qualità sensoriali e narrative della materia, che il Blind Tinkering esplora attraverso il contatto fisico diretto, possano essere tradotte in un'architettura dell'informazione digitale senza perdere la dimensione esperienziale che costituisce il presupposto del framework. La risposta a questa domanda definirà il confine tra ciò che può essere digitalizzato e ciò che richiede necessariamente l'interazione fisica con la materia, aprendo una questione di ricerca che va oltre i confini di questa tesi.

Bibliografia capitolo 5

Bak-Andersen, M. (2018). When matter leads to form: Material driven design for sustainability. *Temes de Disseny*, (34), 10–33. <https://doi.org/10.46467/TdD34.2018.10-33>

Ente Nazionale Italiano di Unificazione. (1981). UNI 8289: Edilizia. Esigenze dell'utenza finale. Classificazione. UNI.

Ferrara, M., & Lucibello, S. (2008). Design follows materials. Alinea Editrice.

Giaccardi, E., & Karana, E. (2015). Foundations of materials experience: An approach for HCI. In *Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 2447–2456). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/2702123.2702337>

Ingold, T. (2013). Making: Anthropology, archaeology, art and architecture. Routledge.

Karana, E., Barati, B., Rognoli, V., & van der Laan, A. Z. (2015). Material driven design (MDD): A method to design for material experiences. *International Journal of Design*, 9(2), 35–54.

Lerma, B., & Dal Palù, D. (2016). Material (and product) sensoriality: Can perceptive evaluations strengthen the meta-design phase? *Temes de Disseny*, (32), 10–23.

Lerma, B., Dal Palù, D., De Giorgi, C., & Emidi, N. (2022). La cultura dei materiali e il lato sensoriale del progetto. *Atti e Rassegna Tecnica della Società degli Ingegneri e degli Architetti in Torino*, 155(1-2-3), 148–154.

Lerma, B., De Giorgi, C., & Allione, C. (2011). Design e materiali: Sensorialità, sostenibilità, progetto. FrancoAngeli.

Sanders, E. B.-N., & Stappers, P. J. (2008). Co-creation and the new landscapes of design. *CoDesign*, 4(1), 5–18. <https://doi.org/10.1080/15710880701875068>