

Le Low-Tech come risorsa per la progettazione appropriata.

Analisi di casi studio



Candidata
Rebecca Lucchina

Relatore
Prof. Walter Franco



Le Low-Tech come risorsa per la progettazione appropriata.

Analisi di casi studio

Politecnico di Torino
DAD - Dipartimento di Architettura e Design
Corso di Laurea Triennale in Design e Comunicazione visiva
A.A. 2025/2026

Tesi di Laurea di primo livello
Sessione di Laurea Febbraio 2026

Relatore
Prof. Walter Franco

Candidata
Rebecca Lucchina s311841

Indice

0. Abstract	9	4. Casi studio	36	5. Conclusioni	98
1. Introduzione	10	Le Low-Tech per l'impatto sociale	38	6. Bibliografia e Sitografia	102
Cenni al design funzionale	13	Deset Fridge (Zeer Pot)	40		
		Legson Kayira Community Center & Primary School	42		
		Divya	46		
		GravityLight	48		
		Hippo Roller	50		
		Foldscope	52		
		Grelinette	54		
2. Le Tecnologie Appropriate	16	Le Low-Tech persistenti fino ad oggi	56		
Cenni storici	19	Caffettiera	58		
Definizioni	21	Bicicletta	66		
		Rasoio	70		
3. Le Low-Tech	24	Le Low-Tech nella vita di tutti i giorni	74		
Cenni storici	27	Export 4000	76		
Il pensiero e gli obiettivi delle Low-Tech	30	Lari	78		
Definizioni	32	Flare	80		
Le Low-Tech come metodologia per la progettazione	34	PlayWood	82		
		Tripp Trapp	84		
		Groundfridge	86		
		Bokashi Organiko 2	88		
		Le Low-Tech nel mondo dell'High-Tech	90		
		Fairphone	92		
		Framework Laptop	94		
		iFixit	96		

Abstract

L'obiettivo della tesi è quello di approfondire il ruolo delle Tecnologie Appropriate nell'ambito del design. Nello specifico l'attenzione è posta verso gli approcci Low-Tech, intesi come risorsa per la progettazione funzionale incentrata sulla persona e sulle sue necessità, tenendo in forte considerazione anche il contesto in cui è inserita.

Attraverso lo studio e l'analisi di casi reali, la tesi intende indagare come l'approccio Low-Tech possa rappresentare uno spunto progettuale efficace ed attuale, oltre a risolvere specifici vincoli tecnici e produttivi. In particolare viene studiato come tali principi possano essere applicati a contesti progettuali differenti, come siano stati applicati nella storia e come abbiano contribuito al successo di alcuni prodotti.



1. Introduzione

Cenni al design funzionale

Prima di analizzare le tematiche delle Tecnologie Appropriate e delle Low-Tech nella progettazione è necessaria un'introduzione al design stesso.

La traduzione letterale dall'inglese della parola design è progettazione, termine che riassume perfettamente lo scopo della disciplina. Essa include la progettazione di oggetti, fisici, digitali o concettuali, nella sua interezza e non solo relativamente alla parte estetica.

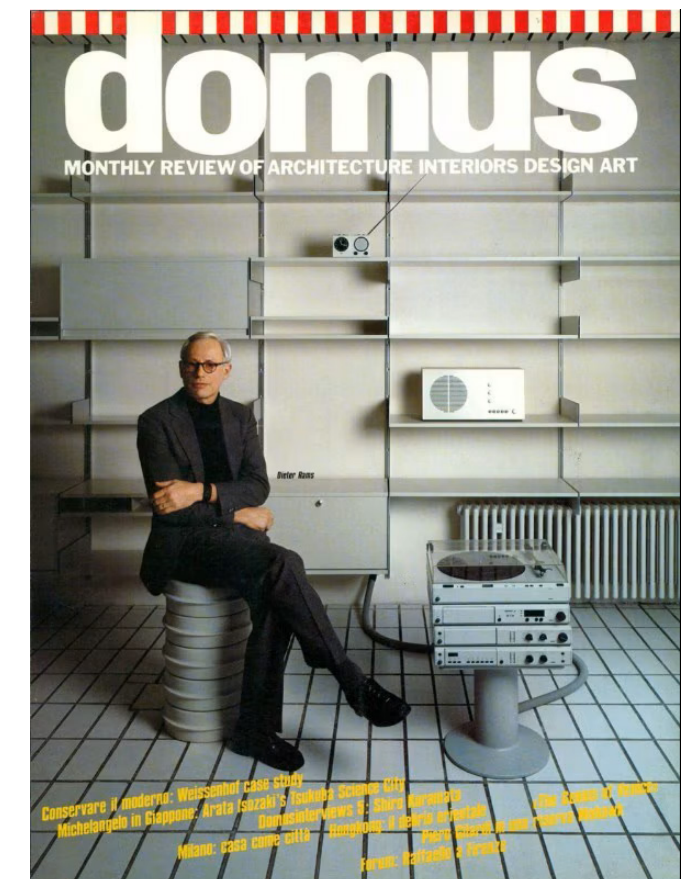
La progettazione, soprattutto quella che coinvolge gli approcci trattati in questo testo, ha una fortissima attenzione alla funzionalità. L'obiettivo è quello di creare degli artefatti che possano essere il perfetto compromesso tra forma e funzione. Il ruolo della disciplina è quello di rispondere a dei bisogni, risolvere problemi, proporre soluzioni ed esplorare nuove possibilità per migliorare la qualità della vita degli esseri umani.

Uno dei maggiori sostenitori della progettazione funzionale, seppur non incentrata su Tecnologie Appropriate e Low-Tech, è Dieter Rams, progettista tedesco che è stato head designer della Braun per numerosi anni e ha creato prodotti iconici ancora oggi. È noto per la sua filosofia di “less, but better” (meno, ma meglio) dalla fortissima spinta etica, di cui poi l'estetica è un'espressione. Egli ha formulato, poi pubblicato sul numero 748 di Domus (Aprile 1993), un codice di “10 principi del buon design”. Questi punti sono una riflessione, e quasi una profezia delle emergenze dei decenni successivi, dalla responsabilità verso l'ambiente alla necessità di comprendere meglio lo strumento della tecnologia.

I punti da lui elaborati sono:

1. Il buon design è innovativo
2. Il buon design esalta la facilità d'uso del prodotto
3. Il buon design possiede qualità estetiche
4. Il buon design è comprensibile
5. Il buon design è discreto
6. Il buon design è onesto

7. Il buon design rispetta l'ambiente
 8. Il buon design è duraturo
 9. Il buon design è coerente
 10. Il buon design è il minor design possibile
- [1, 2]



Dieter Rams sulla copertina del numero 748 di Domus.

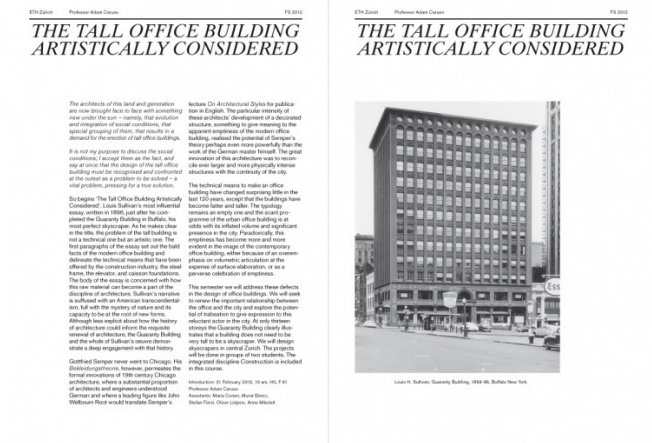


Alcuni dei prodotti di Dieter Rams.

Il buon prodotto è, quindi, quello che riesce a sintetizzare tutti questi principi all'interno dell'oggetto, all'intersezione tra la forma e la funzione. Il designer non è semplicemente colui che modella l'aspetto estetico di un artefatto, ma colui che lo carica di valore e significato. Nel design ben riuscito l'estetica è una conseguenza della funzione, come fortemente sostenuto da Louis Sullivan nel suo testo “The Tall Office Building Artistically Considered” (1896), dove dice:

"Sia che si tratti dell'aquila nel suo volo, o del fiore di melo aperto, del ruscello che lavora, della nuvola fluttuante, sopra tutto il sole che splende, la forma segue sempre la funzione, e questa è la legge."

L'architetto statunitense, noto per aver progettato numerosi grattacieli, non utilizza questo concetto come slogan ma ritiene che sia una vera e propria “legge naturale” che applica nei suoi edifici; la funzione è l'essenza interiore di una determinata cosa. Per arrivare a queste conclusioni ha svolto un’analisi del mondo naturale, osservando come non esista nulla che sia “decorativo” senza avere uno scopo. In questo contesto, Sullivan non intendeva solo l'utilità pratica, ma un'armonia organica dove l'aspetto esteriore di un edificio (o oggetto) dichiara chiaramente a cosa serve. [3]



Louis Sullivan nel suo testo “The Tall Office Building Artistically Considered” (1896)

Il concetto di forma che segue la funzione viene fortemente ribadito anche nel libro “L'uomo al centro del progetto. Design per un nuovo umanesimo” del Professor Claudio Germak. Nel saggio di Flaviano Celaschi, in particolare, si cerca di definire la disciplina del design: l'autore identifica la materia all'intersezione di quattro sistemi di conoscenze (input) che difficilmente dialogano tra di loro. Gli input sono: la creatività dell'arte, la fattibilità tecnologica, la gestione economica e le humanities. Quando questi sistemi si incontrano generano degli output:

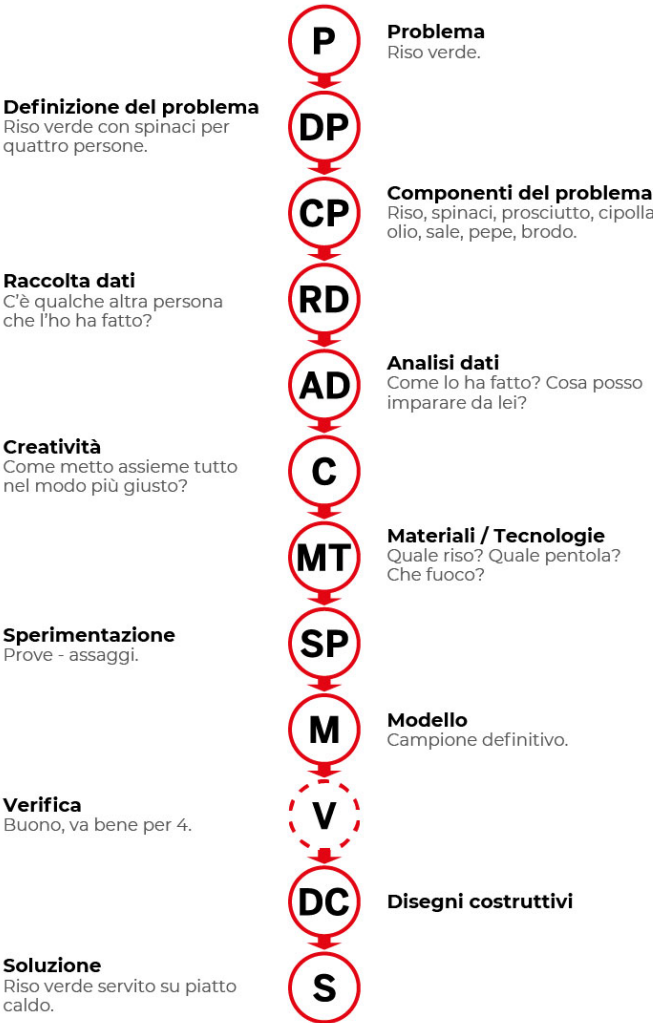
- Humanities e gestione economica generano il valore
- Gestione economica e fattibilità tecnologica danno vita alla funzione
- Fattibilità tecnologica e l'arte creano la forma
- La creatività dell'arte e le humanities generano il senso

Al centro di questo schema, a dialogare con tutte le componenti, è collocata la disciplina del design. Il buon prodotto è quello che riesce a sintetizzare, includere e bilanciare queste quattro risultanti fondamentali (output).

Il testo, come preannunciato dal titolo, è fortemente incentrato sulla progettazione svolta partendo dalla persona. Per quanto giusto e bello possa essere un prodotto, esso soltanto non è più sufficiente per rispondere alle esigenze della società attuale, in forte cambiamento e costretta a confrontarsi con problematiche di grossa rilevanza come la riduzione delle risorse energetiche e materiali, la salvaguardia della biosfera e la distorsione delle economie. Per poter continuare a svolgere il suo ruolo di risolutore di problemi ed esploratore di possibilità, il designer deve abbracciare questi cambiamenti e sviluppare delle nuove visioni sul proprio ruolo e sugli output generati con il proprio lavoro: il prodotto di design diventa la ricerca stessa. La disciplina non si limita più soltanto a dare forma e contenuto ad un prodotto fisico ma diventa flessibile, apre i suoi orizzonti ad una visione più sistemica, disegnando prodotti immateriali, creando nuovi scenari e strategie e, soprattutto, intersecandosi e mescolandosi con altre discipline, sviluppando tematiche ad ampio raggio. [4]

In questo scenario, per riuscire a generare un progetto efficace sotto tutti gli aspetti è fondamentale avere una conoscenza approfondita del contesto in cui si sta operando. Questa consapevolezza è fondamentale anche per l'applicazione delle Tecnologie Appropriate che, come vedremo in seguito, possono essere efficaci solamente nel contesto per cui sono state create. Per poter raggiungere questi obiettivi la progettazione, solitamente, è guidata da un metodo, come quello teorizzato da Bruno Munari nel libro da “Cosa nasce cosa” in cui viene posta particolare attenzione alla ricerca e all’analisi del contesto in cui il prodotto verrà inserito, prima di procedere con l’effettiva progettazione. Questa indagine, supportata da dati, permette di avere una conoscenza approfondita e completa dello scenario in cui il prodotto andrà ad inserirsi, considerando gli utenti (sia diretti che indiretti), il contesto culturale, ambientale, eco-

nomico e di produzione. Una corretta analisi di tutti questi elementi aumenta sensibilmente la probabilità di un output progettuale di successo, che possa essere appropriato allo scenario e avere un impatto positivo. Nello specifico la metodologia di Munari è strutturata nel seguente modo:



Schema della metodologia di Munari.

Nel libro viene presentata ed esplicitata tramite l'esempio di una ricetta di cucina, questo permette a chiunque di comprendere più facilmente il processo e mostra come, in realtà esso possa essere applicato anche ad altri ambiti in cui sia necessario progettare o creare qualcosa di nuovo. [5]



2. Le Tecnologie Appropriate

Le Tecnologie Appropriate sono tecnologia su piccola scala, efficienti dal punto di vista energetico, rispettosa dell'ambiente, ad alta intensità di manodopera e controllata dalla comunità locale. Tale tecnologia deve essere abbastanza semplice da poter essere gestita e mantenuta dalle persone che la utilizzano, nel contesto in cui viene applicata.

Barrett Hazeltine,
Intermediate Technology Development
Group

Cenni storici

Inizio '900 I precursori.

Gandhi riprende le ideologie e l'approccio pre-industriale, che valorizzavano la produzione locale e l'autosufficienza come modello di sviluppo opposto all'industrializzazione di massa. Secondo lui la tecnologia deve contribuire al Sarvodaya (il benessere di tutti) e non alla crescita illimitata dei bisogni o del PIL. [6]

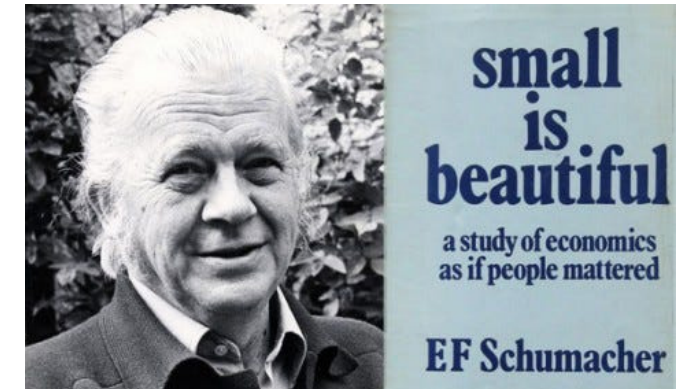
Anni '60 del Novecento Nascita del concetto di Tecnologia Intermedia.

L'economista britannico E.F. Schumacher sviluppa l'idea che per i paesi in via di sviluppo non servano né le tecnologie primitive né quelle ultra-moderne e costose, ma una Tecnologia Intermedia su piccola scala e a basso costo. In questo periodo iniziano a nascere anche le prime associazioni e centri di ricerca AT, alcune delle quali attive ancora oggi. [7]

Anni '70-'80 del Novecento Massima diffusione e sperimentazione.

Le AT iniziano ad essere utilizzate da agenzie di sviluppo e ONG, principalmente per progetti in Africa e Asia, concentrandosi sull'autonomia energetica (es. cucine solari, pompe idrauliche manuali) e sui sistemi agricoli semplici. [8]

1973 E.F. Schumacher pubblica il suo saggio "Small Is Beautiful: A Study of Economics As If People Mattered". Questo libro sancisce la nascita ufficiale del movimento AT. [9]



E.F. Schumacher e la prima edizione di "Small is Beautiful"

Questo periodo di grande diffusione è dovuto all'allineamento di diversi fattori tra cui la sensazione di fallimento delle politiche di sviluppo, i problemi socio-ambientali dovuti al sovrasviluppo che contribuirono al rafforzamento del movimento ambientalista e la crisi energetica in corrispondenza alla guerra del Kippur. Nel contesto americano contribuirono molto anche il discorso di insediamento di Truman del 1949 dove lanciò il suo modello di sviluppo, poi messo in dubbio e la discussione sulla "mascolinità" della tecnologia dopo la sconfitta in Vietnam. Per queste ragioni nacquero moltissime organizzazioni relative al movimento AT in tutto il mondo, ma in particolare negli Stati Uniti. [8]

1976 Negli USA viene fondato il National Center for Appropriate Technology (NCAT) che dà una forte spinta alla diffusione di soluzioni per l'autosufficienza energetica e l'agricoltura locale. [10]

Anni '90-2000 Declino e riconcettualizzazione.

L'entusiasmo per l'AT diminuisce a causa di numerose ragioni. Secondo uno studio del 2011 di Ivana Zelenika e Joshua M. Pearce il declino (o meglio, la difficoltà a scalare e mantenere lo slancio) non è dovuto alla tecnologia in sé ma ad

una serie di barriere strutturali, sociali e comunicative. Come prima cosa le AT furono percepite come soluzioni di “seconda classe”, venivano preferiti comunque i sistemi occidentali ad alta intensità di capitale, nonostante risultassero insostenibili o meno efficienti nel contesto locale. Molte di queste tecnologie avevano anche una scarsa robustezza, risultando inadatti all'uso prolungato in contesti difficili, e difficoltà di trasferimento in quanto spesso non erano adattabili a contesti culturali, geografici o economici leggermente differenti. Inoltre vi fu una forte mancanza di supporto istituzionale e finanziario, i fondi erano solitamente instabili e i governi tendevano a preferire grandi progetti infrastrutturali rispetto ai piccoli interventi diffusi. Infine il monitoraggio dei progetti nelle aree rurali era estremamente dispendioso a livello economico e temporale, portando ad una mancanza di feedback da parte delle comunità e all'abbandono delle tecnologie al sorgere di guasti tecnici non risolvibili dagli utilizzatori locali. [8, 11]

2010 Paul Polak dichiara: *“Il movimento della tecnologia appropriata è fallito perché era guidato da inventori ben intenzionati invece che da imprenditori determinati che progettano per il mercato.”*

I progetti erano troppo costosi per essere accessibili alle comunità e avevano gravi problemi di scalabilità: pochissime soluzioni appropriate sono state replicate in almeno 10.000 unità. [12]

Inizio anni 2000-Oggi
Rinascita e integrazione nel Design Sostenibile.

Il concetto di AT viene rilanciato con nuovi nomi e focus (es. Tecnologia Verde, Design per lo Sviluppo Sostenibile). Il focus si sposta dall'essere solo “semplice” all'essere socialmente e ambientalmente accettabile. Sempre secondo Polak l'uscita dalla povertà può avvenire solo attraverso meccanismo di mercato. Questa rinnovata attenzione per il sociale e l'ambiente porta alla creazione di nuove fondazioni ed enti di beneficenza, così come a concorsi e premi per la progettazione di artefatti legati a queste tematiche. Si sviluppano, inoltre, nuovi rami delle discipline tecniche focalizzati su quest'ambito, come l'ingegneria umanitaria e nuovi paradigmi come l'Open Source Appropriate Technology (OSAT), proposta come modello per superare il declino delle AT da Zelenika e Pearce nel loro testo. L'idea è che applicando i

principi del software libero (condivisione dei progetti, peer-review globale, licenze aperte) si possano abbattere le barriere della comunicazione e della proprietà intellettuale, permettendo alla tecnologia appropriata di evolversi e diffondersi rapidamente su scala globale. [11, 12]

2015 I governi dei 193 Paesi membri dell'ONU sottoscrivono l'Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile.

Il testo è un programma d'azione per le persone, il pianeta e la prosperità che comprende 17 Obiettivi, includendo 169 target più specifici che i vari paesi si impegnano a raggiungere entro il 2030. [13]



Illustrazione dei 17 obiettivi dell'Agenda 2030.

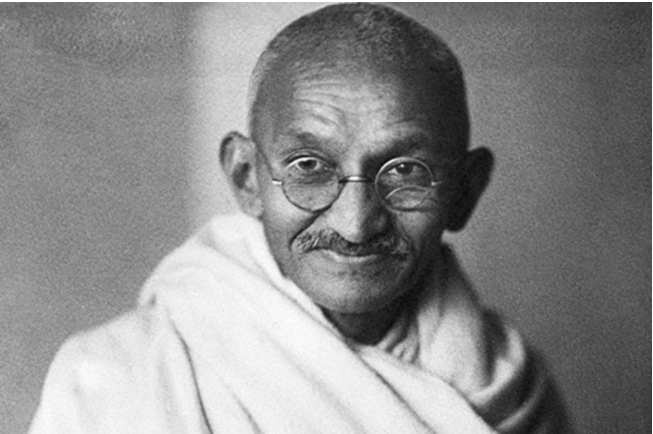
Oggi
Enfasi sulla circolarità e sul decentramento.

La Tecnologia Appropriata è oggi vista in un'ottica di economia circolare e di sostenibilità, enfatizzando l'uso razionale delle risorse, il decentramento delle attività e la necessità di un'alta intensità di lavoro locale (labour-intensive). [8]

Definizioni

Le Appropriate Technology (AT), in italiano Tecnologie Appropriate, sono quelle più adeguate e adatte ad uno specifico contesto (culturale, sociale, economico e ambientale) di un dato luogo in un dato momento temporale. Molto spesso esse non sono le tecnologie più nuove e avanzate.

Questo concetto affonda radici molto profonde nel pensiero di Gandhi ma compare formalmente come teoria economica e sociale verso la fine degli anni '60 del Novecento, da questo momento in poi molti teorici iniziano ad approfondire questi temi e a fornire le loro definizioni e declinazioni. [6]

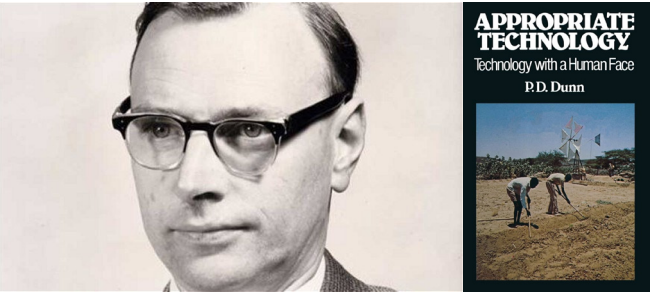


Mahatma Gandhi

Il primo a trattare direttamente l'argomento fu Ernst Friedrich Schumacher nel suo libro “Small is Beautiful: Economics as if People Mattered” del 1973, uno dei fondamenti del pensiero ecologista e della critica al consumismo moderno, pilastro del pensiero economico alternativo. Egli analizza lo sviluppo dei paesi che definisce “del Terzo Mondo”: portare in quei contesti macchinari complessi e costosi per favorirne la crescita sarebbe controproducente in quanto non riuscirebbero ad adattarsi a quel tipo di tecnologia, creando dipendenza e disoccupazione. La soluzione potrebbe risiedere nella via di mezzo: una tecnologia più avanzata delle tecniche tradizionali ma molto più semplice e meno costosa di quelle occidentali ad alta intensità di capitale. A questo compromesso viene dato il nome di Tec-

nologia Intermedia che successivamente verrà rinominato anche con Tecnologia Appropriata. [9]

Peter Douglas Dunn, ingegnere inglese, nel suo testo del 1978 “Appropriate Technology: Technology with a Human Face” sostiene che esse debbano essere compatibili con i desideri, la cultura e le tradizioni della comunità di riferimento e che, soprattutto, non debbano avere un effetto socialmente destabilizzante. [14]

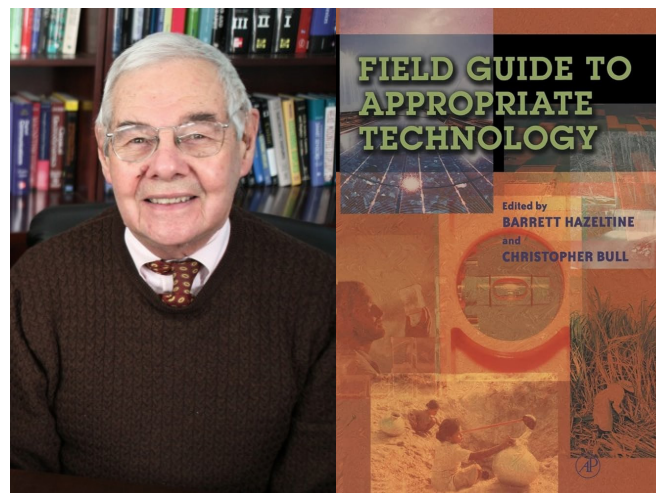


Peter Douglas Dunn e “Appropriate Technology: Technology with a Human Face”.

Successivamente, Kelvin Willoughby, nel 1990 definisce le Tecnologie Appropriate come quelle più adeguate a:

- Valori
- Obiettivi sociali, economici e ambientali
- Scopi specifici e secondari
- Contesto
- Destinatari
- Competenze e risorse disponibili
- Conseguenze indesiderate che possono derivare dal progetto. [15]

Barrett Hazeltine le definisce, invece, come tecnologia su piccola scala, efficiente dal punto di vista energetico, rispettosa dell'ambiente, ad alta intensità di manodopera e controllata dalla comunità locale. [16]



Barrett Hazeltine e il suo testo "Field guide to appropriate technology"

La stessa descrizione viene poi ripresa e rielaborata dall'Intermediate Technology Development Group, organizzazione che ha aperto la strada all'uso di tecnologie appropriate, che aggiunge la necessità della tecnologia di essere abbastanza semplice da essere mantenuta dalle persone che la utilizzano. [17]

All'interno del testo di Hazeltine è presente il saggio "Culture and the the transfer of technology" di Andrew Conteh dove sottolinea quanto la cultura influenzi i comportamenti umani e di come la tecnologia sia una forma di espressione fortissima della cultura. Definisce come AT qualsiasi oggetto, processo, idea o pratica che migliora la realizzazione umana attraverso la soddisfazione dei bisogni umani. Di conseguenza una tecnologia può essere definita come appropriata in cui:

- Risulta essere compatibile con le condizioni locali, culturali ed economiche;
- Utilizza materiali e risorse di energia disponibili localmente;
- Utilizza strumenti e processi gestiti e controllati operativamente dalla popolazione locale;
- È coerente con le istituzioni culturali, sociali, economiche e politiche della società in cui viene utilizzata. [16, 18]

Conteh cita, inoltre, Abubakar N. Abdullalli che afferma che le tecnologie appropriate dovrebbero essere anche autosufficienti, causare pochi sconvolgimenti culturali e garantire la rilevanza della tecnologia per il benessere della popolazione locale. [16, 18, 19]



“Il Low-Tech comprende oggetti, sistemi, tecniche, servizi, know-how, pratiche, comportamenti e persino modi di pensare che utilizzano la tecnica e la tecnologia secondo i tre principi di utilità, accessibilità e sostenibilità.”

Low-Tech Lab [20]

3. Le Low-Tech

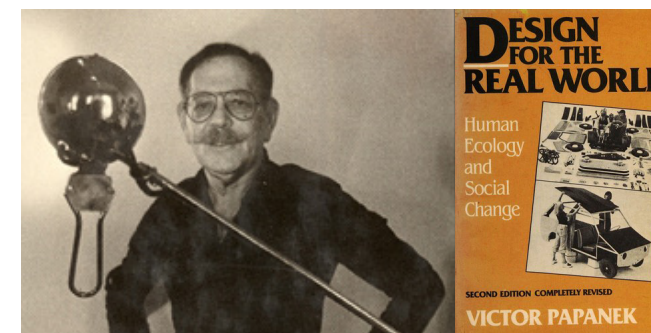
Cenni storici

Anni '70 del Novecento L'influenza delle Tecnologie Appropriate.

La concezione moderna di Low-Tech affonda le sue radici nella crisi petrolifera, a cui, in risposta nascono numerosi movimenti ecologisti radicali. Come anticipato nel capitolo precedente, la critica al gigantismo industriale e la sensibilizzazione verso le tematiche socio-ambientali portano alla nascita di concetti precursori, come quello della Tecnologia Intermedia di Schumacher e quello della “Convivialità” descritto da Ivan Illich, secondo cui uno strumento è “conviviale” solo se permette a chi lo usa di agire liberamente, senza diventarne schiavo o dipendere da tecnici ed esperti di quel prodotto. Una forte influenza fu data anche dal movimento delle tecnologie appropriate nato negli USA, focalizzato su soluzioni decentralizzate, rinnovabili e gestibili autonomamente dalle comunità. [8, 9, 21, 22]

1971 Victor Papanek pubblica il suo libro “Design for the real world: Human Ecology and Social Change”.

Sebbene il designer statunitense non usasse sempre il termine Low-Tech, sosteneva che bisognasse smettere di creare bisogni artificiali e concentrarsi su soluzioni semplici, a basso costo e socialmente responsabili. Il design deve rispondere ai bisogni reali (povertà, disabilità, ecologia) invece che ai desideri del mercato. [23]



Victor Papanek e “Design for the real world”.

Anni '80-'90 del Novecento L'era dell'High-Tech e la crisi.

Come avvenne nel caso delle AT, anche per il Low-Tech ci fu un periodo di declino, dovuto alle stesse ragioni della simile ideologia. In questo caso, però, la causa principale risulta essere l'esplosione dell'informatica di massa, del digitale e dell'High-Tech. La conseguenza è che l'attenzione si sposta completamente su queste novità, relegando le altre tecnologie quasi esclusivamente agli interventi nei paesi in via di sviluppo. In questo periodo il progresso viene identificato univocamente con la miniaturizzazione, l'automazione e l'uso di nuovi materiali sintetici. [9, 21]

Anni 2000 La rinascita.

La nuova consapevolezza verso la crisi climatica e alla scarsità di risorse riporta l'attenzione verso la semplicità. Verso la fine del primo decennio iniziano a diffondersi i primi movimenti per la riparabilità e contro l'obsolescenza programmata (es. i primi Restart Party). [9, 21]

2006 David Edgerton pubblica “The shock of the old: Technology and Global History since 1900”.

Nel testo viene proposto un radicale ripensamento del modo in cui intendiamo la storia della tecnologia, spostando l'attenzione dall'invenzione all'uso. Questo approccio porta alla luce numerose tecnologie “invisibili”, cioè che non sono più una novità ma rimangono fondamentali per la società. È, infatti, la diffusione e l'effettivo utilizzo di una tecnologia a decretarne il successo. [24]



David Edgerton e il libro "The shock of the old".

2007 Kris De Decker fonda Low-tech Magazine, blog che documenta soluzioni storiche dimenticate che potrebbero risolvere problemi moderni, criticando la fede cieca nell'alta tecnologia. [25]

Anni 2010

La consolidazione dell'ideologia.

Il movimento inizia ad assumere effettivamente una forma strutturata, con basi scientifiche e database aperti.

2013 Corentin de Chatelperron fonda il Low-tech Lab in Francia che trasforma la filosofia in pratica.

Il laboratorio si occupa di condurre progetti di ricerca sul campo, individuando le soluzioni migliori, testandole in condizioni reali e dimostrandone la pertinenza in diversi contesti e campi di applicazione. Tutti questi progetti sono poi documentati e diffusi online in formato open source, permettendo di avere delle istruzioni concrete ed accessibili a tutti. [20]

2014 Viene pubblicato "L'âge des low-tech: Vers une civilisation techniquement soutenable" di Philippe Bihouix.

L'ingegnere, considerato il principale teorico contemporaneo di queste tematiche, espone come la "crescita verde" basata sull'high-tech sia un'illusione, in quanto basata sulla necessità di usufruire di troppi metalli rari ed energia, risultando in conclusione come insostenibile. Secondo il teorico l'unica soluzione possibile risiede nelle Low-Tech, una progettazione basata su semplicità tecnica, riduzione delle prestazioni estreme e modularità e riparabilità totale. [26]



Philippe Bihouix e "L'âge des low-tech".

2018 Kris De Decker, fondatore del Low-Tech Magazine, lancia il sito web in versione Low-Tech.

La pagina web è alimentata da pannelli solari e batterie installati sul balcone di De Decker e, per questa ragione, il sito va offline quando il tempo è nuvoloso.



Schermata Home del Low-Tech Magazine.

A partire dal 2019 ha iniziato a pubblicare libri stampati che includono un'edizione compressa, libri tematici e una serie cronologica. [25]

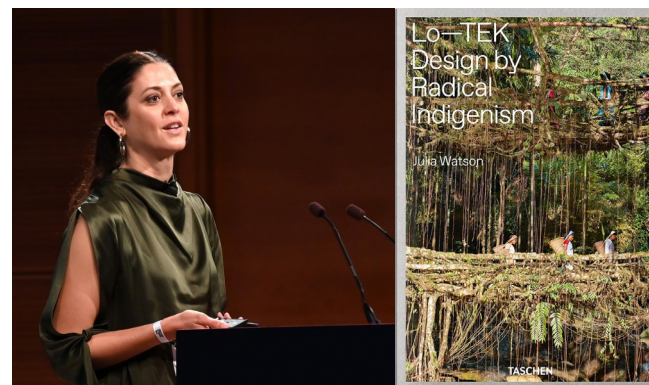
Anni 2020-Oggi

Il mainstream, architettura e design radicale.

Il Low-Tech si diffonde come approccio ed entra nelle università, nei grandi studi di architettura e nelle agende politiche.

2019 Julia Watson pubblica il libro "Lo-TEK: Design by Radical Indigenism".

Il testo diventa rapidamente un caso mondiale, portando le tecnologie ancestrali indigene al centro del dibattito del design contemporaneo. Il Low-Tech non è più solo per "appassionati": nell'ambito dell'architettura grandi città e architetti famosi iniziano a progettare edifici senza aria condizionata, basati sulla ventilazione naturale e materiali locali come la terra cruda e il legno. [27]



Julia Watson e il suo libro "Lo-TEK: Design by Radical Indigenism".

2022 Avvio del LT4SUSTAIN (acronimo di Low-Tech for Sustainability), un progetto transnazionale finanziato da Erasmus+.

L'obiettivo del percorso è quello di sensibilizzare la società sul tema del Low-Tech come risposta delle sfide ambientali e climatiche attuali. Il progetto è stato concluso a fine 2024, pubblicando come risultato "Lessons in Low-Tech: A Handbook for Sustainable Education". Il manuale esplora tematiche come il design per la resilienza e la riparabilità, l'imprenditorialità legata al low-tech, l'arte della semplicità e l'open design e come organizzare hackathon Low-Tech per coinvolgere studenti e industrie. [28, 29]



Gruppo di studenti che ha partecipato ad un "Hackathon" del LT4Sustain Program.

Il pensiero e gli obiettivi delle Low-Tech

Le Low-Tech si propongono come soluzione agli attuali problemi socio-ambientali che ci troviamo ad affrontare. Si propongono come risolutori di queste problematiche sia le High-Tech che le “green economy”. Queste, però, secondo **Philippe Bihouix** (The Age of Low Tech: Towards a Technologically Sustainable Civilization, 2020) non sono una reale soluzione al problema ma solo un modo per spostarlo. Questi sistemi, infatti, dipendono da risorse minerali scarse e non rinnovabili come i metalli rari. Questi materiali sono presenti sul pianeta in concentrazioni bassissime e i costi energetici di estrazione sono altissimi, ma sono fondamentali per il funzionamento dei sistemi più all'avanguardia. In questo scenario anche l'economia circolare non è una soluzione definitiva: molti metalli per elettronica sono usati in quantità infinitesimali in leghe molto complesse, rendendo il recupero quasi impossibile o troppo costoso. Inoltre, se la domanda continua a crescere del 3% all'anno, nemmeno riciclare perfettamente (scenario irrealistico poichè ad ogni ciclo si perde materiale) tutti i materiali sarebbe sufficiente a far fronte alla produzione.

Nemmeno ipotizzando uno scenario irrealistico, in cui si avesse energia pulita infinita, il problema si risolverebbe. A questo punto, infatti, l'ostacolo rimarrebbe comunque la materia: i processi di estrazione hanno impatti ambientali devastanti che portano ad altissime emissioni di CO₂, distruzione della biodiversità, inquinamento falde acquifere, produzione scarti tossici e molto altro.

In questo scenario alquanto tragico Bihouix propone un cambiamento di paradigma, evitare di puntare su tecnologie sempre più complesse ed energivore, concentrandosi sul riscoprire la semplicità per garantire la sopravvivenza della civiltà. [26]

Per comprendere a pieno l'ideologia alla base del Low-Tech e necessario comprendere come la tecnologia è stata raccontata e tramandata nel tempo. A svolgere quest'analisi è stato lo storico **David Edgerton** nel suo testo “The shock of the old: Technology and Global History since 1900”

del 2006. Il libro si apre con una forte critica verso il centrismo dell'innovazione, che hanno portato a raccontare la storia delle tecnologie solamente dal punto di vista dei promotori delle novità, concentrandosi troppo sull'invenzione e sull'innovazione, creando un'illusione di cambiamento accelerato e sempre nuovo che, però, trascura completamente quelle tecnologie che hanno davvero modellato il mondo tramite uso massiccio e prolungato. A causa di questo racconto incentrato sull'innovazione, la storia si limita a trattare solamente i pochi luoghi dove le novità vengono create, non fornendo una visione globale e tralasciando una grossa fetta di popolazione, spesso povera, non bianca e femminile. Per queste ragioni propone di analizzare la storia dal punto di vista delle tecnologie in uso, portando alla luce quelle che definisce come “invisibili”, cioè che non sono più novità ma persistono e rimangono fondamentali per la società. L'autore, inoltre, puntualizza come, per qualsiasi tecnologia, esistano più alternative. La storia è infatti composta da una serie di scelte tra queste e non è un processo lineare di progresso inevitabile, è un accumulo di cose che persistono, si mescolano ed evolvono. A testimonianza di ciò basta pensare che molto spesso delle tecnologie di riserva, spesso considerate obsolete (ad esempio candele o lampade a paraffina), rimangono disponibili in caso di guasto dei sistemi moderni.

A questo punto, quindi, come è possibile misurare la significatività di una tecnologia? Come anticipato precedentemente la soluzione non è guardare alla novità, ma bensì all'effettiva diffusione e al confronto con le sue alternative. Le tecnologie di successo non sono quelle senza cui non potremmo vivere, ma quelle che offrono la soluzione migliore confrontando la differenza di costo e beneficio rispetto alla migliore alternativa disponibile. Ad esempio il computer è così significativo grazie a quanto meglio riesce a fare le operazioni che altrimenti verrebbero fatte con sistemi di calcolo manuali o analogici.

Nei capitoli successivi l'autore procede ad analizzare le tecnologie e la loro storia focalizzando

su degli ambiti specifici. Particolarmente interessante è l'approfondimento che fa sulla produzione e su come sia cambiata nel corso del XX secolo, contestando l'idea che la storia tecnologica sia un passaggio lineare da agricoltura, ad industria a servizio. Solitamente il passaggio della forza lavoro dall'agricoltura all'industria, in Europa e in altre parti del mondo viene identificato con il “lungo boom” o “età dell'oro”, cioè quel periodo compreso tra la fine della Seconda Guerra Mondiale e gli anni '70. La realtà è che non esiste un momento storico dove in cui l'economia è passata da uno stadio all'altro, in quanto entrambe, inclusa poi quella dei servizi, continuano a persistere attualmente.

La tematica della manutenzione, nel racconto delle tecnologie, viene spesso ignorata dagli storici, nonostante rappresenti una delle attività tecnologiche più diffuse al mondo. La manutenzione è il lavoro continuo necessario a mantenere in funzione macchine ed infrastrutture esistenti e anche, e soprattutto, la capacità umana di preservare e adattare ciò che è stato costruito precedentemente. Una delle ragioni per cui questa attività viene spesso ignorata è che risulta invisibile nelle statistiche economiche, in quanto, solitamente, svolta internamente alle aziende o nelle case. Nei rari casi in cui è stata misurata, però, ha sempre registrato cifre molto importanti. Questa attività è vista in modo molto differente nei paesi ricchi rispetto a quelli poveri. Nel primo caso vige la cultura della sostituzione; in un mondo estremamente consumista e basato sull'economia di massa la riparazione molto spesso non risulta essere economicamente vantaggiosa, paradossalmente il lavoro di un tecnico molto spesso costa più del prodotto nuovo. Nel secondo scenario, invece, la manodopera risulta essere poco costosa e i beni capitali molto cari. Per questa ragione gli oggetti arrivano ad avere vite lunghissime.

Nell'ultimo capitolo l'autore si concentra sul tema in sé dell'invenzione, come processo onnipresente, spesso caotico, che non deve essere visto come una linea retta verso il progresso, ma come un serbatoio di possibilità da cui la società attinge in base alle proprie necessità d'uso. Proprio per questa ragione la maggior parte delle invenzioni che modellano il mondo nasce dal mondo dell'uso, sotto il controllo di utenti e aziende industriali, e non dalla ricerca accademica come si pensa. L'invenzione, inoltre, non determina un futuro inevitabile ma ci rende liberi di scegliere tra percorsi tecnologici alternativi e anche di rifiutare le innovazioni che non riteniamo utili o desiderabili.

Edgerton conclude ribadendo che l'imitazione è un motore di cambiamento più potente dell'innovazione. Riconoscere l'importanza del

“vecchio” ci rende liberi di scegliere tra percorsi tecnologici alternativi, invece di subire passivamente l'idea di un progresso inevitabile dettato dall'ultima novità. [24]

Definizioni

Sempre secondo **Bihouix** le Low-Tech non sono un nostalgico ritorno al passato e nemmeno una proposta “primitivista”, bensì una scelta tecnica, politica e culturale. Questo approccio richiede intelligenza progettuale e conoscenze scientifiche molto elevate, la differenza risiede nell'obiettivo: non si cerca più la prestazione assoluta (il prodotto più piccolo, più veloce, più potente) ma l'ottimizzazione sistemica, l'output progettuale più duraturo, riparabile e meno vorace di risorse. Inoltre fornisce tre criteri essenziali che l'oggetto o sistema deve rispettare per essere considerato Low-Tech:

Utilità

Agire solamente su qualcosa per cui c'è un effettiva necessità, concentrandosi sulle funzioni primarie

Semplicità e accessibilità

Riprende il concetto di “Tecnologia Conviviale” di Illich. L'output Low-Tech deve avere trasparenza tecnica, di modo che ne sia perfettamente comprensibile il funzionamento, e deve essere democratica, semplice abbastanza da permettere di mantenere controllo sociale sulla tecnologia, evitando che si concentri solo in mano a chi possiede brevetti complessi.

Durabilità e resilienza

L'oggetto Low-Tech deve essere progettato per durare per sempre o quasi. é quindi fondamentale che sia smontabile, robusta e resiliente. Un'altra definizione, sebbene non usasse il termine Low-Tech la fornisce il filosofo Ivan Illich nel suo testo Tools for Conviviality del 1973. Egli definisce la tecnologia accettabile solo se “conviviale”, ovvero se può essere utilizzata da chiunque senza creare dipendenza da un corpo di esperti o da una burocrazia centrale. Il prodotto deve potenziare l'autonomia dell'individuo invece di schiavizzarlo. [26]

Il **Low-tech Lab** ha sintetizzato il concetto in una definizione usata tutt'ora come standard nel design:

“Il Low-Tech comprende oggetti, sistemi, tecniche, servizi, know-how, pratiche, comportamenti e persino modi di pensare che utilizzano la tecnica e la tecnologia secondo i tre principi di utilità, accessibilità e sostenibilità”

Il laboratorio procede, poi, a descrivere in modo più specifico i tre criteri da rispettare:

Utile

Deve soddisfare i bisogni essenziali di un individuo o una comunità.

Accessibile

Deve essere accessibile al maggior numero possibile di persone, sia dal punto di vista tecnologico che finanziario. Deve quindi essere abbastanza semplice da essere realizzata e/o riparata a livello locale, incoraggiando la popolazione a essere più indipendente.

Sostenibile

Eco-progettato, resiliente, robusto, riparabile, riciclabile, agile e funzionale. Una tecnologia low-tech induce a riflettere e ottimizzare gli impatti ambientali, sociali o societari legati all'utilizzo di questa tecnica, in tutte le fasi del suo ciclo di vita. [20]

Julia Watson nel suo libro “Lo-TEK: Design by Radical Indigenism” fornisce una definizione strettamente legata all'architettura, espandendola ed includendo le conoscenze millenarie delle popolazioni indigene come forme avanzate di tecnologia. Secondo il testo le “Lo-TEK” (dove TEK sta per Traditional Ecological Knowledge) sono un'evoluzione che utilizza ecosistemi complessi e materiali naturali per creare infrastrutture sostenibili (es. ponti viventi, sistemi di irrigazione naturali). Non sono tecnologie “povere” o

un passo indietro nel processo di sviluppo, ma sistemi ad alta intelligenza biologica e bassissimo input energetico esterno. [27]

Il progetto Erasmus+ **LT4SUSTAIN** definisce le Low-Tech come:

“Un sistema di valori per sviluppare un paradigma incentrato sulla creazione di soluzioni appropriate e accessibili che riflettano, critichino e generino nuovi approcci per utilizzare meno risorse, rispondendo al contempo alle esigenze locali (in modo semplice) per creare una realtà più sostenibile e inclusiva.” [28, 29]

Low-Tech come metodologia per la progettazione

Per capire come progettare seguendo questi principi si possono seguire i criteri teorizzati dal **Low-tech Lab**, creando output che siano utili, accessibili e sostenibili. [20]

Altri principi per strutturare la progettazione verso l'approccio Low-Tech sono i sette descritti da **Bihouix** nel suo libro:

1. Sobrietà

Prima di iniziare a progettare è necessario chiedersi se la funzione che l'oggetto svolge è effettivamente necessaria. Utilizzare questo approccio non è privazione ma permette di discernere i desideri indotti dai bisogni reali.

2. Approccio conservativo

Abbandonare la ricerca delle massime prestazioni, favorendo l'utilizzo di materiali abbondanti in natura (ferro, vetro, legno). Accettare che l'oggetto sia leggermente meno performante (un po' più pesante o ingombrante) ma costruito con materiali che l'umanità sa gestire o riciclare da millenni.

3. Risparmio di risorse

Orientare la progettazione in modo che l'innovazione permetta di fare la stessa cosa, ma con meno.

4. Riduzione del digitale

Importante ma non deve diventare il centro del progetto, è necessario trovare un punto di equilibrio dove non compromette la durata.

5. Risparmio di risorse

I sistemi meccanici sono molto più affidabili del digitale che, inoltre, richiedono molta energia e metalli preziosi.

6. Manutenzione e riparabilità

La progettazione deve facilitare chiunque debba riparare l'oggetto. I prodotti dovrebbero, quindi, essere anche modulari, in modo da poter cambiare la singola componente rotta e non l'intero oggetto. [26]

7. Valorizzazione della cultura tecnica

Incentrare il progetto sulle persone, valorizzando il loro "saper fare" e promuovendo l'apprendimento di tecniche artigianali e manuali. La conoscenza del funzionamento delle cose è la base di una civiltà libera e resiliente.

Impostare la progettazione seguendo questi principi è un ottimo punto di partenza per avviare la transizione verso una società Low-Tech. Per attuare effettivamente questo passaggio e consolidarlo è fondamentale anche un cambiamento a livello culturale e politico; il passaggio a queste tecnologie non è solo tecnico ma anche mentale. È necessario renderle desiderabili, smettendo di associare il progresso all'ultimo gadget tecnologico ed iniziando ad apprezzare resilienza, autonomia e convivialità. Fondamentale, ma poco controllabile, è anche il riorientamento delle politiche pubbliche, tassando le materie prime invece che il lavoro, in modo da incentivare la riparazione rispetto alla sostituzione.

4.
Casi studio

37

A photograph showing three women from behind, walking on a dry, reddish-brown dirt path. They are each pulling a large, blue, cylindrical water container on a metal frame with wheels. The woman on the left wears a blue patterned dress and a red headscarf. The woman in the middle wears a light blue long-sleeved shirt and a yellow skirt. The woman on the right wears a patterned dress and a white headscarf. In the background, there is a hilly landscape with some small buildings and trees under a clear sky.

Le Low-Tech per l'impatto sociale

Le Tecnologie Appropriate da sempre sono strettamente legate ad interventi in ambito sociale ed umanitario. Molti di queste soluzioni risultano essere anche dei progetti Low-Tech, grazie alle loro caratteristiche di sobrietà, ottimizzazione dei materiali, modularità e riparabilità e all'attenzione rivolta al contesto in cui vengono inserite.

Di seguito è presentata una serie di casi studio rappresentativi degli approcci Low-Tech ed Appropriati che comportano un rilevante impatto sociale positivo negli specifici scenari in cui sono state applicate, evidenziando le conseguenze favorevoli che hanno generato.

Desert Fridge (Zeer Pot)

Anno: 1995
Luogo: Nigeria
Azienda: n.d.
Progettista: Mohammed Bah Abba

Il Desert Fridge, noto anche come raffreddatore in terracotta o Zeer (in arabo) è un dispositivo di refrigerazione evaporativa, permettendo di mantenere fresche le verdure fino a 20 giorni senza utilizzo di elettricità. Sono stati rinvenuti resti di vasi di questo genere in tutto il mondo a partire dal 3000 a.C., a testimonianza del fatto che tecnologie del genere siano sempre state utilizzate nella storia. Questi dispositivi sembrano, poi, essere stati completamente dimenticati con l'avvento dei moderni frigoriferi. Fu Mohamed Bah Abba a riportare l'attenzione su questa tecnologia nel 1995, sviluppando il sistema di conservazione Pot-in-Pot. Grazie al successo del suo prodotto ha ricevuto il Rolex Award for Enterprise nel 2001, destinando il premio di 75.000 \$ a rendere l'invenzione disponibile in tutta la Nigeria. A partire dal 2000 diverse ONG internazionali hanno iniziato a lavorare alla diffusione di questa tecnologia in vari paesi africani: Practical Action in Sudan, Humanity First in Gambia e Movement e.V. in Burkina Faso. [30, 31, 32]



Zeer Pot con verdure all'interno.

Struttura

L'oggetto è composto da due vasi in terracotta, posti uno all'interno dell'altro, separati da uno strato di sabbia umida. Quello esterno è più grande e contiene la sabbia umida in cui viene collocato il vaso più piccolo,

spesso smaltato per non far trapassare i liquidi. Nel vaso interno vengono collocate frutta, verdura o bevande da rinfrescare, coprendolo con un panno bagnato. [30, 31, 32]

Funzionamento

L'acqua trattenuta nella sabbia evapora attraverso la superficie porosa del vaso esterno e dallo stesso strato superiore di sabbia umida, esposto alle radiazioni solari. L'evaporazione del liquido sottrae energia al sistema: l'acqua (all'esterno del vaso piccolo) assorbe calore dal vaso piccolo, abbassandone la temperatura all'interno. Aumentando le dimensioni del vaso le sue prestazioni risultano più efficaci, ma il peso e l'ingombro aumentano. Il sistema funziona molto bene con climi che favoriscono l'evaporazione dell'acqua verso l'esterno, quindi caldi, secchi e ventilati. Inoltre, se tra il cibo e i vasi porosi è presente uno strato di separazione impermeabile, è possibile utilizzare acqua non potabile, come l'acqua di mare, per alimentare il processo di raffreddamento, senza contaminare il cibo. Questo può essere fatto utilizzando un coating di smalto impermeabile o cemento sulla parete interna del vaso che contiene gli alimenti.

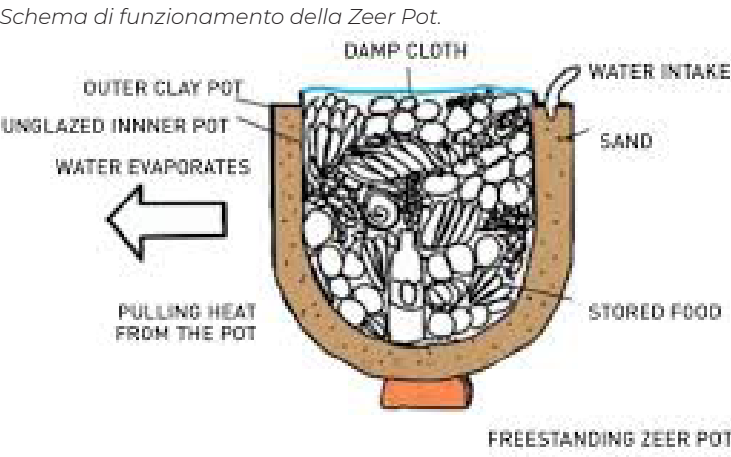
È possibile prolungare il funzionamento autonomo del sistema aggiungendo contenitori di stoccaggio per l'acqua (ad esempio barattoli ermetici capovolti) o collocando i vasi in una pozza d'acqua poco profonda, in modo da mantenere la sabbia sempre umida. [30, 31, 32]



Zeer Pot vuota



Zeer Pot coperto dal panno umido con cipolle all'interno.



Desert fridge Terracold progettato da Anne Bertoncini.



Legson Kayira Community Center & Primary School

Anno: 2014
Luogo: Chimpamba, Malawi
Progetto e costruzione: Architecture for a Change

L'edificio è sede di una scuola elementare destinata ai bambini del villaggio di Chimpamba ed esplora la possibilità della scuola come tettoia coperta. Offre un'area coperta molto ampia che fornisce ombra, spazi aperti, ben illuminati e ben ventilati. La struttura diventa molto efficiente in termini di rapporto tra materiale e metratura coperta, e diventa essa stessa un'icona visiva..

Il Malawi è uno dei paesi meno sviluppati e più densamente popolati al mondo. Circa l'85% della popolazione vive in zone rurali. L'economia è basata sull'agricoltura, che rappresenta oltre un terzo del PIL e il 90% dei proventi delle esportazioni. Nel marzo 2011, il Malawi è stato classificato al 119° posto nella classifica Euromoney Country Risk delle destinazioni più sicure al mondo per gli investimenti. [33, 34, 35]



Legson Kayira Community Center & Primary School

Struttura

L'area totale della costruzione è di 600 m², che ne includono 380 con copertura, suddivisi nel seguente modo:

- 1. Aula (40 m²)
- 2. Aula espandibile (40-60 m²)
- 3. Ingresso
- 4. Aula esterna coperta, spazio multifunzionale

- (90 m²)
- 5. Spazio con palco
- 6. Serbatoi d'acqua collegati alla grondaia
- 7. Tribuna
- 8. Cortile (175 m²)
- 9. Colonne che fungono da persiane verticali e supporto strutturale

L'edificio è rapidamente diventato un punto di riferimento all'interno della comunità, offrendo speranza attraverso l'istruzione, riparo grazie alle infrastrutture costruite e nutrimento grazie all'acqua piovana raccolta per sostenere le iniziative di agricoltura di sussistenza. [33]

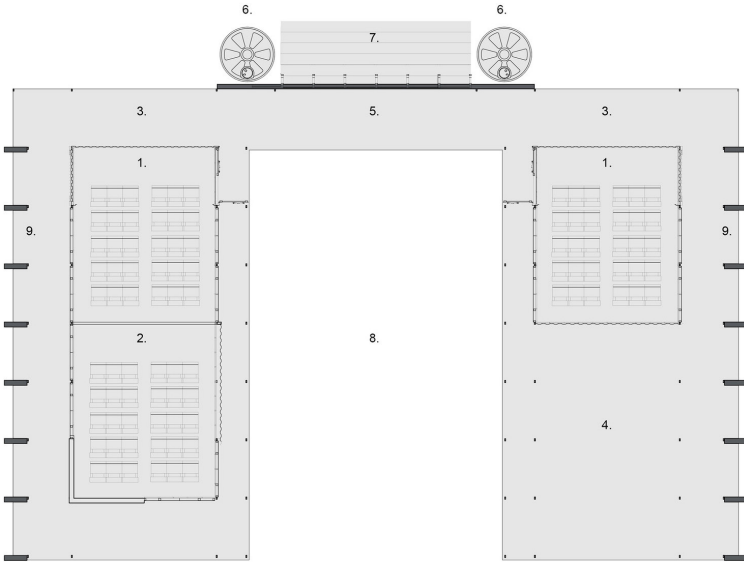
Materiali

L'edificio prevede l'impiego di container marittimi ricondizionati, in quanto elementi strutturalmente solidi e con doppia funzione: sono trasportabili e fungono da involucro e ancoraggio per la nuova struttura. Per questa applicazione un lato del container è stato rimosso, incorporando mattoni e pavimentazione prodotti localmente. L'utilizzo di materiali tipici della zona permette di coinvolgere la popolazione nella realizzazione dell'edificio, valorizzando le loro conoscenze e abilità, di infondere negli utilizzatori un senso di appartenenza che attenua l'effetto inizialmente estraneo del container nel contesto. L' utilizzo dei container rende la struttura modulare e potenzialmente ampliabile all'infinito e riadattabile nella sua funzione: non si limita ad essere una scuola ma può fungere anche da centro comunitario o mercato.

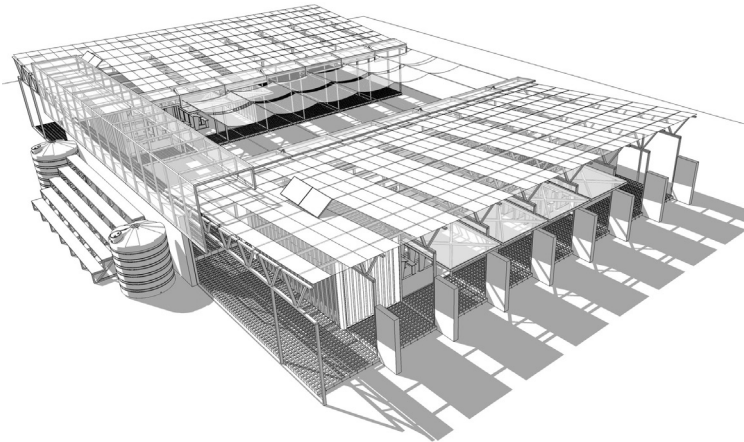
Per la costruzione e l'assemblaggio della struttura l'architetto del sito (John Saaiman) ha formato un team locale con competenze preziose e ha coinvolto la comunità durante il processo di costruzione. Un progetto di questo tipo era stato preannunciato anni prima, ma mai realizzato, tanto che la popolazione aveva già prodotto tutti i mattoni necessari alla costruzione in attesa dell'effettiva applicazione.

Ai container è poi ancorato il telaio in acciaio che regge le coperture, poggiato su fondamenta in mattoni e cemento.

Le coperture sono realizzate in lamiera ondulata e paglia. [33]



Struttura dell'edificio.



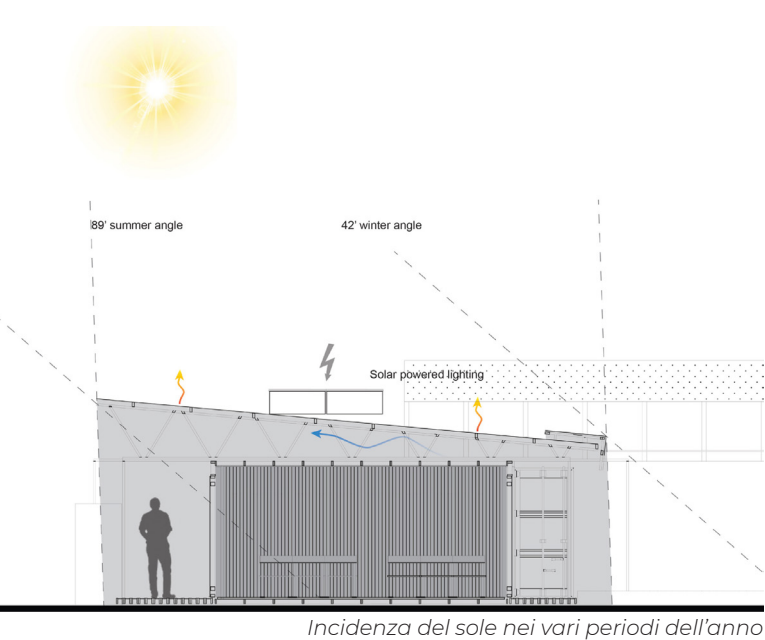
Vista prospettica del modello 3D dell'edificio.

Pareti in muratura locale forata.



Struttura in mattoni, acciaio e copertura in lamiera ondulata.





Incidenza del sole nei vari periodi dell'anno



Aula con pareti aperte e copertura in paglia.



Pareti apribili delle aule.

Funzionamento

L'edificio è completamente indipendente dalla rete elettrica e non necessita di dispositivi di rinfrescamento per mantenere una temperatura confortevole all'interno degli spazi. I tetti sono dotati di pannelli solari che alimentano interamente il sistema di illuminazione.

La scuola è progettata in modo da garantire il maggior comfort climatico possibile in base al meteo che caratterizza la regione. L'orientamento dell'edificio e l'inclinazione delle coperture sono dati dall'angolo di incidenza dei raggi del sole durante tutte le stagioni dell'anno, garantendo sempre le zone d'ombra necessarie.

Le varie aule hanno pareti divisorie apribili rivestite con reti ombreggianti, posizionabili sia in verticale che orizzontale. Nel primo caso chiudono lo spazio, rendendolo più riservato e riparato ma consentendo comunque la ventilazione incrociata. La posizione orizzontale offre una maggiore ombreggiatura, estende lo spazio oltre i confini dell'edificio e consente un maggiore ingresso di luce naturale negli ambienti. In tutte le aule sono utilizzate delle pareti forate in muratura locale che fungono da dispositivi di ombreggiamento e supporto strutturale per il tetto.

I tetti, inoltre, hanno pendenza sufficiente per convogliare l'acqua piovana all'interno delle grondaie, depositandola nei grandi serbatoi posti ai lati delle tribune. [33]

Divya

Anno: 2018-2019

Luogo: Londra, Regno Unito e Kallipalayam, India

Azienda: The Washing Machine Project

Progettista: Navjot Sawhney

Lavatrice pieghevole azionata manualmente che riduce il tempo di lavaggio dei capi del 75% e utilizza il 50% di acqua in meno rispetto al tradizionale lavaggio a mano.

L'idea di questo prodotto nasce quando Navjot Sawhney scopre che donne e ragazze del sud dell'India trascorrono fino a 20 ore alla settimana lavando i panni a mano, negando loro l'opportunità di lavorare, studiare e riposare.

Dalla sua nascita, l'organizzazione ha condotto ricerche etnografiche in 13 paesi, intervistando oltre 3.000 famiglie per comprendere le loro specifiche esigenze. Il progetto ha distribuito le lavatrici Divya in 15 paesi, raggiungendo 50.000 persone, grazie a collaborazioni con importanti organizzazioni come UNHCR, Save The Children e Whirlpool Foundation. Il progetto ha ricevuto numerosi riconoscimenti per la sua innovazione umanitaria e ingegneristica, tra cui il George H.W Bush Points of Light Award nel 2023. [36, 37]



Navjot Sawhney, inventore di Divya.



Lavatrice manuale Divya.

Struttura

A partire dal 2018 sono stati realizzati numerosi prototipi, aggiornati poi grazie al confronto con gli utilizzatori locali. L'attuale versione della lavatrice Divya, sviluppata grazie al feedback delle comunità, è realizzata in acciaio inossidabile e completamente smon-

tabile, in modo da essere facilmente spedita in un pacco piatto e poter essere disassemblato e riciclato al termine della sua vita. L'oggetto appare come una botte metallica con una manovella, sorretta da 4 gambe dove sono montate 2 ruote.

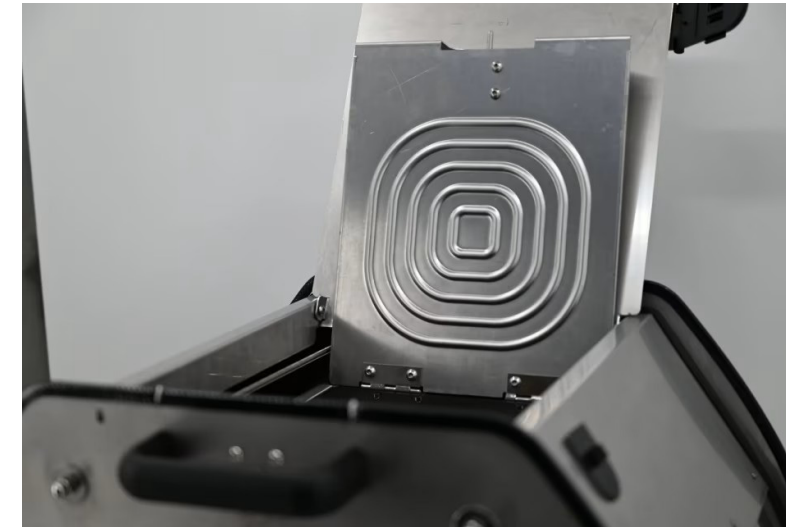
Al di sotto del coperchio posto sulla sommità della lavatrice c'è un altro coperchietto di acciaio con una forma in rilievo, permettendo di avere una superficie ruvida su cui strofinare i capi per rendere il lavaggio ancora più efficace. Nella parte bassa, invece, è stato aggiunto un piccolo rubinetto per scolare rapidamente l'acqua contenuta nel tamburo. [37, 38]

Funzionamento

Il funzionamento dello strumento è identico a quello delle classiche lavatrici elettriche, la differenza è che in questo caso non si è attaccati alla corrente ma il tamburo rotante viene avviato da una manovella azionata manualmente. Ha un ciclo di lavaggio di 30 minuti, con solo pochi minuti di rotazione manuale, consentendo un risparmio di tempo fino al 75% per l'utente e dimezzando il consumo di acqua. [37, 38]



Tamburo con maniglia, manovella e rubinetto.



Coperchietto sagomato per strofinare i vestiti.

Ultima versione della lavatrice manuale, Divya 1.65 (2022).



GravityLight

Anno: 2013
Luogo: Londra, Regno Unito
Azienda: Deciwatt
Progettista: Martin Riddiford e Jim Reeves

GravityLight è un approccio rivoluzionario e sostenibile alla produzione di energia e alla generazione di luce tramite una lampada a LED, offre un’alternativa che potenzialmente può eliminare la necessità delle lampade a cherosene, con enormi vantaggi ambientali ed economici. La lampada non ha batterie che si esauriscono, da sostituire o smaltire, e non dipende dall’ambiente esterno, dall’ora del giorno, dalla stagione o dal tempo atmosferico. Nel mondo ci sono poco meno di un miliardo di persone che vivono ancora senza elettricità. Molte di loro dipendono da lampade a cherosene pericolose, inquinanti e costose per illuminarsi. [39, 40]



GravityLight. GravityLight in uso.

Struttura

GravityLight è fatta per essere appesa ad una parete o al soffitto. é composta dal corpo illuminante che contiene anche l'intero meccanismo di trasmissione, le componenti sono:

- Corda del peso (Weight cord)

Corda a sfere a cui viene appeso il sacco con la

zavorra. La sua discesa lenta e costante è la fonte di energia primaria.

- Pignone di trascinamento (Drive sprocket)

Pignone a cui è agganciata la corda del peso, inizia a ruotare man mano che il peso scende.

- Treno di ingranaggi (Polymer gear train)
Il peso scende lentamente, gli ingranaggi moltiplicano la velocità di rotazione per far girare il generatore a una velocità sufficientemente alta da produrre elettricità. Sono realizzati in polimero, garantendo leggerezza e resistenza senza necessità di lubrificazione costante.
- Generatore a corrente continua (DC generator)
Converte l’energia meccanica in elettricità, alimentando istantaneamente il LED da 15 lumen.
- Corda di riavvolgimento (Rewind cord)
Corda per risollevare il peso quando arriva a terra e “ricaricare” il meccanismo.
- Puleggia (Pulley)
Funge da guida per le corde, assicurando che il movimento sia fluido e riducendo l’attrito durante il funzionamento o il riavvolgimento. [40]

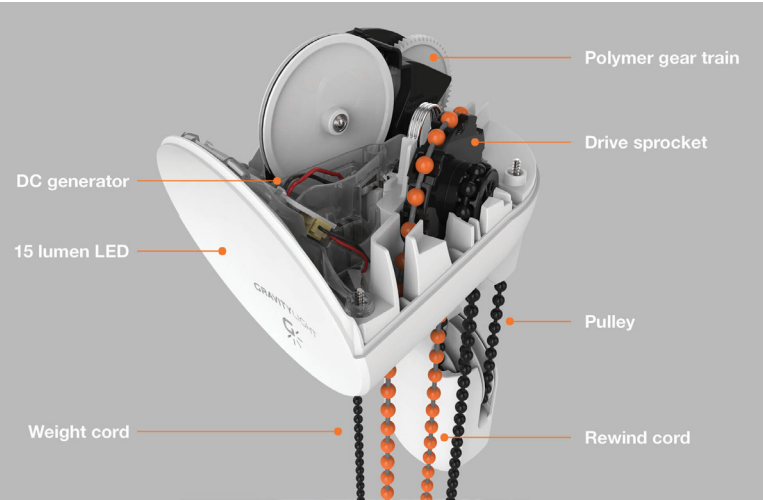
Funzionamento

Sollevando manualmente il sacco zavorra, riempito con circa 12 kg di sabbia o sassi, con la corda di riavvolgimento si carica il sistema. La zavorra inizia a scendere lentamente e la corda del peso, fatta di sfere sagomate, agisce sul pignone di trascinamento facendolo ruotare. Il movimento viene trasmesso al treno di ingranaggi che funge da moltiplicatore di velocità, trasformando la rotazione lenta del pignone in una rotazione ad alta velocità necessaria a far funzionare il generatore.

Ogni ciclo di discesa del peso garantisce dai 20 ai 30 minuti di luce costante. Quando il peso tocca terra si ripete il procedimento risollevando il sacco. [40]

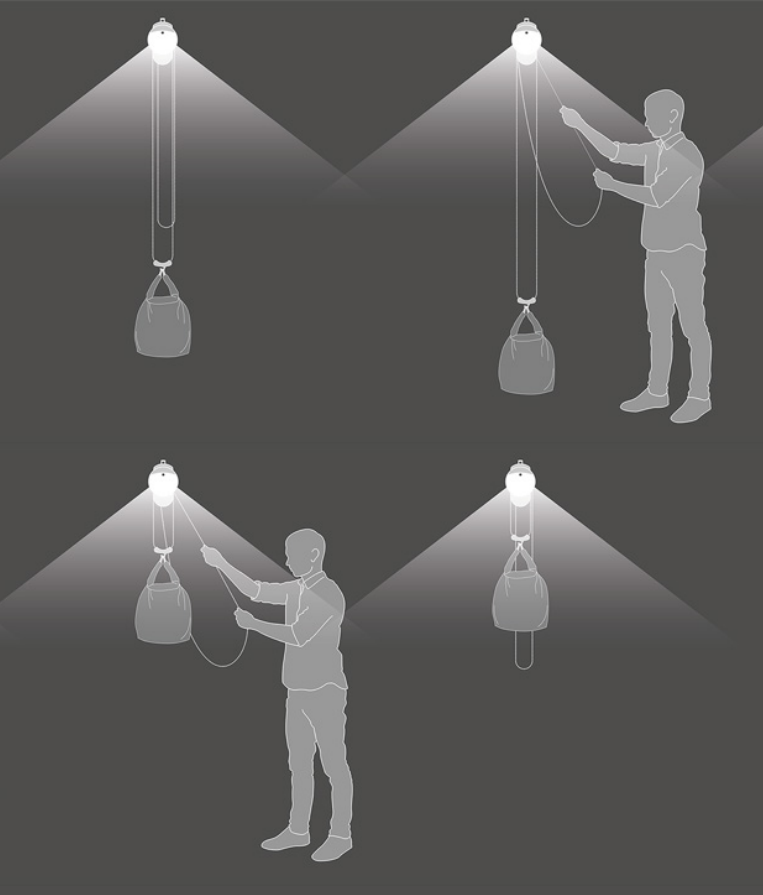


Render della GravityLight in differenti configurazioni.



Render dei componenti del meccanismo.

Funzionamento della GravityLight.



Hippo Roller

Anno: 1991
Luogo: Sud Africa
Azienda: Hippo Roller
Progettista: Pettie Petzer e Johan Jonker

Hippo Roller (o Hippo Water Roller) è un dispositivo che facilita il trasporto di acqua potabile nelle aree rurali dove non è sempre reperibile. È molto più efficace dei metodi tradizionali che prevedono di portare i barili colmi d'acqua a mano, solitamente poggiati sulla testa. In questo caso si ha un contenitore cilindrico con un manico incernierato all'asse, tramite cui è possibile tirare o spingere il barile facendolo rotolare. Riduce i tempi di trasporto del 75% e previene le lesioni spinali a lungo termine associate al trasporto di taniche da 20 kg sulla testa. [41]



Metodo tradizionale per il trasporto dell'acqua.



Trasporto di acqua con Hippo Roller.

Struttura

Il tamburo è realizzato in polietilene lineare a bassa densità stabilizzato ai raggi ultravioletti, progettato per resistere al rotolamento sulle superfici ruvide, caratteristiche delle aree rurali. Il barile ha un'apertura di 13,5 cm di diametro per agevolarne il riempimento e la pulizia.

Sul tamburo viene, poi, montata l'impugnatura in acciaio che consente di spingerlo o tirarlo sul terreno. [41, 42]

Funzionamento

Invece che installare pompe high-tech o tubi costosi si utilizza il semplice principio della ruota come contenitore. La botte ha una capacità di 90 litri ma, avendo un baricentro molto basso, il peso percepito è di soli 10 kg su terreno pianeggiante. È sufficiente, quindi, trasportare il barile fino ad una fonte di acqua potabile, riempirlo e riportarlo dove è necessario. La vita utile stimata di un Hippo Roller è di circa 7 anni e il prezzo di ogni esemplare è di circa 125\$. [41, 42]



Hippo Rollers stoccati.



Hippo Roller.

Raccolta dell'acqua pulita negli Hippo Roller.



Trasporto dell'acqua pulita con Hippo Roller.



Foldscope

Anno: 2011
Luogo: Stanford, California, USA
Azienda: Foldscope Instruments, Inc.
Progettista: Manu Prakash e Jim Cybulski

Foldscope è un pezzo di carta pieghevole che contiene gli elementi di base di un microscopio. è stato inventato in uno dei laboratori dell’Università di Stanford con l’obiettivo di ampliare l’accesso a questo tipo di strumenti, fondamentali per professionisti medici e non solo. I modelli tradizionali, però, sono molto costosi, pesanti e richiedono una manutenzione costante fatta da tecnici specializzati, requisiti insostenibili in contesti rurali. L’invenzione del prodotto risale al 2011, nel 2014 è stato avviato il programma pilota, supportato dalla Moore Foundation, che ha distribuito oltre 70.000 foldscope in più di 135 paesi. Nel 2015 è stata fondata la Foldscope Instruments, Inc., con l’obiettivo di aumentare la produzione e rilasciare altri strumenti scientifici a basso costo. Ad oggi sono stati distribuiti oltre 2 milioni di Foldscope. [43, 44]



Bambina che utilizza Foldscope.



Diversi modelli di Foldscope.

Struttura

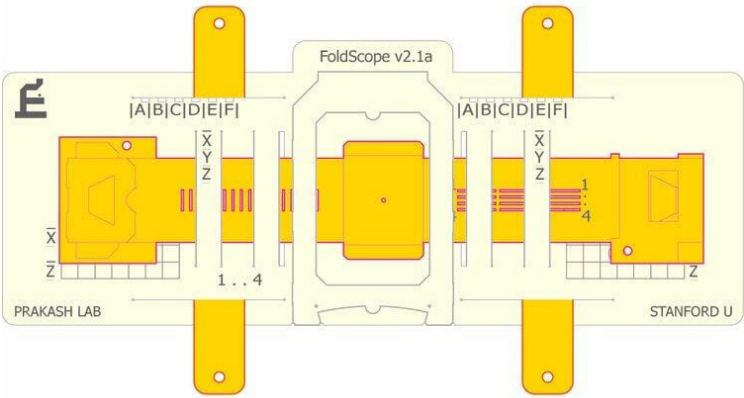
Il microscopio ottico Foldscope viene consegnato come kit da assemblare che include: un foglio di cartoncino plastificato e preforato, una lente sferica in vetro, un diodo ad emissione luminosa (LED) e un pannello diffusore, insieme ad una batteria da orologio che alimenta il LED. Il prodotto che ne risulta è resistente sia all’ac-

qua che alle cadute, ha le dimensioni di un segnalibro, pesa 8 grammi ed ha una lente che ingrandisce 140 volte. [45]

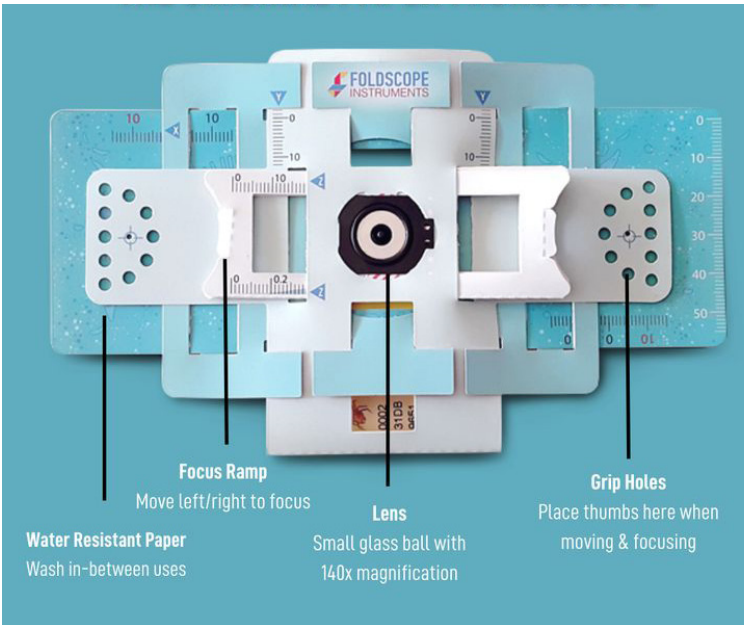
Funzionamento

Dopo aver assemblato lo strumento seguendo le istruzioni è sufficiente preparare i campioni da analizzare, inserirli nell’apposito slot, avvicinare l’occhio e puntare il Foldscope verso una fonte luminosa. A questo punto è necessario regolare le linguette della messa a fuoco (focus ramp) per ottenere un’immagine nitida e lo spostamento (panning) per osservare le varie aree del campione. Il kit include anche dei magneti che possono essere applicati allo strumento per collegarlo ad uno smartphone, ottenendo foto dell’ingrandimento.

Dopo la prima generazione di Foldscope semplici, sono in fase di sviluppo dodici varianti di Foldscope per uso diagnostico medico, ciascuna progettata specificamente per facilitare l’identificazione di un particolare organismo patogeno. Incluso con ogni Foldscope, viene fornita un’immagine del microbo specifico da ricercare in ciascuna variante specifica della malattia. La potenza di ingrandimento è sufficiente per consentire l’individuazione di organismi come Leishmania donovani ed Escherichia coli, nonché parassiti della malaria. Ogni unità costa meno di un dollaro USA, con stime che variano da 50 centesimi a 97 centesimi. [43, 45]

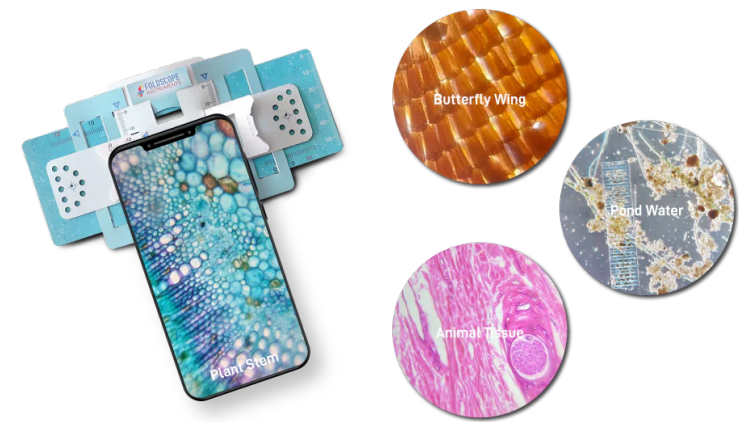


Disegno schematico del Foldscope.



Componenti e regolazioni del Foldscope.

Immagini generate con Foldscope.



Kit Foldscope.



Grelinette

Anno: 1960
Luogo: Francia
Azienda: n.d.
Progettista: André Grelin

La grelinette è un attrezzo che permette di areare in profondità deframmentare il suolo di grandi e piccoli orti, senza mischiare i vari strati. La sua invenzione viene fatta risalire al 1960 ad opera di André Grelin, nonostante in realtà esistessero oggetti simili già in antichità in Cina. Da questo momento in poi si iniziò a diffondere in tutta l'Europa, partendo da Francia ed Italia, fino ad arrivare in tutto il mondo. In base alla zona in cui si utilizza è nota anche con altri nomi, come broadfork (forca larga) negli USA o anche bioforca. [46, 47, 48]



Grelinette in uso.



Grelinette di diverse misure.

Struttura

L'attrezzo è una specie di forca-vanga composta da una struttura portante, che funge anche da manico, e dei lunghi denti affiancati che penetrano il terreno. La grelinette è strutturata in modo che si possa tranquillamente utilizzare da in piedi, evitando l'insorgere di dolori alla schiena, e sfruttando il peso del corpo per esercitare maggiore forza, rendendo il lavoro meno faticoso. Di questo attrezzo esistono differenti versioni

e modelli in base alla necessità di utilizzo, se si deve operare in un piccolo giardino oppure su orti più grandi e professionali. Si possono trovare varianti in cui cambia la larghezza, il numero di denti o anche il materiale della struttura portante (alcune sono in legno con un incastro sui denti, altre sono interamente in metallo). Alcuni modelli hanno delle giunture apposite per poter smontare i denti e sostituirli qualora danneggiati. [47, 49]

Funzionamento

Come anticipato, l'obiettivo della grelinette è quello di areare il suolo, questo perché l'ultimo strato del terreno è popolato da batteri, funghi, creature viventi microscopiche e piccoli insetti anaerobici che hanno bisogno di ossigeno e umidità per decomporre la materia organica e trasformarla in humus, fondamentale per la fertilità dell'orto.

L'attrezzo permette, inoltre, di deframmentare e ammorbidire il terreno, favorendo lo sviluppo delle radici e consentendo di trattenere per più giorni l'acqua piovana all'interno, senza compatarlo.

L'operazione è diversa da quella dell'aratro, in quanto quest'ultimo ribalta il suolo, mettono quello che è sopra nella parte sotto del terreno. Così facendo si distrugge la struttura naturale dell'ecosistema sotterraneo e, dopo la prima pioggia, il terreno si compatta, ritrovandosi in una situazione peggiore di prima a causa della nascita di erbe infestanti.

Per areare correttamente il terreno si tiene l'attrezzo in verticale e si fanno penetrare i denti nel suolo facendo su di esso una lieve pressione con il piede, si muove poi in avanti ed indietro in modo da allentare le zolle e renderle morbide. Questo permette anche di creare dei corridoi per l'ossigeno e spaccare la suola di lavorazione nel caso ci fosse, creando condizioni perfette per lo sviluppo spontaneo della vita nel suolo. Se dopo l'utilizzo della grelinette il suolo non sembra ancora nelle condizioni ideali è sufficiente passare un rastrello per rendere lo strato omogeneo e, nel caso di orti grandi, passare l'erpice rotante nei primi 5 cm di profondità. [47, 49]



Utilizzo di Grelinette in un orto.

Utilizzo della Grelinette.



Areazione del terreno con la Grelinette.



Le Low-Tech persistenti fino ad oggi



Alcuni prodotti Low-Tech ampiamente utilizzati ancora oggi sono stati inventati nel corso del '900, se non prima, e hanno subito pochissime variazioni da allora. Questo è dovuto all'estrema efficienza del progetto che risulta essere perfettamente funzionale sotto tutti gli aspetti, rendendolo ancora adatto alle esigenze del mondo moderno.

In questo capitolo sono analizzati alcuni di questi prodotti, ripercorrendone la storia, l'invenzione e l'influenza avuta sulla vita delle persone.

Caffettiera

La caffettiera o semplicemente macchina del caffè è sia l'attrezzo con cui si prepara il caffè sia il recipiente adatto a servirlo. Per la preparazione della bevanda esistono tipologie differenti di caffettiere, a seconda che il caffè sia espresso, infuso o filtrato o in base alla zona di consumo e alla tradizione ad essa legata. [50]

Jabena

La Jabena è una tradizionale brocca in ceramica per la preparazione del caffè e rappresenta il primo strumento creato dall'uomo per estrarre gli aromi dei chicchi. Utilizzata ancora oggi in Etiopia, Eritrea, Sudan e alcune zone dell'Egitto, è nata per la preparare la bevanda durante la cerimonia del caffè dove le donne servono il caffè ai loro ospiti in piccole teiere di argilla o ceramica.

Solitamente è un vaso in argilla con un lungo collo cilindrico, un beccuccio e un manico nel punto in cui il collo si collega alla base. Esistono alcune varianti regionali con coperchi di paglia,

un beccuccio aggiuntivo per versare il caffè e basi di forme diverse. Per la preparazione della bevanda la jabena contenente il caffè macinato, chicchi di caffè tostato e acqua viene posizionata direttamente sui carboni ardenti per arrivare alla temperatura di infusione. Quando il caffè bolle viene messo un filtro (in crine di cavallo o altro materiale) sul beccuccio per evitare la fuoriuscita dei fondi.

Il vantaggio di questa fiaschetta in terracotta, rispetto alle caffettiere in metallo e vetro è che mantiene la bevanda calda per un periodo di tempo più lungo. [50, 51, 52]



Tradizionale Jabena Etiopie.



Donna che versa il caffè dalla Jabena.

Ibriq

Metodo originario per la preparazione di un caffè dal gusto forte detto “caffè arabo” o “caffè turco”, tuttora diffuso in queste zone. L' invenzione e diffusione dello strumento non ha una data precisa ma sono strettamente legate all'espansione dell'Impero Ottomano e alla nascita della cultura del caffè tra il XV e il XVI secolo.

L'Ibriq (o Ibrik) è un pentolino in rame alto e

stretto, variamente decorato, con un lungo manico in cui si mettono due parti di caffè, una di zucchero e circa una dozzina di acqua. La miscela viene mescolata, messa sul fuoco fino ad ebollizione e poi lasciata riposare. L'operazione viene ripetuta tre volte per poi lasciar sedimentare la polvere, scaldare il caffè e gustarlo. Talvolta vengono aggiunti aromi, come il cardamomo. [50, 53, 54]



Caffè portato a bollore sulla sabbia calda.

Caffè versato dall'Ibriq.

Caffettiera Napoletana

La caffettiera arriva in Europa nel XVII secolo, grazie ai contatti di Vienna con l'Impero Ottomano, e inizia a diffondersi nei vari stati. Nel 1820 il francese Jean-Louis Morize brevetta la sua prima caffettiera ad inversione a doppio filtro, adatta per preparare il caffè senza ebollizione e senza evaporazione.

Da questo oggetto nasce poi la cuccumella a Napoli (da cui ne deriva il nome) che si diffonde velocemente in tutta Italia ed entra a far parte della tradizione casalinga. [50, 55]



Due modelli differenti di Caffettiere Napoletane.

Caffè versato dalla Caffettiera Napoletana.



Caffettiera Napoletana smontata.

Schema delle componenti della caffettiera.

Per la preparazione della bevanda si riempie il serbatoio inferiore di acqua e il serbatoio cavo col caffè macinato chiudendolo avvitando il filtro. Si inserisce il serbatoio in quello con l'acqua e si chiude il tutto con la caffettiera superiore e si pone il tutto sul fuoco. Quando l'acqua bolle si toglie la caffettiera dal fuoco e si capovolge,

permettendo all'acqua di percolare attraverso il caffè sfruttando la gravità. Questo tipo di caffettiere, originariamente prodotte in rame e poi in alluminio, sono tuttora utilizzate e prodotte in moderne varianti, nonostante siano state progressivamente rimpiazzate dalla moka in molte case. [55]

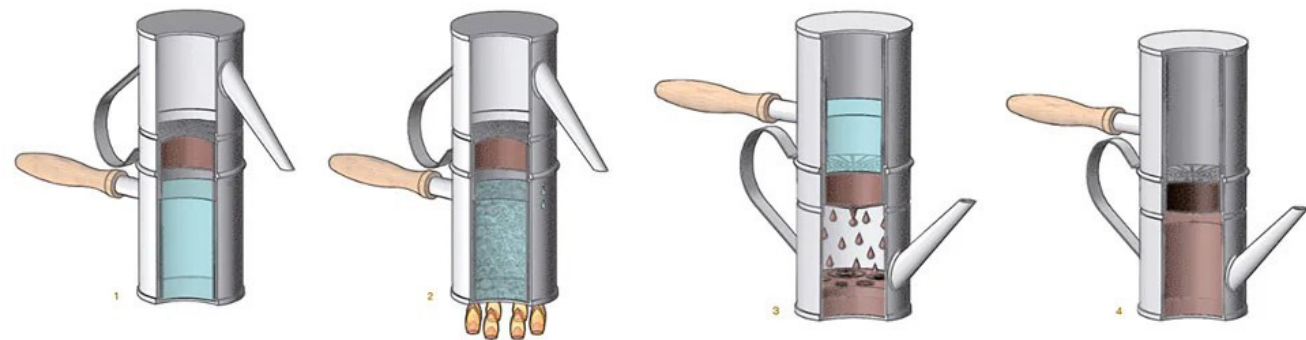


Illustrazione con le fasi di preparazione del caffè.

Moka Express

Anno: 1933
Luogo: Omegna, Italia
Azienda: Alfonso Bialetti & C. Fonderia in Conchiglia (attuale Bialetti Industrie)
Progettista: Alfonso Bialetti

Da quando il caffè arrivò in Europa iniziò la sua diffusione rapida e ramificata in tutto il continente, molti inventori crearono e brevettarono diversi dispositivi che permettevano la realizzazione della bevanda, fino ad arrivare alla creazione delle prime macchina per espresso in Italia, attorno al 1906. La consumazione del caffè in questo periodo era confinata prevalentemente ai bar a causa della complessità d'uso delle macchine e dal loro ingombro. [50, 56]
Durante il corso degli anni '20 ebbe l'ispirazione per la realizzazione dell'oggetto osservando le

lavandaie che utilizzavano la "lisciveuse" per il bucato. Questo oggetto era un pentolone con un tubo cavo al centro, quando l'acqua arrivava a bollore saliva assieme alla liscivia lungo il tubo, per poi riscendere sul bucato in modo uniforme. Bialetti decide di applicare lo stesso procedimento al caffè. [52, 57]

Dopo un periodo di studio e sperimentazione arrivò a produrre e brevettare, insieme all'inventore Luigi de Ponti, la prima caffettiera a base ottagonale nel 1933. [52, 56, 57]



Lisciveuse per il bucato.

Componenti della Lisciveuse.

Primo prototipo di Moka (1933).

Il prototipo originale prevedeva un corpo in alluminio e maniglie in bachelite ed era costituito da 3 parti: la caldaia dove si mette l'acqua, il filtro dove viene messo il caffè macinato e la parte superiore dove sale la bevanda quando è pronta.

L'invenzione ha molto successo ed inizia subito a diffondersi nella penisola, sia grazie alla velocità di preparazione e il gusto della bevanda, che per la situazione politica, sociale ed economica del periodo: il consumo di caffè è in aumento, l'Italia

invade l'Etiopia, uno dei maggiori produttori di caffè e possessore di giacimenti di bauxite. Il rito del caffè procede, quindi, a spostarsi dai bar alle case in quanto la situazione economica difficile non permetteva a molti Italiani di acquistare spesso la bevanda al bar. In questo contesto la Moka si colloca come un'alternativa facile da usare, veloce ed economica. Durante la guerra l'azienda è costretta a chiudere ma alla fine del conflitto il figlio di Alfonso, Renato, prende in mano la situazione e decreta

l'effettiva diffusione della Moka: nel 1950-51 viene depositato il brevetto N° 34833 con il nuovo modello della Moka Express, quello utilizzato ancora oggi.

Negli stessi anni inizia la produzione industriale delle caffettiere e avvia un'importante campagna pubblicitaria su radio, giornali e riviste che consolida definitivamente la diffusione dell'oggetto nelle case di tutti gli Italiani, e non solo. [57]

La Moka non è stata solo un'invenzione geniale ma è anche riuscita a creare un cambiamento nelle vite delle persone, un impatto. Un oggetto ben progettato è riuscito ad avere un'enorme diffusione e a cambiare le modalità di consumo del caffè, ha spostato la consuetudine dal luogo esterno del bar, all'interno delle mura di casa. Un oggetto è riuscito a plasmare le abitudini della popolazione, entrando nelle loro vite e diventando un'abitudine, quasi un rituale.

Per la preparazione del caffè con la moka è necessario riempire la caldaia inferiore, fino ad appena sotto la valvola di sicurezza, di acqua. Si procede, poi, a posizionare il filtro e riempirlo di caffè macinato. Si chiude il tutto avvitando il raccoglitore superiore e si mette sul fuoco. Il calore del fornello permette all'aria intrappolata nella caldaia di dilatarsi, spingendo l'acqua verso il basso e su per il tubicino del filtro, passando nel raccoglitore superiore, dove si deposita per essere poi versato e consumato. Questa struttura permette di non dover far arrivare l'acqua a bollore, utilizzando temperature leggermente più basse è possibile estrarre tutti gli aromi del caffè senza rischiare di bruciarlo ed avere un gusto troppo amaro. [50, 57]

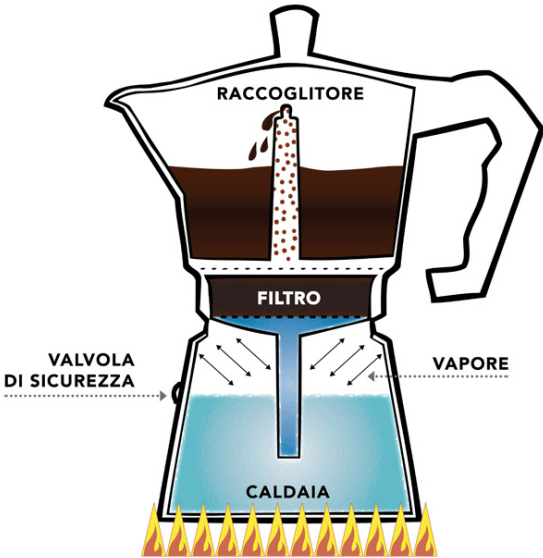


Moka Bialetti ed esploso.



Illustrazione del processo di preparazione del caffè.

Funzionamento della Moka Bialetti.



Macchina da caffè espresso

Il primo brevetto per macchine da caffè espresso fa la sua comparsa nel 1884 e inizia a diffondersi principalmente nei bar, in quanto piuttosto ingombrante e complessa da utilizzare. Successivamente vennero brevettate altre versioni leggermente differenti, tra cui quella che conosciamo oggi ad realizzata da Luigi Bezzera nel 1902. La diffusione di massa si ebbe poi a partire dal secondo dopoguerra, sempre all'interno di bar e spazi pubblici, per poi iniziare ad imporsi come apparecchio domestico a partire dagli anni '60.

Da questo momento in poi varie aziende iniziarono a creare le loro macchine da caffè sempre più piccole, semplici da utilizzare ed automatiche, cercando di presentare delle alternative alle tradizionali Moka. Le macchine da caffè domestiche sono attualmente ancora in evoluzione, sempre più orientate all'integrazione di sistemi automatici ed elettronici che possano includere nuove feature ed innovazioni, riducendo a livelli estremi l'azione umana nel gesto di preparazione del caffè. [58, 59]



Macchina da caffè Bezzera di inizio '900.



Macchina da caffè Bezzera moderna.



Macchinetta da caffè Nespresso.

Per quanto questi sistemi possano essere veloci, semplici e comodi da usare, comportano una serie di conseguenze non sempre positive. Oltre ai prezzi molto alti di questi dispositivi, consumano quantità di energia nettamente maggiori e producono molto più scarto: quasi tutte utilizzano delle capsule in multimateriale che contengono il caffè macinato. Al posto di comprare il pacco

di caffè ci si ritrova ad acquistare una confezione contenente molteplici singole confezioni usa e getta, che non possono essere differenziate, ammenochè si separi manualmente il fondo di caffè dalla capsula esterna e si smaltiscano separatamente. La manutenzione di questi oggetti, essendo complessi ed includendo numerose componenti elettriche, risulta costosa. [58, 59]



Macchina da caffè automatica con schermo digitale.



Componenti interni di una macchina da caffè.



Componenti di una capsula di caffè.

Per quanto sia rapida e semplice la preparazione del caffè, considerano anche i fattori sopra citati, la tecnologia più avanzata risulta essere davvero la migliore?

La risposta risiede nel fatto che nelle case di quasi tutti gli italiani è presente almeno una Moka, mentre la macchina del caffè non sempre.

Bicicletta

Fine 1700

In Francia fu inventato il celerifero, un mezzo composto da due ruote collegate da un asse di legno e mosso grazie alla spinta data con i piedi poggiati a terra.

1817

Il nobile tedesco Karl von Drais ne crea la draisina (Laufmaschine), una nuova versione a cui viene aggiunto un manubrio collegato alla ruota anteriore che consente di sterzare.

Questo mezzo ottenne un discreto successo, so-

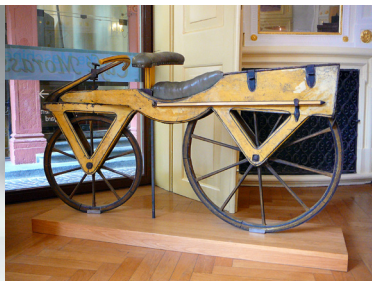
prattutto nelle fasce più ricche della popolazione e nelle città.

Anni '60 dell'Ottocento

Nel 1864 apparve a Parigi il velocipede, un nuovo mezzo con dei pedali applicati direttamente alla ruota anteriore. La distanza che si poteva coprire con la pedalata dipendeva dalle dimensioni della ruota stessa: più la ruota era grande e più la pedalata era "lunga". Per questa ragione si iniziarono a costruire i penny-farthing (o biciclo), velocipedi con la ruota anteriore molto grande in modo da spostarsi più velocemente. [60, 61]



Celerifero.



Draisina.



Velocipede.



Velocipede penny-farthing.

Safety Bike

Anno: 1885
Luogo: Regno Unito
Azienda: n.d.
Progettista: John Kemp Starley

Negli anni '80 dell'Ottocento venne, finalmente, inventata la "bicicletta di sicurezza". Per la prima volta venne introdotta la trasmissione a catena: i pedali erano montati su una catena collegata alla ruota posteriore che trasferiva il movimento alla ruota. Dopo vari tentativi l'invenzione definitiva fu introdotta da John Kemp Starley nel 1885. [60]



John Kemp Starley sulla Safety Bike.

Safety Bike del 1886.

L'invenzione che consacrò il successo della bicicletta fu quella di John Dunlop che nel 1888 brevettò lo pneumatico: un tubo di gomma riempito d'aria che serviva a rivestire le ruote, adattandosi alle imperfezioni del terreno ed attutendo gli urti. È, quindi, a fine dell'Ottocento che nasce la bicicletta nella sua forma moderna.

Il mezzo ebbe rapidamente successo, diffondendosi in tutto il mondo industrializzato e successivamente anche negli altri Paesi. Inizialmente

era usata soprattutto dalla classe media che la considerava uno status symbol. A fine '800 iniziarono a nascere diverse associazioni, frequentate dalla borghesia che promuovevano il turismo ciclistico. All'inizio del '900 la bicicletta passò gradualmente dall'essere uno strumento ricreativo delle classi media, al mezzo di trasporto più utilizzato dai ceti meno abbienti. Nei primi decenni del secolo, infatti, i cittadini benestanti iniziarono ad utilizzare le automobili.

La diffusione del mezzo era differente a seconda dei luoghi, veniva utilizzata prevalentemente in città mentre nelle campagne si continuava a prediligere il trasporto con animali.

L'utilizzo della bicicletta come mezzo di trasporto favorì la nascita e la diffusione del ciclismo sportivo: tra la fine dell'Ottocento e l'inizio del Novecento nascono numerose gare su strada che si corrono ancora oggi, come la Parigi-Roubaix e la Milano-Sanremo, e i grandi giri a tappe, come il Tour de France e il Giro d'Italia. Il ciclismo divenne uno degli sport favoriti in molti paesi europei, permettendo di tenere alta l'attenzione su questo mezzo.

Con il passare degli anni la bicicletta fu superata dai mezzi a motore, a partire dagli USA dove già prima della Seconda Guerra Mondiale, si diffuse la motorizzazione di massa. In Europa questo passaggio avvenne a partire dagli anni '50, prima con scooter e motorini e, poi, con l'automobile. La bicicletta perse progressivamente la sua attrattiva e iniziò a essere considerata un mezzo retrogrado o un gioco per i bambini.

Da alcuni decenni si sta assistendo ad una rinascita della bicicletta come mezzo di trasporto sulle brevi distanze, principalmente nei paesi Nord Europei. Questa scelta è spesso fatta per motivi di salute e/o ambientali, non perché non possano permettersi un'automobile. Molte città a prevalenza pianeggiante stanno iniziando a seguire il modello di Amsterdam e dei Paesi Bassi, con interventi urbani che lascino più spazio ai ciclisti e alle piste, incentivando l'utilizzo di questo mezzo piuttosto che dell'auto. In altre zone del mondo, come ad esempio in Asia e Africa, la bicicletta continua ad essere il mezzo di spostamento maggiormente utilizzato, in quanto l'unico disponibile per i cittadini con minori risorse economiche.

Dall'invenzione della safety bike la struttura ed il meccanismo sono stati affinati, ma non sono state fatte grosse modifiche, questo perché, così com'è risulta essere il modo più semplice, efficiente e performante di produrla e utilizzarla. [60]

Il meccanismo corona-pignone delle biciclette, per la sua semplicità ed estrema longevità ha trovato ampio impiego nell'ambito delle Tecnologie Appropriate, permettendo di realizzare una serie amplissima di oggetti che, azionati a pedali, permettono di generare energia, semplificare attività lavorative manuali e svolgere attività domestiche. Questi prodotti sono riusciti a rivoluzionare alcune attività e portare enormi benefici alle comunità locali per cui sono stati progettati. [62]



Primo Giro d'Italia (1909).

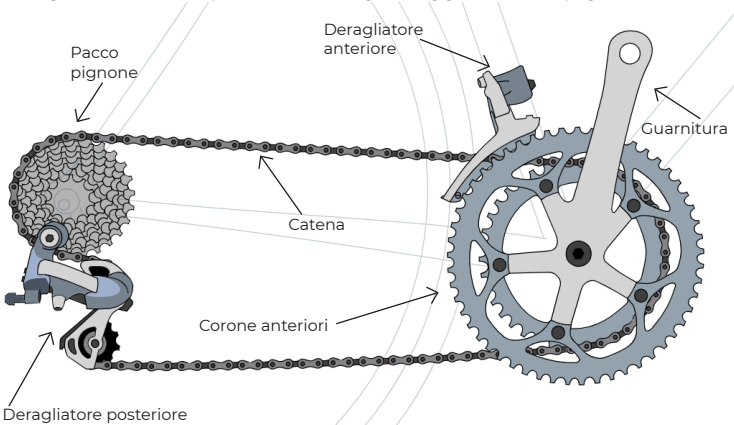


The Bohemian Cycle Co. Favorit (1910-15)

Parccheggio di biciclette ad Amsterdam (Paesi Bassi).



Disegno con le componenti dell'ingranaggio corona-pignone.



Rasoio

La rasatura è una pratica millenaria, come testimoniano le numerose pitture rupestri gli uomini si radevano già nella preistoria, probabilmente utilizzando utensili di pietra o conchiglie. Il primo rasoio fu creato dagli Egizi, realizzato in rame o bronzo.

Vi furono, poi, delle successive evoluzioni dello strumento in periodo Etrusco e Romano, arrivando ad avere delle lame in ferro con impugnature in osso ed avorio.

Durante il Medioevo non ci furono grandi progressi tecnologici nell'ambito della bellezza, fino al 1680 quando in Regno Unito comparve il primo rasoio a serramanico (o a mano libera) con lama d'acciaio.

Successivamente, nel 1895, venne brevettato il rasoio a lame monouso, nel 1903 lo statunitense-

se King Camp Gillette iniziò a produrre rasoi di sicurezza, inizialmente erano molto costosi ma divennero rapidamente popolari e molto diffusi.

Nel 1928 Col. Jacob Schick inventò il primo rasoio elettrico, sempre negli Stati Uniti.

Nel 1975 Bic lanciò il rasoio usa e getta, dotato di una sola lama e con manico in plastica. Da metà secolo fino ad ora c'è stata una continua evoluzione dei prodotti legati alla rasatura, sia relativamente ai rasoi elettrici che di quelli manuali, nel primo caso si è arrivati a prodotti estremamente compatti, silenziosi e precisi, integrando, però, sempre più componenti elettroniche complesse. Nel caso dei rasoi manuali vengono prodotti modelli sempre più complessi con testine staccabili ma composte da 3,4 o 5 lame e numerosi altri materiali, risultando sempre più difficili da produrre e più costosi. [63]



Kit di rasatura egizio.



Rasoio a mano libera moderno



Schick Dry Shaver, il primo rasoio elettrico.



Rasoio usa e getta Bic.

Rasoio di sicurezza

Anno: 1903
Luogo: USA
Azienda: Gillette
Progettista: King Camp Gillette

Il rasoio di sicurezza nasce come alternativa al tradizionale rasoio a mano libera, che richiedeva grande attenzione e manualità e una periodica manutenzione. Il primo modello fu concepito dal francese Jean-Jacques Perret che crea una variante del rasoio a mano libera, racchiudendo la lama in una protezione che agevolava lo scorrimento e impediva al tagliente di affondare. Oggetti di questo genere iniziarono ad essere prodotti dopo il 1820 in Inghilterra. Il primo rasoio di sicurezza pubblicizzato come tale fu brevettato nel 1880 dai fratelli Kampfe negli Stati Uniti. L'oggetto era semplice e sicuro da utilizzare ma era necessario riaffilare la lama piuttosto spesso, come nei vecchi rasoi a mano libera.

Solo nel 1903 King Camp Gillette inventa un sistema per produrre lamette usa e getta economiche, commercializzando quelle ed una nuova tipologia di rasoio concepita per esse. Il prodotto

si consolida sul mercato definitivamente con l'ingresso degli USA nella Prima Guerra Mondiale. [63, 64]

Nel 1921 il brevetto della Gillette decade e altre aziende si uniscono alla crescente produzione di lamette usa e getta. La Probak, principale concorrente di Gillette, inizia a produrre rasoi compatibili solo con le proprie lame e lame compatibili sia con i propri rasoi che con quelli Gillette. Il concorrente, inoltre, riesce ad innovare il sistema di produzione delle lamette abbassando di molto i costi.

Fino agli anni '60 si utilizzavano le lamette in acciaio al carbonio che, però, arrugginivano velocemente e necessitavano di frequenti sostituzioni. Nel 1965 Wilkinson Sword iniziò a produrre lamette in acciaio inossidabile che quindi non arrugginivano e potevano essere utilizzate fino a che non erano più affilate. [64]

Attualmente sono disponibili moltissimi modelli di rasoio, in particolare di quelli usa e getta. Recentemente, però si sta assistendo ad un ritorno del classico rasoio di sicurezza. Questo perché garantiscono una rasatura più accurata e confortevole con meno irritazioni cutanee, oltre ad essere significativamente più economici ed ecologici rispetto alle alternative a cartuccia. L'uso di una singola lama affilata riduce lo strappo e previene i peli incarniti, rendendoli ideali per le pelli sensibili. [64]

Il primo rasoio Gillette è costituito fondamentalmente da tre pezzi, il manico, il poggia-lama e la protezione. La protezione è caratterizzata da tre perni, quello centrale serve per serrarla al manico e insieme agli altri due stringe la lametta e il poggia-lama entrambi dotati quindi di tre semplici buchi. A differenza dei precedenti rasoi di sicurezza le lamette sono dotate di due fili distinti e quindi il rasoio può tagliare da due lati. [65]

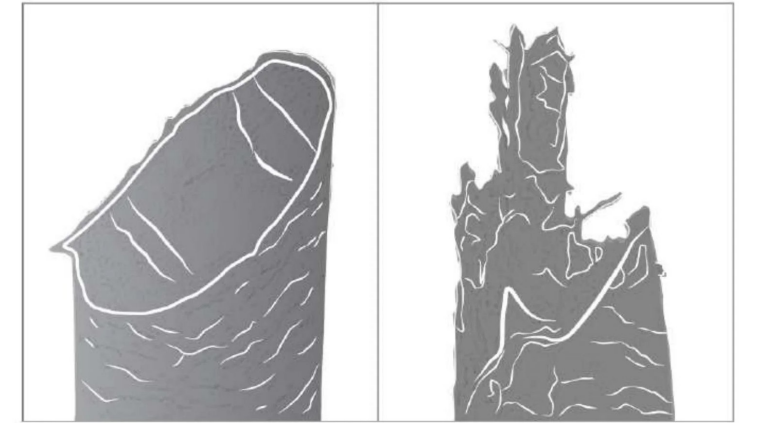
Successivamente al brevetto di Gillette sono stati creati altri modelli leggermente differenti. Le principali tipologie sono:

- Tre pezzi
Modello più diffuso per la sua facilità di pulizia e mantenimento. Costituito da testa (parte che poggia sul viso), guardia (dove viene poggiata la lametta) e manico che vengono smontati per sostituire la lama
- Due pezzi
Simile al tre pezzi ma la guardia è solidale al manico e non può essere separata.
- Apertura a farfalla
Costituiti da un pezzo unico. La testa è divisa in due e si apre come delle ali per permettere l'inserimento della lama. Il meccanismo di apertura e chiusura è solitamente costituito da una ghiera posta all'estremità del manico. In questo modello è molto semplice e rapida la sostituzione della lama ma l'oggetto è più delicato a causa del meccanismo interno.

La testa e la guardia del rasoio consentono di premere leggermente sulla pelle lasciando, però, poco spazio tra essi e la lama. Questo permette alla lama di scorrere sulla pelle senza creare delle “onde” che risulterebbero in tagli superficiali. La presenza di una sola lama tagliente consente di rasare i peli a filo con la pelle, e non al di sotto come con i rasoi multilama, risultando in una rasatura liscia che irrita molto meno la cute. [64]

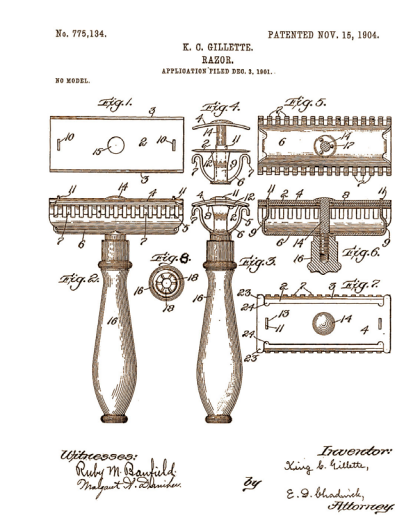
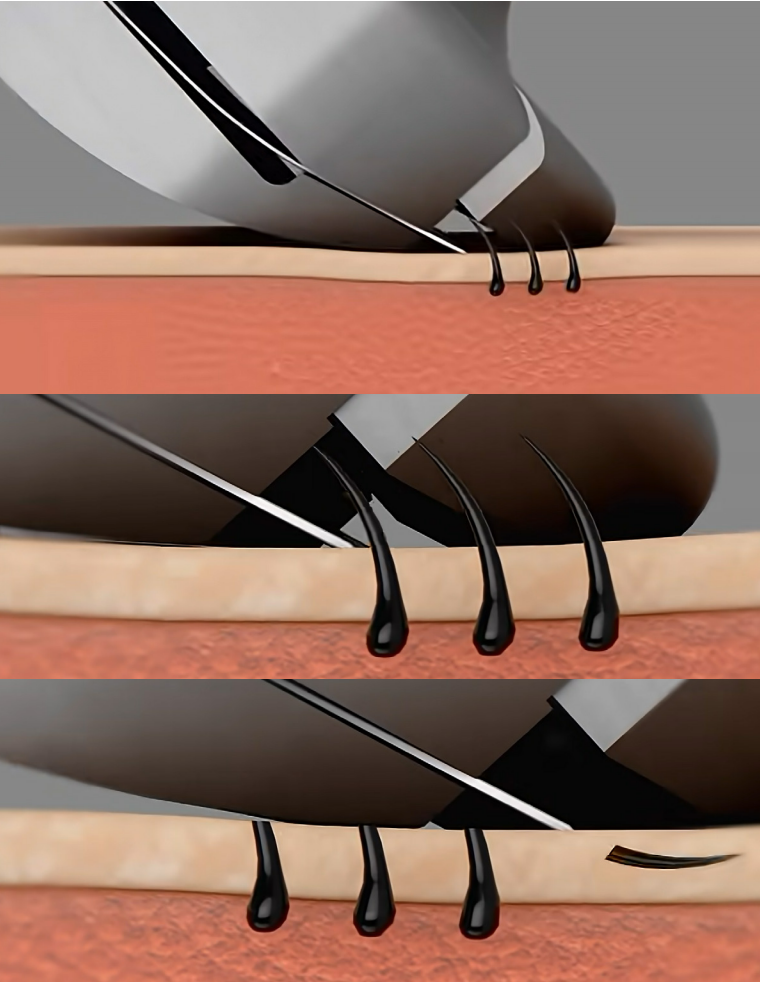


Diversi tipi di rasoi di sicurezza: a tre pezzi (a sinistra), a due pezzi (in alto) e a farfalla (in basso).



Differenza di taglio del pelo tra un rasoio di sicurezza (sinistra) e un rasoio usa e getta (destra).

Taglio dei peli con rasoio di sicurezza.



Brevetto del primo rasoio Gillette.



Kit di un rasoio Gillette del 1903-1904.



Le Low-Tech nella vita di tutti i giorni

Come esposto anche nel capitolo precedente, ci sono vari prodotti Low-Tech che vengono utilizzati quotidianamente senza rendersene conto. In questo capitolo vengono esplorate altre soluzioni, di cui alcune già ampiamente diffuse, altre da interpretare come spunti critici per la progettazione in ottica Low-Tech. Non tutti i prodotti seguono tutti i principi descritti da Bihouix ma rappresentano comunque delle ispirazioni ed applicazioni interessanti di alcuni di essi. [26]

Export 4000

Anno: 1969
Luogo: Italia
Azienda: Terraillon
Progettista: Marco Zanuso, Richard Sapper

Attualmente molte delle bilance da cucina in commercio sono digitali; necessitano di batteria per alimentare i sensori e le celle di carico che rilevano il peso e di altre componenti elettroniche per far funzionare il tutto. Per essere così economici questi oggetti, però, non sono quasi mai smontabili o riparabili in caso di rottura di qualche pezzo. La stessa identica funzione è svolta anche dalle bilance meccaniche, grazie ad un sistema di ingranaggi interno per la rilevazione del peso. [66]

Un esempio è la Export 4000, bilancia meccanica da cucina progettata da Zanuso e Sapper per l'azienda francese Terraillon. [67]



Struttura

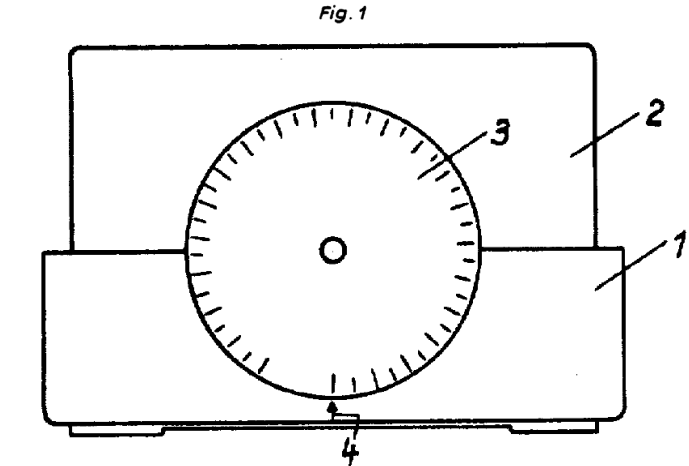
La bilancia è composta da una base, su cui è poggiata la piattaforma di carico, e due vaschette di pesatura di dimensioni differenti. Il prodotto è stato progettato in modo da poter richiudere tutte le componenti su se stesse e ingombrare il minor spazio possibile quando non in uso. [68]

Funzionamento

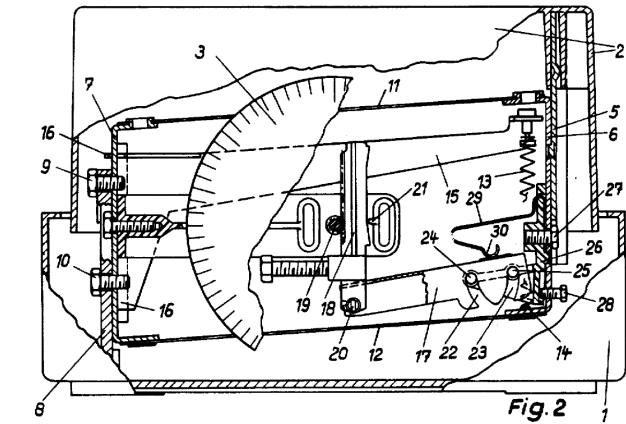
La bilancia converte la forza verticale verso il basso in movimento rotatorio per far ruotare il disco numerato.

Di seguito sono presentate le principali componenti che ne permettono il movimento (i numeri delle componenti fanno riferimento alle immagini nella pagina di destra):

- Piattaforma di carico (2)
È la parte superiore della bilancia, quando gli ingredienti vengono poggiati sul piano si abbassa, trasmettendo la forza peso attraverso un carrello centrale (pareti 5, 6, 7, 8).
- Molla calibrata (13)
Molla elicoidale che resiste al movimento verso il basso della piattaforma. La sua costante elastica è ciò che determina la capacità di carico (in questo caso 4 kg).
- Cremagliera (18)
Barra verticale dentata fissata al carrello mobile.
- Pignone (19)
Il componente ruota quando viene innestata la cremagliera, spostandosi verso il basso o verso l'alto. Permette di trasformare il movimento lineare verticale in rotatorio.
- Quadrante (3)
Collegato direttamente al pignone, aggiungendo il peso ruota e segnala il numero corrispondente.
- Rotella di tara (non rappresentata)
Posta sul lato della bilancia, ruotandola si sposta leggermente la posizione del quadrante per regolare la misurazione. [68]

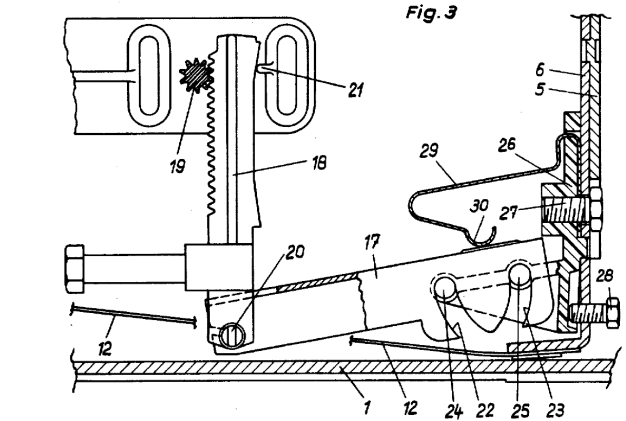


Vista frontale della bilancia con le principali componenti.

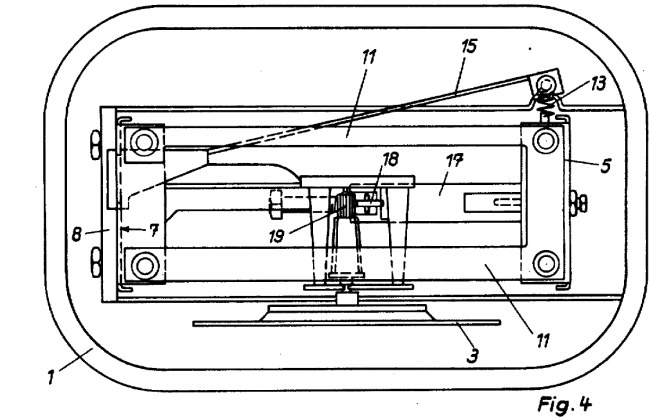


Vista frontale parzialmente sezionata, meccanismo in posizione di riposo.

Vista ingrandita della FIG. 2, meccanismo attivato dal peso posto sulla piattaforma di carico.



Vista dall'alto corrispondente alla FIG. 2.



Lari

Anno: 2022

Luogo: Losanna, Svizzera

Azienda: n.d.

Progettista: Theodore Simon

Una sperimentazione e reinterpretazione ancora più estrema della bilancia da cucina è stata fatta da Theodore Simon per il duo progetto finale presso l'École cantonale d'art de Lausanne (ECAL). Il giovane designer è riuscito a creare il concept di una bilancia che non usa alcun tipo di meccanismo o sistema elettronico per funzionare, ma sfrutta solamente l'elasticità dei materiali. [69]



Bilancia Lari in uso.



Bilancia Lari.

Struttura

La bilancia, interamente realizzata in plastica, è composta da solamente due parti: la base che include il vassoio di pesatura e le tacchette di misurazione, e il supporto laterale con integrata la "lancetta" che indica il peso.

Il vassoio di pesatura, collegato alla base, è composto da due orizzontali flessibili, consentendogli di rimanere orizzontale anche con l'aggiunta

del carico.

Questa struttura monomaterica ed estremamente minimale permette di eliminare la necessità di strutture complesse o componenti elettrici. Con questo progetto e la riduzione delle componenti si semplifica nettamente la produzione e la facilità di riciclaggio del prodotto. [70, 71]

Funzionamento

Collocando il prodotto da pesare sul vassoio si trasmette la forza all'indicatore, che flette fino ad indicare il peso corrispondente al materiale caricato. L'intero sistema sfrutta unicamente l'elasticità del materiale, sia per effettuare la pesatura che per stabilizzare il vassoio.

È, inoltre, possibile tarare la bilancia tramite lo scorrimento del corpo con l'indicatore all'interno del corpo della base. [70, 71]



Bilancia Lari senza pesi.



Dettagli della bilancia.

Componenti e variabili colore della bilancia.



Flare

Anno: 2025

Luogo: Parigi, Francia

Azienda: Studio Douze Degrés

Progettista: Studio Douze Degrés

Edgerton, nel suo testo, cita le “tecnologie di riserva”, sistemi considerati obsoleti ma che rimangono disponibili in caso di guasto dei sistemi moderni, come ad esempio le candele o le lampade a paraffina. E se, invece, si reinventasse la candela come mezzo di illuminazione in chiave moderna?[24]

Flare è una collezione di lampade sviluppata dallo Studio Douze Degrés nell’ambito della sua sperimentazione nell’ambito ottico. Si ispira ai fari marittimi, trasformando una semplice fiamma in un segnale luminoso. [72]



Lampada Flare da tavolo e da pavimento.

Effetto della lampada Flare accesa.

Struttura

I prodotti della collezione Flare trasformano la fiamma di una candela in un segnale ottico controllato. Lo Studio propone due modelli, entrambi composti solamente dagli elementi fondamentali per farle funzionare: una candela e il relativo supporto, la lente ottica e la struttura portante. I pezzi metallici sono realizzati in alluminio anodizzato mentre la lente in vetro è fresata, il tutto assemblato a mano con viti reversibili.

Gli oggetti sono una curiosa sperimentazione di minimalismo, sottrazione e utilizzo di vecchie tecnologie in un contesto contemporaneo. [73, 74]

Funzionamento

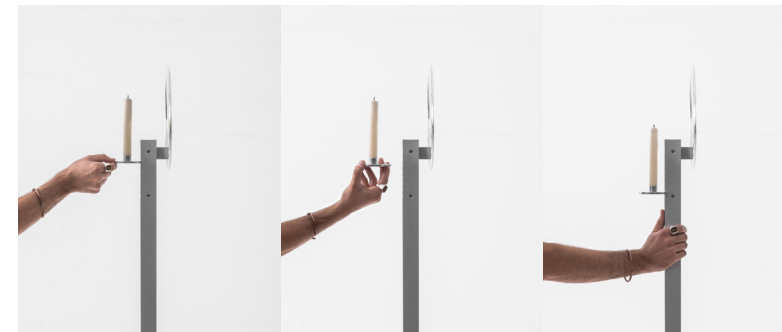
Il fulcro delle lampade è la lente di Fresnel posta davanti alla candela: cattura la luce della fiamma, la amplifica e proietta creando un fascio luminoso e vibrante. [73, 74]

Questo tipo di lente “a gradini” fu inventata dall’ingegnere e fisico francese Augustin-Jean Fresnel (1788-1827) per risolvere il problema delle tradizionali lenti piano-convesse di grandi dimensioni, con peso e spessore eccessivi, che tendevano ad assorbire molta luce, riducendo l’efficacia del segnale. Fresnel elimina la massa interna inutile e conserva solo la curvatura della superficie.

La lente, vista in sezione, ha una struttura a gradini concentrici che permette di ridurre sensibilmente lo spessore. Ciascuno degli anelli è fatto in modo da avere lo stesso identico punto focale: che la luce attraversi il centro o l’anello più esterno, tutti i raggi vengono convogliati, o proiettati, verso lo stesso punto. Posizionando una sorgente luminosa nel punto focale della lente, i prismi deviano i raggi divergenti trasformandoli in un fascio di luce parallelo (collimato). Questo permette alla luce di viaggiare a distanze maggiori senza disperdersi, principio alla base dei fari marittimi. [75]

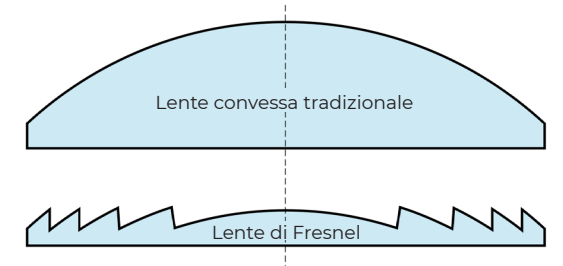


Dettaglio e lente di Flare.

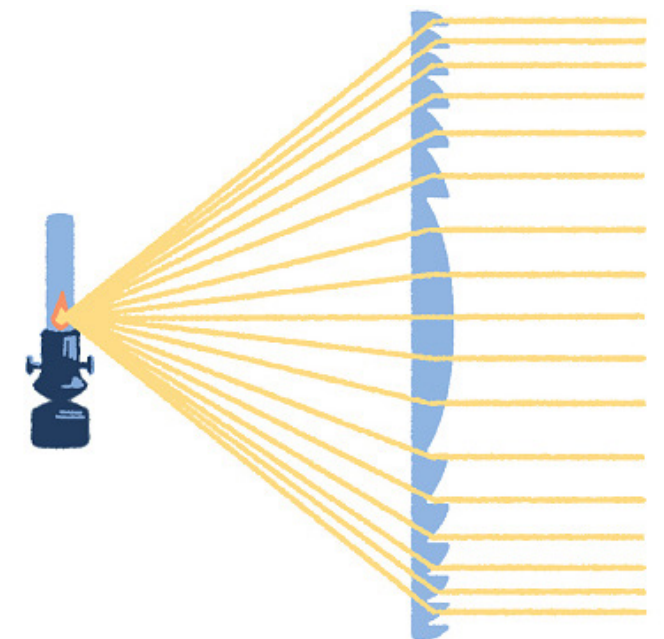


Utilizzo della lampada.

Comparazione tra la struttura delle due lenti.



Diffusione della luce attraverso la lente di Fresnel.

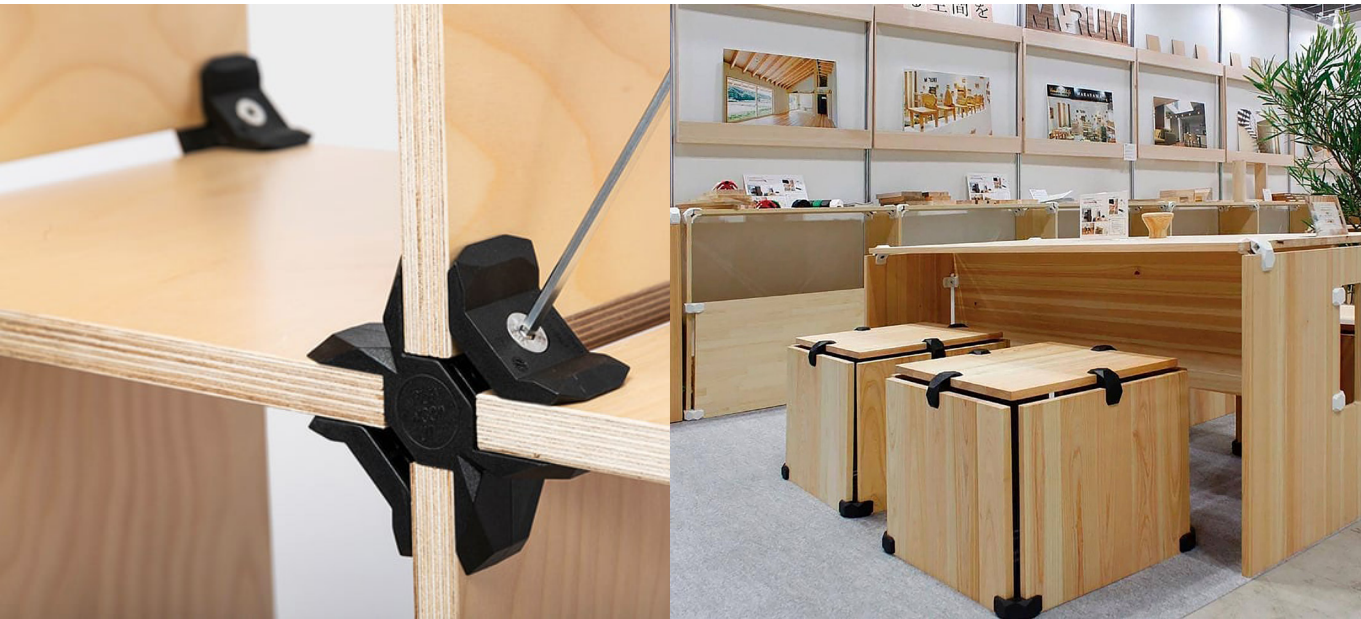


PlayWood

Anno: 2016
Luogo: Reggio Emilia, Italia
Azienda: PlayWood
Progettista: iovanni Silvanini, Mirko Bonilauri, Carlotta Nizzoli e Stefano Guerrieri

Ogni anno in Europa vengono buttate via 100.00 tonnellate di mobili quasi nuovi, solamente perché quando vengono smontati si rovinano e diventano inutilizzabili. In questo contesto la start-up PlayWood propone una serie di giunti modulari che, assemblati con pannelli di legno o altro materiale, permettono di creare componenti d'arredo flessibili alle esigenze degli utilizzatori. Una volta assemblata la componente è possibile modificarla innumerevoli volte in quanto è sufficiente svitare il connettore, che non lascia alcun foro nei pannelli. [76]

L'obiettivo dei designer è quello di promuovere arredi a basso costo e basso impiego di risorse: acquistando semplicemente il giunto e i pannelli necessari alla costruzione del pezzo si riduce notevolmente la quantità di materiale, le ore di lavoro e l'impatto ambientale del componente. Inoltre, se il mobile non è più necessario, è sufficiente smontare i connettori, potendo riutilizzare in altra configurazione sia quelli che i pannelli che lo componevano, allungando notevolmente la vita dell'oggetto. [77]



Montaggio del giunto PlayWood a croce.

Allestimento realizzato con giunti PlayWood.

Struttura

I connettori sono delle specie di morsetti stampati ad iniezione in poliammide caricata con fibra di vetro. Ogni giunto è composto da due componenti plastiche, tra le quali si colloca il pannello, tenute assieme da un perno ed un dado. Come si vede nell'immagine a destra, i pezzi sono ottimizzati in modo da avere uno spessore ridotto, supportato da degli ispessimenti trasversali per garantire la rigidezza e strutturalità necessaria. Le componenti, infatti, con questa struttura resistono a carichi fino ai 250 kg. [76, 77]

Funzionamento

Sul sito dell'azienda è possibile acquistare i loro “kit”, che includono connettori e pannelli di legno (provenienti da foreste sostenibili e privi di formaldeide) per la realizzazione di un preciso progetto, oppure solamente i connettori, evitando i costi economici e ambientali del trasporto dei pannelli. I pannelli possono essere acquistati localmente dal consumatore, optando per qualsiasi tipo di materiale che abbia uno spessore compreso tra i 15 e i 20 mm. Successivamente è necessario solamente tagliare i pannelli (se necessario) ed assemblare i pezzi avvitando i connettori. Sul sito sono disponibili moltissimi manuali con le istruzioni necessarie ad assemblare i pannelli con differenti conformazioni. [76, 77]

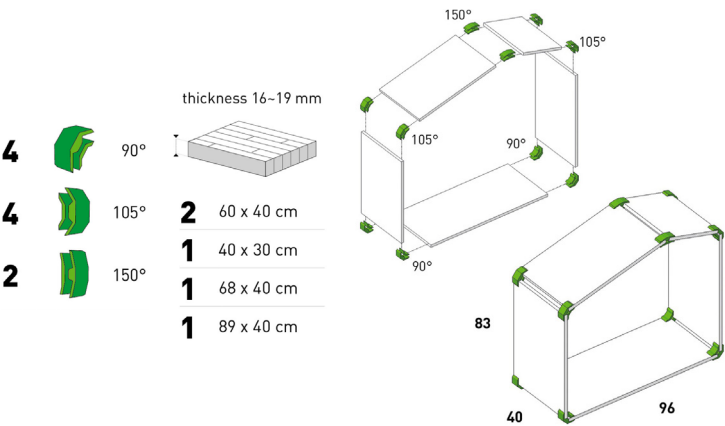


Diversi modelli di PlayWood, da sinistra a destra e dall'alto in basso: connettore a 90°, a 105°, a 150°, a croce e a T.

Componenti di un giunto PlayWood e brugola.



Casetta gioco per bambini e istruzioni di realizzazione.



Tripp Trapp

Anno: 1972
Luogo: Norvegia
Azienda: Stokke
Progettista: Peter Opsvik

Seduta per bambini che permette di sedersi al tavolo assieme agli adulti, su un oggetto progettato appositamente per le loro esigenze. La sedia è adattabile e flessibile nel tempo, in modo da ospitare bambini dagli 8 mesi circa, fino all'età adulta.
La seduta non è cambiata quasi per niente dalla data della sua invenzione, ed è talmente durevole e ben progettata da essere tuttora tramandata da genitori a figli. Le uniche modifiche effettuate rispetto al modello originale sono relative agli accessori della sedia, in modo da far sedere anche i bambini molto piccoli in modo confortevole e sicuro. [78, 79]



Bambina seduta a tavola su Tripp Trapp. Tripp Trapp in diversi colori.

Struttura

La seduta è composta da due supporti verticali tenuti in posizione dallo schienale e due supporti tubolari trasversali. I verticali hanno delle scanalature nel lato interno che permettono di incastrare i pannelli della seduta e del poggiatesta, potendoli poi sfilare e spostare nel tempo, in base alla crescita del bambino. Il poggiatesta

è ampio e solido, quanto la seduta, in modo da permettere al bambino maggiore controllo e facilità nei movimenti, consentendo anche il continuo cambiamento della postura. [80]

Funzionamento

La sedia permette al bambino, in ogni fase della sua crescita, di sedersi al tavolo assieme agli adulti in modo confortevole e sicuro, favorendo le interazioni e lo sviluppo. Sono presenti una serie di accessori da integrare alla sedia di base, come il Newborn Set per i primi mesi e il Baby Set dai 6 mesi in poi per trasformarlo in un seggiolone.
La sedia arriva al consumatore completamente smontata, in modo da ridurre notevolmente i costi di trasporto.
Sul sito, oltre alle istruzioni di montaggio, sono presenti tutte le componenti vendute singolarmente, in modo da poterle sostituire nel caso di rottura o usura, allungando notevolmente la vita dell'oggetto. [79, 80]



Componenti della sedia Tripp Trapp.

Differenti configurazioni della seduta.



Famiglia a tavola seduta su Tripp Trapp.



Groundfridge

Anno: 2015
Luogo: Paesi Bassi
Azienda: Fiction Factory
Progettista: Floris Schoonderbeek

Groundfridge è un frigorifero ecologico sotterraneo che sfrutta le proprietà del terreno per conservare gli alimenti ad una temperatura compresa tra gli 8 e i 15 °C durante tutto l’anno, senza bisogno di elettricità. [81]



Ingresso del frigorifero.

Groundfridge con collinetta coperta di piante visti dall'alto.

Struttura

Prima dell’invenzione dei frigoriferi si era soliti conservare il cibo più deperibile sotto terra, sfruttando l’umidità e le basse temperature del terreno ad una certa profondità per mantenerlo fresco più a lungo possibile. La start-up olandese ha, quindi, sfruttato lo stesso identico principio per progettare un moderno frigorifero che non necessita di energia elettrica. Collocando la capsula almeno 1 metro sotto terra si sfruttano le capacità isolanti dal calore e la frescura immagazzinata durante la notte, consentendo di mantenere la temperatura più

o meno costante tutto l’anno, in estate come in inverno. Il frigorifero dispone di un sistema di ventilazione intelligente che inala l’aria fresca ed espelle quella calda. Nel caso in cui, durante la stagione calda, la temperatura interna dovesse salire troppo l’ambiente è dotato di un ventilatore a batteria con timer (ricaricata ad energia solare) per farla abbassare. È, infatti, sufficiente accendere il ventilatore anche solo per un’ora durante la notte per mantenere la temperatura costante. [81, 82, 83]

Funzionamento

Si tratta di una struttura incassabile nel terreno, dotata di porta con lucchetto e una scala interna per accedere al vano principale dotato di scaffali dove collocare alimenti e bevande. La scocca è realizzata in materiale composito che includono uno strato di 8-10 cm di schiuma isolante di alta qualità, come anche la porta ermetica. L’interno è interamente rivestito con un coating di gel in modo che sia facile da pulire, mentre i ripiani interni sono in compensato impermeabile e accessori e cerniere sono in resistente acciaio inossidabile.[83, 84]

Per l’installazione sono necessari circa 25 metri quadrati di spazio libero in cui scavare, successivamente si colloca il frigorifero e si ricopre con il terriccio proveniente dalla buca precedentemente scavata. Uno strato di circa 1 metro funziona perfettamente come isolante naturale. Al di sopra di esso si possono seminare erba o fiori, sia per decorare lo spazio che per aumentare ulteriormente l’isolamento. Piante e cespugli dalle foglie grandi possono abbassare la temperatura interna di addirittura 1,5°C. Groundfridge può essere installato liberamente nel proprio giardino o nel proprio appezzamento di terreno, senza bisogno di autorizzazioni. [84]

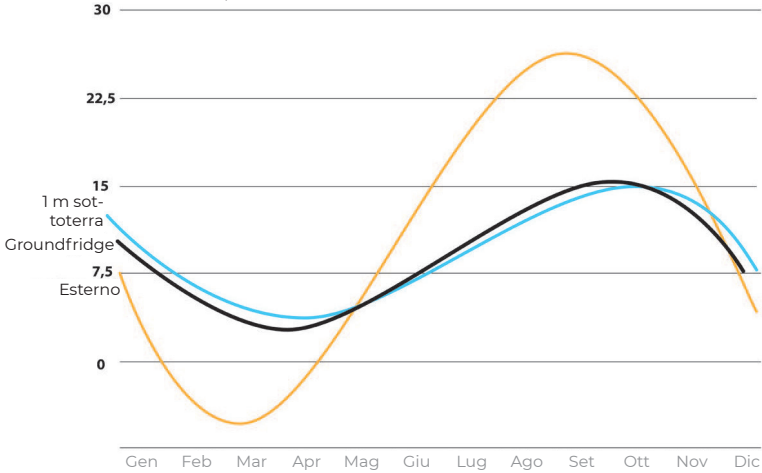


Scaffali con alimenti all'interno del frigorifero.

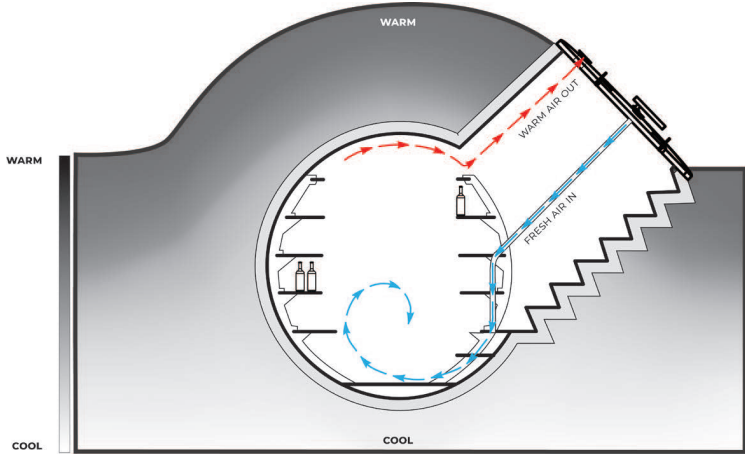


Scala e scaffali interni.

Oscillazioni di temperatura durante l'anno.



Ricircolo dell'aria all'interno di Groundfridge.



Bokashi Organko 2

Anno: 2018
Luogo: Velenje, Slovenia
Azienda: Plastika Skaza d.o.o.
Progettista: Skaza Design Team

Bokashi Organko 2 è un composteur da cucina ecologico, sviluppato per facilitare la raccolta dei rifiuti organici. L'oggetto è progettato con una forma slanciata e una colorazione discreta, rendendolo più versatile per qualsiasi cucina. Il prodotto consente di creare facilmente fertilizzante organico per le proprie piante, evitando cattivi odori. L'utilizzo di Bokashi Organko 2 produce 16 volte meno emissioni di gas serra rispetto ad altri metodi di compostaggio tradizionali. [85, 86]



Bokashi Organiko 2 in una cucina.

Liquido fertilizzante prodotto da Bokashi Organiko 2.

Struttura

Il Bokashi Organko 2 è realizzato in polipropilene riciclato e successivamente riciclabile a fine vita, composto dai seguenti pezzi:

- 1. Coperchio
- 2. Pressa
- 3. Contenitore interno
- 4. Contenitore esterno
- 5. Cinghia di trasporto
- 6. Tappo

In dotazione, assieme al prodotto, vengono forniti anche una busta di miscela naturale e il relativo misurino dosatore. [87]

Funzionamento

Si distribuiscono 20 ml di miscela naturale (crusca di frumento contenente microrganismi effettivi e melassa) sul fondo della compostiera, adagiando sopra i rifiuti organici. Per ogni nuovo strato di rifiuti si aggiungono 20 ml di miscela, per poi comprimere il tutto con la pressa, facendo uscire l'aria, e chiudere con il coperchio. Per estrarre il liquido è sufficiente aprire il rubinetto e farlo scolare in un contenitore, potendolo utilizzare immediatamente per le piante. Riempiendo la compostiera fino a circa 5 cm al di sotto del bordo e lasciandola chiusa per 2 settimane si ottiene una base compost di ottima qualità. [87]



Render esploso delle componenti del Bokashi Organiko 2.

Processo di preparazione del Bokashi.



Le Low-Tech nel mondo High-Tech

Per quanto uno dei principi delle Low-Tech sia la riduzione del digitale, nel mondo contemporaneo risulta impossibile eliminarlo da alcuni prodotti ed applicazioni. Purtroppo il tasso di produzione dei rifiuti elettronici a livello globale sta crescendo cinque volte più velocemente del tasso di riciclo. Ogni anno vengono prodotti oltre 50 milioni di tonnellate di questi rifiuti, si tratta di 6 kg all'anno per ogni persona sulla terra. Solo il 22% dei rifiuti elettronici viene formalmente riciclato, il resto finisce spesso in paesi con infrastrutture di riciclaggio inadeguate, con conseguenti condizioni di lavoro pericolose, rischi per la salute e pericoli per l'ambiente. Gli smartphone da soli sono responsabili di circa l'1% delle emissioni globali di carbonio ogni anno e circa l'80% di questo impatto è generato durante la fase di produzione. Un cellulare moderno è, infatti, composto da oltre 60 materiali, di cui molti metalli preziosi presenti in quantità basse all'interno di leghe complesse. L'estrazione di questi metalli è estremamente impattante a livello ambientale e sociale, e il tasso di riciclabilità bassissimo. [88, 89]

Considerando questi dati e l'impossibilità di escludere il digitale dalla vita moderna la soluzione risiede nel riuscire a far durare i dispositivi il più a lungo possibile, in modo da avere minore necessità di produrre nuovi dispositivi e minore sarà l'impatto sull'ambiente.

Fairphone

Anno: 2013
Luogo: Amsterdam, Paesi Bassi
Azienda: Fairphone
Progettista: Bas van Abel, Tessa Wernink e Miquel Ballester Salva

Fairphone è telefono progettato interamente seguendo i principi di modularità, riparabilità e trasparenza della filiera. Dal primo modello nasce l’omonima azienda che attualmente ha realizzato 6 versioni di smartphone ed ha ampliato la sua gamma di prodotti inserendo anche cuffie e auricolari bluetooth e alcuni accessori come caricatori, cavi e cover per cellulari.

Un ottimo esempio di “High-Low Tech”: un oggetto tecnologicamente avanzato (uno smartphone) progettato però con una filosofia Low-Tech basata su modularità, riparabilità e trasparenza della filiera. [90, 91]



Fairphone 6.



Fairphone 6 smontato.

Modularità

I prodotti sono progettati in modo che siano completamente modulari, in modo da poter facilmente sostituire componenti, come il display o la batteria quando necessario. Per incentivare il rimpiazzo degli elementi questi sono venduti dall’azienda stessa ad un prezzo più competitivo rispetto al mercato e sono disponibili nello shop online anche quelli relativi ai vecchi modelli di

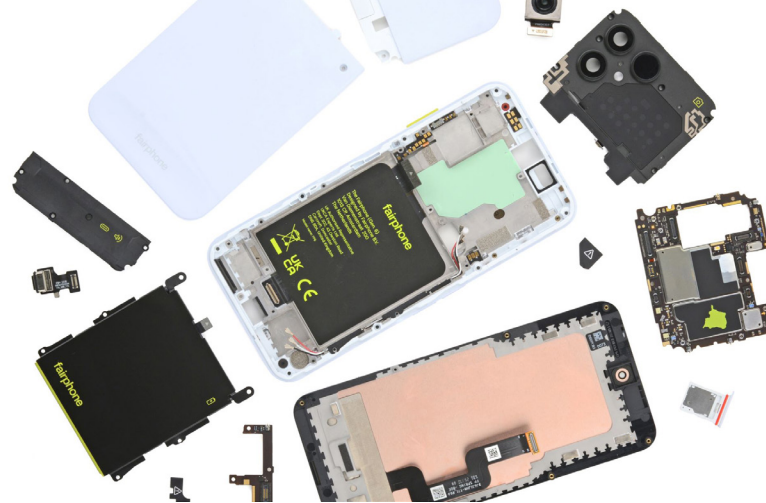
smartphone, oltre alle istruzioni per effettuare riparazioni rapide e semplici senza necessità dell’assistenza. Vengono, inoltre, offerti servizi di garanzia ed assistenza post-vendita molto più lunghi dello standard del settore, incentivando i consumatori a riparare il prodotto piuttosto che sostituirli. [88]

Durabilità

Uno degli obiettivi che l’azienda si pone è quello di rendere i cellulari più durevoli possibili, riducendo moltissimo le emissioni di carbonio generate da produzione, trasporto, rifiuti e l’utilizzo di nuovi dispositivi. Per quello che riguarda l’hardware, come citato precedentemente, i prodotti sono interamente modulari per favorire la sostituzione delle componenti danneggiate. Per la parte software dei prodotti, i dispositivi Fairphone ricevono aggiornamenti di sicurezza e upgrade dei software molto più di frequente rispetto alla media, in modo da mantenere sempre ottimali le performance del telefono. Nello specifico con il Fairphone 5 sono stati garantiti almeno otto anni di supporto software, mentre per il Fairphone 4 è stato rilasciato di recente un aggiornamento software della fotocamera, a tre anni dal lancio del modello. [88]

Sostenibilità

Per garantire la trasparenza necessaria ogni anno l’azienda si impegna a redigere un “Report d’impatto” dove vengono riportate informazioni sull’origine dei materiali utilizzati e sulla filiera che hanno seguito, sulla progettazione svolta in funzione della durabilità e sulla collaborazione con i fornitori per una produzione più equa. Tutti i prodotti audio e gli smartphone Fairphone sono “neutrali” in termini di rifiuti elettronici: per ogni prodotto e relativi pezzi di ricambio venduti, viene riutilizzato o riciclato lo stesso peso in rifiuti elettronici. Per riuscire in questo intento sono stati avviati diversi programmi e collaborazioni con diversi enti, in diversi paesi. L’azienda presta molta attenzione alla scelta dei materiali utilizzati, in particolare ai metalli preziosi che sono gli elementi più impattanti a livello ambientale e sociale a causa dei metodi di estrazione. Fairphone si impegna ad analizzare e migliorare le catene di fornitura di questi materiali affidandosi a fonti estratte in modo equo, riciclando i propri prodotti ed investendo per migliorare le condizioni di lavoro di minatori e riciclatori. [88]



Componenti interne del Fairphone 6.



Apertura della scocca del Fairphone 6.

Esplosione assonometrica del Fairphone 4.



Esplosione assonometrica delle cuffie Fairbuds XL.



Framework Laptop

Anno: 2021
Luogo: San Francisco, California, USA
Azienda: Framework Computer Inc.
Progettista: Nirav Patel

Il Framework Laptop è un notebook sottile, leggero, dalle elevate prestazioni, progettato nel rispetto delle persone e del pianeta grazie alla sua aggiornabilità, riparabilità e profonda personalizzazione. Il computer è completamente modulare; invece di dover sostituire il prodotto quando la batteria si esaurisce, un componente si rompe o le prestazioni non sono più all'altezza è possibile modificare e aggiornare l'hardware per mantenerlo in perfetto stato di funzionamento molto più a lungo. [89, 92]



Colori diversi di Framework Laptop 12.

Tastiera di un Framework Laptop 13 smontata.

Durabilità

Il modo migliore per ridurre l'impatto ambientale dei dispositivi elettronici è prolungarne la durata. È, quindi, fondamentale garantire ai consumatori e alle aziende la possibilità di riparare i dispositivi. Per facilitare la riparazione e la sostituzione delle componenti è necessario che i prodotti siano progettati in modo modulare. [89]

Modularità

Per far in modo che il prodotto sia il più durevole possibile ogni porta (USB, HDMI, ecc.) è un modulo estraibile e ogni componente interno è facilmente accessibile, contrastando la tendenza industriale di saldare i componenti sulla scheda madre. La struttura modulare e riparabile permette

una facile manutenzione da parte dell'utente e la possibilità di passare al modello più recente semplicemente acquistando i componenti aggiornati. Tutti i pezzi di ricambio sono disponibili sul Framework Marketplace e possono essere facilmente sostituiti seguendo le nostre guide passo-passo. Ogni acquisto di un laptop include un cacciavite Framework, l'unico strumento necessario per le riparazioni e gli aggiornamenti.

In aggiunta a queste caratteristiche l'azienda ha collaborato con Cooler Master per la realizzazione di un case stampabile in 3D per la scheda madre del Framework Laptop 13, in modo da poter riutilizzare i moduli. In questo caso la scheda madre può continuare ad essere utilizzata come computer autonomo, pubblicando su GitHub la documentazione di progettazione open source e il CAD per moduli aggiuntivi. [89, 93, 94]

Sostenibilità

L'azienda dichiara espressamente che, essendo produttori di dispositivi elettronici, non possono definirsi un brand sostenibile. Partendo da questo presupposto, con i loro prodotti si impegnano a ridurre l'impatto sull'ambiente, creandoli in modo che durino il più a lungo possibile. Per raggiungere questo obiettivo è necessario agire sulla base di dati e azioni: sul sito ufficiale è disponibile il Life Cycle Assessment (LCA) del Framework Laptop 13, sviluppato in modo da capire a che punto si è attualmente e come poter migliorare in futuro. L'azienda si impegna anche ad ottimizzare il proprio sistema logistico, minimizzando le emissioni di carbonio dovute ai trasporti. Inoltre, acquistano dei crediti di compensazione delle emissioni attraverso Flexport e Carbonfund.org per tutte le spedizioni che effettuano, andando a finanziare progetti per il rimboschimento, stufe più efficienti e la riduzione delle emissioni di gas serra.

L'azienda fa largo uso di materiali riciclati post-consumo, in particolare plastica e metalli, selezionando con attenzione quelli più durevoli nel tempo e che hanno un minore impatto ambientale. Dove non è possibile l'impiego di materie riciclate, optano per materiali equi ed estratti responsabilmente, affidandosi a catene di approvvigionamento solide per il riciclaggio al termine del loro ciclo di vita. Gli imballaggi, inoltre, sono ottimizzati nella quantità di materia utilizzata e riciclati al 100%. [89]



Esploso fotografico del Framework Laptop 16.



Porte modulari estraibili del Framework Laptop 16.

Cacciavite per smontare tutte le componenti.



Riuso della scheda madre come computer autonomo.



iFixit

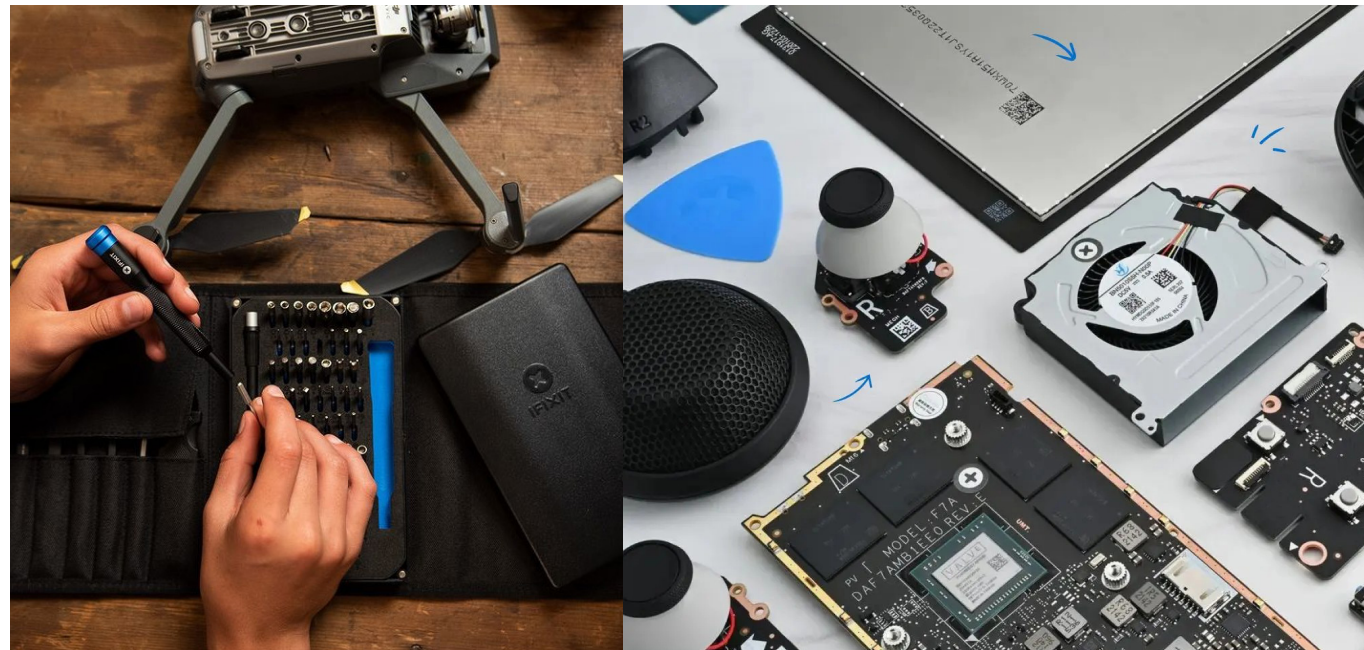
Anno: 2003

Luogo: San Luis Obispo, California, USA

Azienda: iFixit

Progettista: Kyle Wiens e Luke Soules

iFixit è un sito che ha l'obiettivo di aiutare gli utenti a riparare i propri prodotti invece di sostituirli, fornendo guide ed istruzioni per differenti categorie e modelli e kit con gli attrezzi necessari. Il progetto nasce proprio dalla difficoltà di uno dei fondatori di reperire una guida per aggiustare il suo computer, da qui nacque l'idea di creare un sito che raccolga queste informazioni e le renda disponibili a chiunque. Dal momento della fondazione fino ad oggi sono stati creati quasi 130.000 manuali gratuiti, fornendo istruzioni per la riparazione di oltre 70.000 dispositivi diversi. La maggior parte di queste istruzioni di riparazione sono rivolte a dispositivi elettronici di qualsiasi genere, ma sono presenti indicazioni relative anche ad abbigliamento, veicoli ed oggetti domestici di qualsiasi genere. [95, 96]



Riparazione di un drone con kit iFixit.

Pezzi di ricambio disponibili sul sito di iFixit.

Punteggi Riparabilità

L'azienda agisce come ente certificatore indipendente assegnando un Repairability Score che valuta i dispositivi da 1 a 10, dove il minimo viene assegnato a prodotti quasi impossibili da riparare anche da un tecnico, mentre 10 garantisce un dispositivo facile da riparare, modulare e con componenti facilmente accessibili. La valutazione, inoltre, tiene conto anche della trasparenza tecnica del prodotto e della facilità a reperire documentazione ufficiale per le riparazioni.

Questo punteggio, assegnato a tutti i prodotti analizzati dall'azienda, permette al consumatore di avere maggiore consapevolezza sui prodotti che acquista: iFixit evidenzia le scelte progettuali consapevoli (ad esempio la produzione sostenibile o il disassemblaggio a fine vita) prese dai vari brand. L'assegnazione di un punteggio, infatti, facilita anche il confronto tra i vari prodotti, facendo emergere le caratteristiche di ognuno, sia in positivo che in negativo. [95]

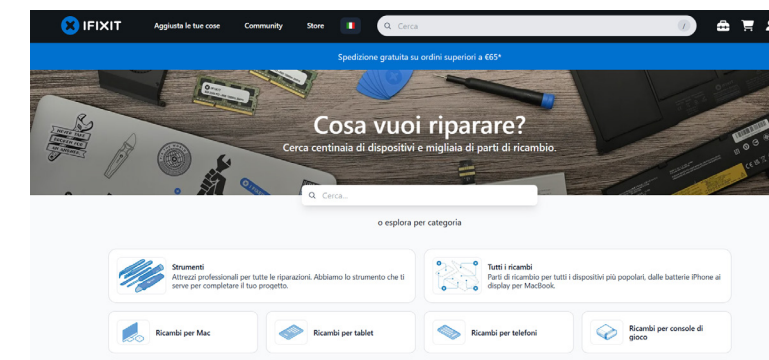
Durabilità e Sostenibilità

L'obiettivo dell'azienda è quello di fornire i mezzi, fisici e intellettuali, per consentire ai consumatori di aggiustare qualsiasi tipo di oggetto. Questo permette di poter allungare sensibilmente la vita di un prodotto, riducendo notevolmente l'impatto ambientale che deriverebbe dalla produzione e l'acquisto di un nuovo oggetto in sostituzione di quello rotto.

In allegato alla guida per la riparazione del prodotto vengono specificati tutti gli attrezzi necessari per l'operazione, acquistabili direttamente dal sito. [95]



Istruzioni e riparazione di uno smartphone.



Schermata home del sito di iFixit.

Punteggi di Riparabilità attribuiti a Framework e Fairphone.



Kit di attrezzi Pro Tech Go.





5. Conclusioni

La ricerca ha permesso di approfondire il ruolo fondamentale delle Tecnologie Appropriate e, più nello specifico, delle Low-Tech nel design funzionale. Nella maggior parte delle loro applicazioni, questi due approcci, vengono applicati in progetti rivolti a comunità del Sud del Mondo, relegandole a contesti in cui non si ha la possibilità di utilizzare tecnologie più moderne e sofisticate. In realtà, come analizzato, l'adozione di soluzioni “basse” non è utile soltanto in questi contesti e non rappresenta un nostalgico ritorno al passato o una rinuncia al progresso. È piuttosto, una scelta tecnica, politica e culturale consapevole, volta all'ottimizzazione sistemica delle risorse.

L'indagine storica ha evidenziato l'evoluzione di un'ideologia di progetto, partendo dal pensiero gandhiano e dal concetto di “Tecnologia Intermedia” di Schumacher, che mette al centro la persona e il contesto, invece che la sola prestazione tecnica. Il declino subito da queste filosofie negli anni '90, a causa dell'esplosione dell'High-Tech, sta oggi lasciando il posto a una necessaria rinascita dettata dall'urgenza della crisi climatica e dalla scarsità di risorse minerali, come i metalli rari.

Attraverso l'analisi dei casi studio è emerso come i principi fondamentali della metodologia Low-Tech possano essere applicati con successo a prodotti e contesti estremamente differenti. In contesti di povertà permette di creare oggetti appropriati, che possono migliorare significativamente la vita delle persone, generando un impatto fortemente positivo. Nel mondo dell'High-Tech, invece, permette di porre un freno alla progettazione e produzione che mirano a generare sempre nuovi bisogni non necessari, creando artefatti che possano essere funzionali e migliorare la quotidianità valorizzando il risparmio in un'ottica di futuro più sostenibile. Le Low-Tech, in un mondo dove si utilizzano le tecnologie per fare sempre qualcosa in più, offrono la possibilità di sfruttare le conoscenze tecniche per fare la stessa identica cosa, ma con meno (materiale, spreco, impatto ambientale). Questo approccio

include automaticamente anche il concetto di “Less is more”, fondamento del design funzionale: eliminando le sovrastrutture non necessarie ed impiegando solo ciò che è necessario al funzionamento si ottiene un oggetto sincero, fedele alla funzione per cui è stato ideato.

Le Low-Tech e le Tecnologie Appropriate impongono di progettare in funzione del contesto e delle persone, integrando principi come quelli di semplicità, durabilità e sostenibilità. Se il processo metodologico è svolto correttamente, il prodotto che ne risulta, molto più probabilmente sarà in grado di soddisfare le esigenze e avere un impatto positivo, specialmente a lungo termine. In conclusione, l'approccio Low-Tech si pone come una risorsa estremamente utile nell'ottica di una progettazione funzionale, duratura e rispettosa di ambiente e persone, fondamentale per lo sviluppo di una civiltà tecnicamente sostenibile e inclusiva.

6. Bibliografia e sitografia

1. Rams D. "Dieci principi per il buon design", in *Domus*. Milano: Editoriale Domus, 1993, n. 748, pp. 1-2.
2. Rams D. "Dieci principi per un buon design", in *Domusweb*. Milano: Editoriale Domus, 2023.
Disponibile su: <https://www.domusweb.it/it/dall-archivio/2023/03/14/dieci-principi-per-un-buon-design-di-dieter-rams.html>
3. Sullivan L. H. "The Tall Office Building Artistically Considered." in *Lippincott's Magazine*. Filadelfia: J.B. Lippincott Co., 1896, vol. 57, pp. 403-409.
4. Germak C. *L'uomo al centro del progetto. Design per un nuovo umanesimo*. Torino: Allemandi, 2008.
5. Munari B. *Da cosa nasce cosa*. Appunti per una metodologia progettuale. Bari: Editori Laterza, 1981.
6. Siby K. J. "Philosophical Foundations of Sustainable Technology: A Gandhian Perspective" (2026), in *GlobalGandhi*.
Disponibile su: <https://globalgandhi.com/philosophical-foundations-of-sustainable-technology-a-gandhian-perspective/>
7. Leonard R. "E. F. Schumacher and Intermediate Technology", in *Document de travail / Working Paper No. 2018-22*. Montréal (QC): ESG UQAM - Département des sciences économiques, Université du Québec à Montréal, 2018.
Disponibile su: https://economie.esg.uqam.ca/wp-content/uploads/sites/54/2018/05/2018-22_docdt_eco.compressed.pdf
8. Redazione Encyclopedia. "The Rise of the Appropriate Technology Movement", in *Encyclopedia.com*. Chicago: Gale, 2024.
Disponibile su: <https://www.encyclopedia.com/science/encyclopedias-almanacs-transcripts-and-maps/rise-appropriate-technology-movement>
9. Schumacher E. F. *Small Is Beautiful: A Study of Economics As If People Mattered*. Londra: Blond & Briggs, 1973.
10. National Center for Appropriate Technology (NCAT): <https://www.ncat.org/about/>
11. Zelenika I. e Pearce J. M. "The Evolution of Appropriate Technology: A review", in *Environment, Development and Sustainability*. Dordrecht: Springer, 2011, vol. 13, n. 1, pp. 115-135.
12. Polak P. "The Death of Appropriate Technology", in *NextBillion*. Ann Arbor (MI): William Davidson Institute - University of Michigan, 2010.
Disponibile su: <https://nextbillion.net/the-death-of-appropriate-technology/>
13. ONU (Organizzazione delle Nazioni Unite). *Trasformare il nostro mondo: l'Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile*. New York: United Nations, 2015.
14. Dunn P. D. *Appropriate Technology: Technology with a Human Face*. Londra: Macmillan, 1978.
15. Willoughby K. *Technology Choice: A Critique of the Appropriate Technology Movement*. Boulder: Westview Press, 1990.
16. Hazeltine B. e Bull C. *Field Guide to Appropriate Technology*. San Diego: Academic Press, 2003.
17. Redazione PreventionWeb. "Intermediate Technology Development Group (ITDG)", in *Preventionweb.net*. Ginevra: UNDRR, 2026.
Disponibile su: <https://www.preventionweb.net/organization/intermediate-technology-development-group>
18. Conteh A. "Culture and the transfer of technology" in *Field Guide to Appropriate Technology*. San Diego: Academic Press, 2003, pp. 2-7.
19. Abdullahi A. N. "Strategies in Technological take-off in Nigeria: Are we in the Right Direction", in *Nigerian Journal of Science and Technology*. Ilorin: University of Ilorin, 1983, vol. 1, n. 1.
20. Low-tech Lab: <https://lowtechlab.org/en>
21. Vandana S. "Bassa tecnologia: perché la sostenibilità non deve dipendere da soluzioni ultratecnologiche", in *Solarpunk.it*. Milano: Solarpunk Italia, 2022.
Disponibile su: <https://solarpunk.it/bassa-tecnologia-perche-la-sostenibilita-non-deve-dipendere-da-soluzioni-ultratecnologiche/>
22. Illich I. *Tools for Conviviality*. New York: Harper & Row, 1973.
23. Papanek V. *Design for the Real World: Human Ecology and Social Change*. Chicago (IL): Academy Chicago Publishers, 1971.
24. Edgerton D. *The shock of the old: Technology and Global History since 1900*. Londra: Profile Books, 2006.
25. Low-tech Magazine: <https://solar.lowtechmagazine.com/it/>
26. Bihouix P. *L'âge des low-tech: Vers une civilisation techniquement soutenable*. Parigi: Editions du Seuil, 2014.
27. Watson J. *Lo-TEK: Design by Radical Indigenism*. Colonia: Taschen, 2019.
28. LT4SUSTAIN: <https://lt4sustain.eu/>
29. Consorzio LT4SUSTAIN. *Lessons in Low-Tech. A Handbook for Sustainable Education*. Grenoble: Progetto LT4SUSTAIN, 2024.
Disponibile su: https://lt4sustain.eu/static/pdf/Lessons_in_Low_Tech.pdf

30. Wikipedia "Pot-in-pot refrigerator", in *Wikipedia, The Free Encyclopedia*. San Francisco: Wikimedia Foundation, 2026.
Disponibile su: https://en.wikipedia.org/wiki/Pot-in-pot_refrigerator
31. Benneh G. "The Pot-in-Pot Enterprise: Nigeria", in *Africa Platform*. Arnhem: Africa Platform, 2011.
Disponibile su: https://web.archive.org/web/20140714162247/http://www.africa-platform.org/sites/default/files/resources/nigeria_pot_in_pot_enterprise_2011.pdf
32. N.d. "Food Cooling System", in *Time*. New York: Time USA, n.d.
Disponibile su: https://content.time.com/time/specials/packages/article/0,28804,1936165_1936254_1936632,00.html
33. ArchDaily. "The Legson Kayira Community Center and Primary School / Architecture for a Change", in *ArchDaily*. New York: ArchDaily, 2014.
Disponibile su: <https://www.archdaily.com/567576/the-legson-kayira-community-center-and-primary-school-architecture-for-a-change>
34. Architecture for a Change. "Rural School Design in Malawi", in *A4AC Website*. Johannesburg: Architecture for a Change, 2014.
Disponibile su: <https://www.a4ac.co.za/malawi-rural-school-design-architects>
35. Redazione Domus. "Legson Kayira Community Center & Primary School", in *Domusweb*. Milano: Editoriale Domus, 2014.
Disponibile su: <https://www.domusweb.it/it/architettura/2014/12/09/legson-kayira-community-center-primary-school.html>
36. Bland Eni. "The Divya Washing Machine", in *Time*. New York: Time USA, 2025.
Disponibile su: <https://time.com/collections/best-inventions-2025/7318503/the-divya-washing-machine/>
37. Nepori A. "Divya, la lavatrice manuale che fa risparmiare tempo e acqua", in *Domusweb*. Milano: Editoriale Domus, 2025.
Disponibile su: <https://www.domusweb.it/it/notizie/gallery/2025/11/06/divya-lavatrice-manuale.html>
38. The Washing Machine Project: <https://www.thewashingmachineproject.org/>
39. D&AD. "GravityLight", in *D&AD Awards Archive*. London: D&AD, 2013.
Disponibile su: <https://www.dandad.org/work/d-ad-awards-archive/gravitylight>
40. Deciwatt. "GravityLight", 2026.
Disponibile su: <https://deciwatt.global/gravitylight?currency=AUD>
41. Redazione Maker Faire Rome. "Innovazione Low-Tech: Il geniale progetto Hippo Roller", in *Maker Faire Rome Blog*. Roma: Innova Camera, 2021.
Disponibile su: <https://makerfairerome.eu/blog/innovazione-low-tech-il-geniale-progetto-hippo-roller/>
42. Hippo Roller: <https://hipporoller.org/>
43. Thiagarajan K. "Fold paper. Insert lens. This \$2 microscope changes how kids see the world", in *NPR*. Washington, D.C.: National Public Radio, 2024.
Disponibile su: <https://www.npr.org/sections/goats-and-soda/2024/11/24/g-s1-35181/microscope-lens-students-foldscope>
44. Redazione Maker Faire Rome. "Innovazione Low-Tech: Il microscopio in carta", in *Maker Faire Rome Blog*. Roma: Innova Camera, 2017.
Disponibile su: <https://makerfairerome.eu/blog/innovazione-low-tech-il-microscopio-in-carta/>
45. Foldscope Instruments: <https://foldscope.com/>
46. Simonetti S. "Grelinette", in *AboutGarden*. Genova: AboutGarden, 2010.
Disponibile su: <https://www.aboutgarden.it/2010/11/09/grelinette/>
47. Cereda M. "Grelinette: la forza a due manici per arieggiare il suolo", in *Orto da Coltivare*. Italia: Orto da Coltivare, 2025.
Disponibile su: <https://www.ortodacoltivare.it/attrezzi/grelinette/>
48. Bioforca Store. "Bioforca: L'originale Grelinette per l'agricoltura biologica": <https://bioforca.store/>
49. Petiti F. "Grelinette per l'orto, cos'è e come si usa", in *Bosco di Ogigia*. Italia: Bosco di Ogigia, 2018.
Disponibile su: <https://www.boscodiogigia.it/orto/grelinette>
50. Guerriero P. "La lunga storia della caffettiera, dai rituali arabi all'iconica moka italiana", in *Elle Decor Italia*. Milano: Hearst Magazines Italia, 2023.
Disponibile su: <https://www.elledecor.com/it/lifestyle/a45653913/caffettiera/>
51. Ethiopian Restaurant. "Ethiopian Coffee Ceremony", in <https://www.google.com/search?q=Ethiopianrestaurant.com> (Web Archive). Addis Abeba/Online: Ethiopian Restaurant, 2014.
Disponibile su: https://web.archive.org/web/20140208053239/http://www.ethiopianrestaurant.com/ethiopian_coffee.html
52. Redazione Mokabar. "L'evoluzione della caffettiera", in *Mokabar Blog*. Torino: Mokabar, 2021.
Disponibile su: <https://www.mokabar.it/caffe/evoluzione-caffettiera/>
53. UNESCO. "Turkish coffee culture and tradition", in *Intangible Cultural Heritage*. Paris: UNESCO, 2013.
Disponibile su: <https://ich.unesco.org/en/RL/turkish-coffee-culture-and-tradition-00645>
54. Redazione Dersut. "L'Ibrik - l'estrazione del caffè alla turca", in *Dersut Blog*. Conegliano: Dersut Caffè, 2020.
Disponibile su: <https://www.dersut.it/blog/librik-caffe-alla-turca>

55. Redazione Costadoro. "La caffettiera Napoletana, un rito dalle antiche origini, non italiane!", in *Costadoro Blog*. Torino: Costadoro, 2021.
Disponibile su: <https://costadoro.it/blog/caffettiera-napoletana-storia-e-origini/>
56. Colombi T. "Gli 80 anni della moka", in *Il Post*. Milano: Il Post, 2013.
Disponibile su: <https://www.ilpost.it/2013/08/21/moka-bialetti-caffe/>
57. Bialetti Story. "Bialetti: la storia della Moka Express", 2026: <https://bialettistory.com/>
58. Zanatta Caffè. "Evoluzione della macchina per il caffè", in *Zanatta Caffè Blog*. Italia: Zanatta Caffè, 2023.
Disponibile su: <https://zanattacaffe.it/evoluzione-della-macchina-per-il-caffe/>
59. Redazione Cellini. "Storia della macchina del caffè espresso: dalle origini ai giorni nostri", in *Coffee Vibes*. Genova: Cellini Caffè, 2024.
Disponibile su: <https://cellinicaffe.com/blogs/coffee-vibes/storia-della-macchina-del-caffe-espresso>
60. Perrino M. "Breve storia della bicicletta: le due ruote dall'invenzione a oggi", in *Geopop*. Milano: Ciaopeople, 2023.
Disponibile su: <https://www.geopop.it/breve-storia-della-bicicletta-le-due-ruote-dallinvenzione-a-oggi/>
61. Lana A. "Le bici dalle origini al futuro: l'evoluzione in dieci modelli", in *Domusweb*. Milano: Editoriale Domus, 2021.
Disponibile su: <https://www.domusweb.it/it/design/gallery/2021/03/26/bici-dalle-origini-al-futuro-levoluzione-in-dieci-modelli--.html>
62. Redazione ECHO. "Bike-powered Appropriate Technology featured in Smithsonian Magazine", in *Echocommunity.org*. Fort Myers: ECHO Inc., 2026.
Disponibile su: <https://www.echocommunity.org/resources/13ec64a-a-e44f-4567-abc6-f18129912dfc>
63. Redazione Braun. "La storia della cura del corpo maschile", in *Braun.it*. Francoforte: Procter & Gamble, 2024.
Disponibile su: <https://it.braun.com/it-it/design-and-craftsmanship/the-history-of-human-grooming>
64. Redazione Gillette. "Evoluzione del rasoio di sicurezza Gillette", in *Gillette.it*. Boston: Procter & Gamble, 2024.
Disponibile su: <https://www.gillette.it/it-it/consigli-per-la-rasatura/consigli-di-rasatura/evoluzione-del-rasoio-di-sicurezza-gillette>
65. Gillette K.C. *Razor*. Patent US775134, USA, 1904.
Disponibile su: <https://patents.google.com/patent/US775134A/en?q=Patent+US775134%2c+USA%2c+1904>
66. Redazione Tassinari Bilance. "Storia ed evoluzione della bilancia", in *Tassinaribilance.it*. Santarcangelo di Romagna: Tassinari Bilance, 2023.
Disponibile su: <https://tassinaribilance.it/storia-ed-evoluzione-della-bilancia/>
67. Redazione Villegiardini. "Il design senza tempo di Marco Zanuso", in *Villegiardini.it*. Milano: Visibilia Editore, 2025.
Disponibile su: <https://www.villegiardini.it/design-marco-zanuso/>
68. Terrailon P. *Weighing balance*. Patent US4039035A, USA, 1976.
Disponibile su: <https://patents.google.com/patent/US4039035A/en?q=US4039035A>
69. Simon T. "Lari", in *ECAL*. Losanna: ECAL, 2022.
Disponibile su: <https://ecal.ch/en/feed/projects/6995/lari/>
70. Rain N. "Great Industrial Design Student Work: A Monomaterial Compliant Mechanism Scale", in *Core77*. New York: Core77, 2022.
Disponibile su: <https://www.core77.com/posts/118726/Great-Industrial-Design-Student-Work-A-Monomaterial-Compliant-Mechanism-Scale>
71. Hemsworth M. "The Conceptual 'Lari' Weighing Scale by Theodore Simon is Minimalist", in *Trend Hunter*. Toronto: Trend Hunter, 2022.
Disponibile su: <https://www.trendhunter.com/trends/lari-weighing-scale>
72. Studio Douze Degrés. "Flare collection", in *Studioudouzedegres.com*. Parigi: Studio Douze Degrés, 2025.
Disponibile su: <https://studioudouzedegres.com/flare>
73. Redazione FrescoForma. "Studio Douze Degrés Flare Collection Seen Through Structure and Light", in *Frescoforma.com*. Miami: FrescoForma, 2025.
Disponibile su: <https://frescoforma.com/studio-douze-degres-flare-collection/>
74. Redazione Designoor. "Flare", in *Designoor.com*. Austin: Designoor, 2025.
Disponibile su: <https://designoor.com/flare-lighting-collection/>
75. Redazione Strumentazione Storica UNIMORE. "Grande lente di Fresnel", in *Strumentazionestorica.unimore.it*. Modena: Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia, 2024.
Disponibile su: <https://www.strumentazionestorica.unimore.it/grande-lente-di-fresnel-2/>
76. PlayWood: <https://www.playwood.it/it/>
77. Redazione Plastix. "PlayWood: lockdown di successo", in *Plastix.it*. Milano: Tecniche Nuove, 2020.
Disponibile su: <https://www.plastix.it/playwood-lockdown-di-successo/>
78. Opsvik P. "Tripp Trapp", in *Opsvik.no*. Oslo: Peter Opsvik AS, 2026.
Disponibile su: <https://www.opsvik.no/works/industrial-design/tripp-trapp>
79. Redazione Junior Magazine. "Best Highchair Design: Junior Design Awards 2025", in *Juniormagazine.co.uk*. Londra: Junior Media Ltd, 2025.
Disponibile su: <https://www.juniormagazine.co.uk/junior-design-awards/best-highchair-design-junior-design-awards-2025/>

80. Redazione Stokke. "Seggiolone Tripp Trapp", in *Stokke.com*. Ålesund: Stokke AS, 2026.
Disponibile su: <https://www.stokke.com/ITA/it-it/seggjoloni/tripp-trapp/1001.html>
81. Del Fico S. "Groundfridge: il frigorifero interrato che funziona senza elettricità", in *Greenme.it*. Roma: GreenMe, 2022.
Disponibile su: <https://www.greenme.it/casa-e-giardino/casa-energia/groundfridge-frigorifero-senza-elettricit/>
82. Redazione Talkoo. "SDGs 12: il Groundfridge, una soluzione altamente ecologica", in *Talkoo.it*. Milano: Talkoo, 2021.
Disponibile su: <https://www.talkoo.it/sdgs-12-il-groundfridge-una-soluzione-altamente-ecologica/>
83. Groundfridge: <https://groundfridge.com/>
84. Redazione Groundfridge. "Groundfridge Product Sheet", in *Groundfridge.com*. Rotterdam: Weltevrete, 2023.
Disponibile su: <https://groundfridge.com/wp-content/uploads/2023/03/Groundfridge-Product-Sheet-EN.pdf>
85. Redazione Red Dot. "Bokashi Organko 2", in *Red-dot.org*. Essen: Red Dot GmbH & Co. KG, 2026.
Disponibile su: <https://www.red-dot.org/project/bokashi-organko-2-37267>
86. Redazione Bokashi Organko. "Bokashi Organko 2", in *Bokashiorganko.com*. Velenje: Skaza, 2026.
Disponibile su: <https://bokashiorganko.com/bokashi-products/bokashi-organko-2>
87. Redazione Bokashi Organko. "User manual - Bokashi Organko 2", in *Bokashior-ganko.com*. Velenje: Skaza, 2026.
Disponibile su: <https://bokashiorganko.com/hubfs/Bokashi%20Academy%20EN/User%20manual%20-%20Bokashi%20Organko%202.pdf?hsLang=en>
88. Fairphone: <https://shop.fairphone.com/about-us>
89. Framework Laptop: <https://frame.work/it/en>
90. Redazione The Design Museum. "Fairphone: a kinder way to call", in *Designmuseum.org*. Londra: The Design Museum, 2026.
Disponibile su: <https://designmuseum.org/discover-design/all-design-objects/fairphone-a-kinder-way-to-call>
91. Redazione Domus. "Fairphone 2", in *Domusweb*. Milano: Editoriale Domus, 2015.
Disponibile su: https://www.domusweb.it/it/notizie/2015/06/30/fairphone_2.html
92. Redazione iF Design. "Framework Laptop", in *Ifdesign*. Hannover: iF International Forum Design GmbH, 2022.
Disponibile su: <https://ifdesign.com/en/winner-ranking/project/framework-laptop/331893>
93. Wootten I. "Developing on the Framework Laptop", in *Ianwootten.co.uk*. Cardiff: Ian Wootten, 2022.
Disponibile su: <https://www.ianwootten.co.uk/2022/08/25/developing-on-the-framework-laptop/>
94. Pucciarelli R. "Framework Laptop è il notebook modulare del futuro", in *Hwupgrade.it*. Milano: Hardware Upgrade, 2021.
Disponibile su: https://www.hwupgrade.it/news/portatili/framework-laptop-e-il-notebook-modulare-del-futuro_95843.html
95. iFixit: <https://www.ifixit.com/en-eu/Store>
96. Redazione Domus. "Il design per la riparabilità", in *Domusweb*. Milano: Editoriale Domus, 2014.
Disponibile su: https://www.domusweb.it/it/notizie/2014/05/15/il_design_per_la_riparabilita.html

Ringraziamenti

Desidero innanzitutto ringraziare il Professor Walter Franco, relatore di questa tesi, per la fiducia accordatami e per aver reso possibile la realizzazione di questo lavoro. Lo ringrazio inoltre per i preziosi insegnamenti e la passione che è riuscito a trasmettere durante i corsi.

Ringrazio i miei genitori e la mia famiglia per il sostegno morale, la pazienza e l'incoraggiamento continuo, senza i quali questo traguardo non sarebbe stato possibile.

Un grazie speciale va ai miei amici e compagni di corso, per aver condiviso con me questo percorso universitario, tra mille progetti e notti, momenti di studio intenso e preziose occasioni di confronto e amicizia.

Infine, ringrazio tutte le persone che, in modo diretto o indiretto, hanno contribuito alla realizzazione di questo lavoro e al raggiungimento di questo obiettivo.



**Politecnico
di Torino**