

A09



Eugenia Chiddo

**Un progetto per l'ambiente**  
**Corso di ECODESIGN**





**Aracne editrice**

[www.aracneeditrice.it](http://www.aracneeditrice.it)  
[info@aracneeditrice.it](mailto:info@aracneeditrice.it)

Copyright © MMXV  
Gioacchino Onorati editore S.r.l. – unipersonale

[www.gioacchinoonoratieditore.it](http://www.gioacchinoonoratieditore.it)  
[info@gioacchinoonoratieditore.it](mailto:info@gioacchinoonoratieditore.it)

via Vittorio Veneto, 20  
00020 Canterano (RM)  
(06) 45551463

ISBN 978-88-255-3732-1

*I diritti di traduzione, di memorizzazione elettronica,  
di riproduzione e di adattamento anche parziale,  
con qualsiasi mezzo, sono riservati per tutti i Paesi.*

*Non sono assolutamente consentite le fotocopie  
senza il permesso scritto dell'Editore.*

I edizione: ottobre 2020

# Indice

## 7 *Presentazione*

## 11 **Capitolo I** **Un progetto per l'Ambiente**

1. Economia, normative e design, 11 – 2. Funzione qualità: requisiti e sviluppo del prodotto industriale, 16 – 3. Il ciclo di vita del prodotto e la metodologia del DFE (Design For Environment): LCD (Life Cycle Design), LCA (Life Cycle Assessment); LCC (Life Cycle Costing), 21 – 3.1. *Ottimizzazione della configurazione del prodotto e del suo sviluppo*, 22 – 3.2. *Scelta di risorse e processi a basso impatto ambientale*, 23

## 29 **Capitolo II** **I linguaggi e le scelte operative**

1. I linguaggi dell'arte: Christo e Jeanne Claude, 30 – 2. Da oggetto rinasce oggetto (ovvero l'estensione della vita delle cose), 33 – 2.1. *Do it Yourself: upcycling*, 35 – 2.2. *Riuso e produzione in serie e artigianale*, 36 – 3. Da materia rinasce materia (ovvero l'estensione della vita dei materiali), 41 – 3.1. *Casi aziendali*, 41 – 3.2. *Metodi, tecnologie di produzione, software*, 42

## 49 **Capitolo III** **Gli strumenti operativi**

1. Materiali e riciclo, 50 – 1.1. *Acciaio*, 51 – 1.2. *Fibre di carbonio*, 53 – 1.3. *Alluminio*, 54 – 1.4. *Vetro*, 55 – 2. Materie Plastiche, 57 – 2.1. *Policarbonato compatto*, 57 – 2.2. *Polimetilmetacrilato (PMMA)*, 58 – 3. Altre materie plastiche da riciclo, 59 – 3.1. *Gomma*, 62 – 4. Ricerca e tecnologie solari, 64

71 **Capitolo IV**  
**Le proposte degli studenti del Corso di Ecodesign  
dell'Accademia di Belle Arti di Bari**

1. Totem informativi per il Castello Svevo di Bari, 72 – 2. Area di sosta per ricarica di veicoli elettrici, 78 – 3. Passerella ecocompatibile, 82 – 4. Totem per la ricarica di veicoli elettrici, 85 – 5. Luminarie solari ecocompatibili, 88 – 6. Area ciclabile illuminata da sistemi ad energia solare, 91 – 7. Totem ecocompatibile spherar, 93 – 8. Palme artificiali illuminate dal sole, 96 – 9. Eco-fiore e copertoni, 97 – 10. Totem bamboo per la ricarica di smartphone, 98

## Presentazione

Questo libro illustra alcune problematiche relative all'Ecodesign affrontando al contempo alcuni temi riguardanti gli strumenti per affrontare consapevolmente la progettazione industriale che, spesso, resta relegata ai margini del quanto mai attuale dibattito ambientale. Questi argomenti hanno caratterizzato il Corso di Ecodesign tenuto durante l'anno accademico 2015 - 2016 presso l'Accademia di Belle Arti di Bari.

Quando utilizziamo il termine Ecodesign facciamo riferimento alla progettazione di prodotti e sistemi finalizzati al rispetto di: Ecosistema - Risorse - Salute Umana. Su queste macro aree impattano le scelte operative del progettista che, tra i requisiti, pone al prodotto o al sistema il soddisfacimento della funzionalità ambientale. A tal proposito potremmo, come si usa dire, "aprire un tavolo" sul tema delle normative e delle politiche ambientali quale strumento di riferimento per il progettista industriale. La storia dell'impegno politico ed economico per l'ambiente è ricca di molte tappe ed episodi ma il risultato, per vari motivi, è sotto gli occhi di tutti e non è lusinghiero.

Al fine di inquadrare il problema della eco-progettazione nel contesto normativo e culturale di riferimento, è stato dedicato uno spazio del corso alla trattazione di alcuni protocolli, convenzioni, accordi adottati per contrastare i devastanti effetti della crescita economica, delle politiche energetiche e del conseguente riscaldamento globale. In funzione di queste considerazioni è stato esplicitato durante il corso il concetto di DFE (*Design For Environment*). Sono stati presentati quindi i suoi strumenti quali LCA (*Life Cycle Assessment*), LCC (*Life Cycle Costing*) e LCD (*Life Cycle Design*) che definiscono in particolare le linee guida da utilizzare per il concept di prodotti e sistemi ecocompatibili. Questi strumenti sono funzionali

ad una valutazione di impatto ambientale che quantifica l'impiego di risorse (energia, materie prime, acqua, aria) e le immissioni nell'ambiente dovute al ciclo di vita di un prodotto, di un sistema o di un sistema di prodotti. Parliamo anche in questo caso, come per altre tecnologie e software, di strumenti di controllo atti a garantire la funzione qualità.

Tuttavia il designer è solo un anello di una catena che interviene sulla qualità dell'ecosistema. Un ruolo fondamentale è affidato alle aziende e alle loro politiche ambientali. Spesso siamo davanti all'impatto negativo della produzione sulla salute umana in riferimento a tutte le fasi che riguardano lo sviluppo del prodotto: dall'approvvigionamento di risorse (come le materie prime), alla produzione, alla distribuzione, all'utilizzo, al consumo e al fine vita.

Purtroppo il contesto produttivo non è sempre in linea con il principio di una "progettazione green" o con quello di "chi inquina paga". E' pratica ormai diffusa (anche a causa della attuale crisi economica) quella di produrre, e conseguentemente di immettere sul mercato, prodotti competitivi a basso prezzo. Troppo spesso questi prodotti non hanno qualità, non rispettano l'ambiente, non sono riferibili a normative di alcun tipo, sono dannosi per i lavoratori che li realizzano in condizioni di assenza di qualsiasi tipo di tutela. Sono prodotti spesso realizzati con polveri, sostanze tossiche in ambienti malsani e in zone altamente inquinate e disagiate. Le aziende che li producono non rispettano qualità, normative, tutele e sicurezza. Talvolta il prodotto viene realizzato da terzisti nelle periferie umane del nostro pianeta e introdotto nei mercati di consumo a prezzi molto competitivi, non presenta caratteristiche di sicurezza per chi li acquista e li usa. Le vernici ed i colori usati in produzione sono tossici, i materiali provengono da discutibili processi di riciclo, talvolta impiegano rifiuti non classificabili se non definendoli cancerogeni, o semplicemente pericolosi. Poche volte questo tipo di prodotto viene dismesso in discariche propriamente dedicate, troppo spesso sono siti non idonei ad ospitarne la dismissione. Da questa "tomba" continuano ad entrare nel ciclo distruttivo con conseguenze sulla nostra salute: entrano nella catena alimentare e rendono tossici i prodotti nutritivi e le acque.

Produzioni non responsabili, aziende che non riciclano adeguatamente, rifiuti dismessi senza rispetto di normative (ove presenti), pro-

dotti realizzati con materiali tossici e tanto altro, sono causa di un processo di degrado ambientale e di pesanti ricadute sulla salute umana.

Ad una altrettanto cattiva progettazione è stata contrapposta e proposta, durante il corso di Ecodesign, una metodologia progettuale già citata e nota come Design for Environment. Questa progettazione sta accompagnando sempre di più l'immagine di alcune produzioni che fanno del consumo eco-responsabile il principale obiettivo competitivo. Sono molte le aziende ed i team di progettisti che, supportando il proprio lavoro con competenze, strumenti, normative e tecnologie avanzate per la progettazione e per la produzione, finalizzano il progetto ed il prodotto ad un basso impatto ambientale.

Il metodo esposto rappresenta una importante scelta operativa del progettista industriale. E' quella che supporta la produzione industriale nell'obiettivo della sua ottimizzazione e della sua ecosostenibilità. E' quella in cui sono contenute le linee guida applicabili a tutti gli altri differenti modi di operare nel dibattito ambientale. Ma non è il solo modo possibile. Durante il corso sono stati proposti altri possibili linguaggi progettuali: dalle installazioni provvisorie di Christo che, con altissima progettualità, interviene sul paesaggio recuperandolo e restituendogli bellezza e suggestione, al riuso artigianale di componenti, al riciclo di materiali, fino all'impiego ed alla ricerca di materiali naturali e biodegradabili. Si tratta di risposte che, tendendo conto del metodo, dei criteri di eco-design, della riciclabilità dei materiali e degli spazi di contestualizzazione del progetto, parlano di tutela dell'ambiente.

Appare quanto mai attuale la necessità di dotarsi di regole e mirare ad un utopico "impatto zero" e, soprattutto, auspicare una operatività consapevole. Sappiamo tuttavia quanto sia difficile, ancora oggi, parlare di energie rinnovabili e pulite o di normative per l'ambiente. Proviamo quindi a colpire nella sensibilità e nella consapevolezza collettiva. Possiamo farlo attraverso un corretto operato cercando di generare nei contesti che tocchiamo, con cui ci confrontiamo, in cui lavoriamo e che desideriamo migliorare, una nuova tendenza all'ascolto "sensibile". Possiamo farlo attraverso il progetto nelle scuole, nelle università, nei centri di ricerca. Sistemi in cui nasce, matura e si trasferisce conoscenza. E la conoscenza è un moltiplicatore dell'economia. L'ambiente è economia.

*Profilo biografico*

Provegno da un settore diverso, quello della ricerca. Ho ricoperto il ruolo di Direttore della Divisione di Design Grafica & Comunicazione del CETMA-ENEA Centro di Progettazione, Design & Tecnologie dei Materiali nella Cittadella della Ricerca di Brindisi.

Lì ho maturato esperienza attraverso attività di ricerca in ambito nazionale ed internazionale. Spesso il mio ruolo mi ha posto davanti a parole quali riciclo, materiali innovativi, tecnologie avanzate, metodologie di progettazione, strumenti per la progettazione, tecnologie di produzione. Questi termini associati tra di loro danno luogo ad una configurazione straordinaria che esprime progresso, conoscenza, qualità, futuro.

La volontà di affiancare a questa intensa attività il trasferimento dei risultati della ricerca, mi ha consentito di partecipare ad eventi, fiere seminari e convegni che hanno promosso innovazione nei sistemi di progettazione e produzione. Sono stati anni molto importanti per la mia formazione professionale, anni in cui ho avuto il piacere di conoscere molti colleghi, ricercatori e docenti, con cui ho condiviso esperienze di insegnamento nell'ambito universitario e dell'alta specializzazione. Gli anni dedicati all'insegnamento nella Facoltà di Architettura "La Sapienza" di Roma, nel corso di laurea di Disegno Industriale, hanno decisamente segnato la mia professionalità ed aumentato il desiderio di impegno nel dibattito ambientale contemporaneo. Ricerca, tecnologia, formazione, trasferimento della conoscenza individuano un sistema che moltiplica l'economia e genera processi di apprendimento collettivo e cumulativo. Attualmente continuo la mia attività di ricerca e di docenza nel campo delle metodologie per la realizzazione di prodotti industriali ecocompatibili.

## Un progetto per l'Ambiente

Tra le cause del degrado ambientale sentiamo spesso citare le attività produttive. Non sono le sole e non sono le più pesanti: guerre e attività illecite, per esempio, incidono in modo drammatico sul sistema ambiente, sugli sviluppi demografici e sulle politiche energetiche.

Nel nostro corso abbiamo trattato essenzialmente delle conseguenze di una produzione non responsabile e del danno causato dall'immissione sul mercato di prodotti non ecocompatibili. Abbiamo circoscritto al settore della progettazione per l'industria l'analisi dell'impatto sull'ambiente. Il disegno industriale, infatti, può contribuire, insieme ad un quadro normativo coerente ed incisivo, alla riduzione degli impatti ambientali di prodotti e sistemi.

A seguito di uno sviluppo incontrollato e incoerente che ha visto l'immissione di grandi quantità di prodotti realizzati con risorse ad esaurimento ed altamente inquinanti, si è sviluppata una politica ambientale che propone il metodo quale base alla progettazione ed industrializzazione di prodotti di qualità.

### **1. Economia, normative e design**

Molti economisti neoclassici, come Arthur Pigou, già nei primi anni del novecento iniziano a porsi il problema delle diseconomie territoriali causate da processi di degrado ambientale, ma è a partire dagli anni cinquanta che inizia a farsi largo il principio del "chi inquina paga" e dei costi sociali della produzione. Negli anni sessanta Baumol e Oates, alla luce della dilagante industrializzazione, proposero di tassare

l'emissione di sostanze inquinanti. Da lì in poi la letteratura si arricchisce di contributi teorici volti alla riduzione delle diseconomie dovute alle attività produttive. Non poco importante, al fine del proliferare di questi studi, è stato il crescente problema del riscaldamento globale.

Questo è dovuto alle emissioni di gas serra, e registra i primi preoccupanti segnali intorno alla metà del xx secolo quando, ad un forte incremento della produzione industriale e della crescita economica, non si accompagna un altrettanto forte segnale nel campo delle politiche ambientali.

Facciamo riferimento a questo periodo perché è in questa fase della storia dell'industria che si assiste ad un eccezionale fenomeno di urbanizzazione dovuto al sorgere di grandi nuclei industriali. Una politica urbanistica non idonea a registrare questo cambiamento, strumenti normativi assenti e la nascente politica consumista provocheranno, in questi anni, un irreversibile processo di degrado ambientale e sociale.

Le attività produttive contribuiranno a questo processo attraverso un consumo incontrollato di materie prime e risorse e l'immissione / dismissione di grandi quantità di prodotti derivati dall'uso del petrolio. In Europa e Nord America, già alla fine degli anni cinquanta, prendono forma correnti ambientaliste. Le nuove politiche economiche riducono le disponibilità di risorse naturali e peggiorano la qualità ambientale attraverso gli agenti inquinanti che incidono su aria, acqua, suolo.

L'impiego di materie plastiche, in questi anni, è largamente esteso alla produzione di oggetti per uso domestico e non solo. Questi oggetti vengono realizzati con processi di stampaggio per iniezione, per estrusione ed in molti altri modi e attraverso molteplici e nuove tecnologie. La nuova produzione di artefatti industriali realizzati in grande serie è caratterizzata dal design che introduce al concetto di valore aggiunto al prodotto in termini di estetica e funzionalità. Il consumismo e il concetto dell'usa e getta, che connotano questi anni del boom economico, non sembrano risentire dei movimenti ambientalisti che già manifestano le loro enormi perplessità sui concetti di progresso economico e sociale. Uno sguardo alla storia del design industriale potrà meglio farci intendere come sono andate le cose in questi anni.

Già negli anni venti, sia in Europa sia negli Stati Uniti, assistiamo ad un vasto impiego delle materie plastiche nella produzione industriale di oggetti. Questi derivati chimici vengono prodotti attraverso le tecnologie specifiche che in questi anni sono in fase di sviluppo. Formaldeide, resine ed altri materiali sintetici iniziano ad invadere il mercato. Parallelamente si conduce la ricerca sui processi industriali di fabbricazione. A conferma di quanto detto nel '34 viene alla luce la rivista "Materie Plastiche" che diventa un riferimento per quanto riguarda la creazione, manifattura, industrializzazione ed impiego di materiali plastici. Costo basso, produzione in serie, versatilità nella realizzazione delle forme e dei colori fanno sì che i nuovi materiali inizino a sostituire, anche per il gradimento estetico espresso dal mondo del consumo, i vecchi materiali. Vengono così realizzati prodotti ad uso tecnico come le cassette porta contatori in resina fenol-formaldeide (prodotta dalla Società Adda per la Edison nel 1934) o gli apparecchi telefonici. Sono prodotti caratterizzati da resistenza all'usura, dal basso costo, dalla precisione, dall'intercambiabilità dei componenti e dalla possibile caratterizzazione cromatica. La produzione di oggetti in plastica si estenderà anche ad altri settori del consumo: dai giocattoli alle penne, dai bottoni ai componenti per calzature e per l'arredo (come piani per tavoli in laminato), dimostrando un nuovo gradimento estetico per i nuovi materiali. Purtroppo queste peculiarità, che al tempo apparvero molto convincenti e preziose, oggi sono individuate come foriere di grandi problemi. I prodotti realizzati in materiale plastico invaderanno negli anni il mercato provocando un elevato impatto sull'ambiente e sulle risorse non rinnovabili. Già nei primi anni '40 la produzione di oggetti passa dalla piccola alla grande serie, lo stampaggio di questo materiale da parte dell'industria si perfeziona e la plastica diventa una grande protagonista del panorama italiano. Il travolgente fenomeno "plastica" vede il suo apice negli anni cinquanta e sessanta.

E' infatti negli anni sessanta, epoca del boom economico, che i designer progettano oggetti in plastica dai colori accesi e talvolta dalle linee bombate (come per gli elettrodomestici).

Il mercato viene invaso da prodotti di massa (è di questi anni la produzione della famosa bacinella di moplen tanto pubblicizzata dalla TV).



**Figura 1.** Fermo immagine. Pubblicità televisiva prodotti MOPLEN.  
Fonte: DVD Carosello 3. 1971-1977. Materiali: Rai Radiotelevisione Italiana

Gli oggetti sono stampati in differenti tipologie di plastiche come il polivinilcloruro (PVC) ed il polimetilmetacrilato (PMMA). Il nuovo materiale è versatile, plasmabile, “bello”, resistente anche agli agenti atmosferici (purtroppo, diremmo oggi) ed economico: ottimo per realizzare anche oggetti di arredo come sedie, poltrone e tanto altro.

Bisognerà aspettare gli anni settanta per vedere, al fianco di una produzione di oggetti realizzati in materiale plastico, anche componenti in legno, acciaio, vetro e pelle. In questi anni infatti assistiamo a movimenti che si indirizzano contro i consumi di massa.

L'ambiente diventa una priorità rispetto alla crescita economica

ed alle diseconomie che questa produce. Produzione e tecnologia da una parte ed ecologia e ambiente dall'altra. Possiamo dire, in linea con i principi di eco-design, che così può non essere: oggi la tecnologia, come vedremo successivamente, può supportare processi per la riduzione degli impatti sull'ecosistema.

Ma quali sono in questi anni le politiche riferite alla tutela ambientale? Fino alla fine degli anni cinquanta, in Europa, le politiche erano state principalmente occupate dalle tematiche relative alla produzione agricola e industriale. Ma è in particolare attraverso alcuni momenti significativi come l'Earth Day del 22 aprile del 1970 o la Conferenza di Stoccolma del 1972 (occasione per promuovere il Programma delle Nazioni Unite per l'Ambiente (UNEP – United Nations Environment Programme) che l'ambientalismo si manifesta come fenomeno di massa negli Stati Uniti e investe anche il tessuto sociale europeo. Nel 1992 a Rio de Janeiro, si tiene il Summit della Terra e viene prodotto una Convenzione sui cambiamenti climatici.

Le politiche in materia ambientale, con particolare a riguardo al tema del surriscaldamento globale, dell'effetto serra e dei cambiamenti climatici, trovano un fondamentale strumento nel Trattato di Kyoto. L'occasione per discutere e trovare accordi a livello internazionale è la Conferenza delle Parti "COP3" della Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici (UNFCCC). Il protocollo viene sottoscritto l'11 dicembre 1997, nella città giapponese di Kyoto e affronta il tema delle emissioni ed del loro impatto sul sistema ambiente e propone la riduzione delle emissioni di gas serra anidride carbonica (Biossido di carbonio – CO<sub>2</sub>) – Metano (CH<sub>4</sub>) – Ossido di azoto (N<sub>2</sub>O) – Idrofluorocarburi (HFC) – Perfluorocarburi (PFC) – Esafluoro di zolfo (SF<sub>6</sub>), la tutela di boschi, foreste, e terreni, lo sviluppo di energie pulite. Entrerà in vigore solo nel febbraio del 2005. Il programma del taglio alle emissioni, contenuto nel trattato, risulta attualmente prorogato fino al 2020.

Perché il Protocollo diventi obbligatorio a livello internazionale deve contare sull'adesione di cinquantacinque Paesi e attualmente molti non vi hanno aderito o non hanno rispettato le priorità e le linee guida indicate dal trattato di Kyoto. Purtroppo il protocollo non ha previsto sanzioni per il mancato adempimento agli accordi adottati, né una organizzazione delle istituzioni dedicate al rispetto

ed al funzionamento dei principi formulati dal protocollo. Diciamo che attualmente in molti casi le convenzioni non sempre trovano una responsabile applicazione.

A supporto delle politiche per l'ambiente lo strumento normativo si configura di fondamentale importanza. In Europa assistiamo alla realizzazione di programmi statali e regionali ed a leggi finalizzate alla tutela delle risorse naturali ed alla dismissione dei rifiuti. Già dalla metà degli anni settanta quindi, in Europa, la politica ambientale diventa una attività a livello comunitario e sostituisce le singole politiche statali.

Da questi incontri inizia a prendere forma la necessità di gestire produzione, risorse, ecosistema e rifiuti attraverso nuovi strumenti legislativi. La scarsa attenzione al sistema ambiente comincia a generare problemi come quello della povertà in quelle aree del globo in cui i cambiamenti climatici, dovuti ad un processo di sviluppo non equilibrato ed a disastri e guerre, hanno alterato il sistema della produzione agricola fonte di economia e sviluppo.

In questi contesti il progetto industriale inizia ad assumere un atteggiamento "responsabile". La necessità di indirizzare la produzione verso un design sostenibile conduce alla definizione dei requisiti da rispettare in fase di sviluppo prodotto: non più solo prestazioni tecniche ed ergonomiche, ma anche prestazioni ambientali da ottenersi attraverso l'adozione di criteri progettuali volti alla riduzione degli impatti sull'ambiente di sistemi e prodotti in sinergia con politiche per la produzione di energia.

## **2. Funzione qualità: requisiti e sviluppo del prodotto industriale**

La funzione qualità relativa allo sviluppo del prodotto industriale prevede il rispetto del requisito della fattibilità tecnica in riferimento alle tecnologie di produzione, ai materiali impiegati, alle risorse disponibili; prevede anche il rispetto del requisito ergonomico in riferimento alla rispondenza a parametri antropometrici e psicologici, nonché estetici dell'essere umano.

Alla luce di quanto fino ad ora esposto, possiamo però affermare che la qualità è un principio base per la progettazione che non può più prescindere anche dal requisito ambientale. Questi vincoli entra-

no a far parte degli input da considerare in fase di progettazione, che non riguarda più il solo prodotto ma interi sistemi. Vedremo, grazie anche al supporto delle nuove tecnologie, che l'iter progettuale si smaterializza con conseguente riduzione di risorse impiegate durante le fasi di sviluppo prodotto. Come anticipato, la tecnologia si propone in soccorso dell'ambiente insieme ai nuovi materiali riciclati, bio e naturali, ed alle specializzazioni professionali. Contribuisce inoltre alla creazione di un sistema indirizzato allo sviluppo sostenibile. Più avanti parleremo di principi di eco design e, in relazione a questi, possiamo già dire che il secondo punto di queste linee guida, fa proprio riferimento alla minimizzazione del consumo di risorse nello sviluppo, nella distribuzione, nella dismissione di prodotti.

Una notevole riduzione di energia si ottiene, difatti, nella fase di sviluppo prodotto, grazie all'impiego di strumenti informatici a supporto della progettazione. Automaticamente questo principio conduce alla riduzione dei tempi ed al miglioramento della qualità del prodotto industriale che, già in fase di progettazione, viene sottoposto ad una serie di verifiche che precedono la fase di produzione. L'uso di strumenti informatici permette di ottimizzare in realtà virtuale prodotto e processo, simulando modelli, stati tensionali, mappe di tensioni di ritiro negli stampi, valutazioni di impatto ambientale sull'intero ciclo di vita del prodotto.

Tali verifiche sono possibili grazie all'impiego di tecnologie avanzate quali, per esempio, software dedicati, macchine fabbricatrici e sistemi per la realtà virtuale.

Attraverso un diagramma di flusso è possibile visualizzare gli input forniti all'iter progettuale, i *feed back*, gli strumenti utili alle conferme per le scelte effettuate, la struttura d'insieme del percorso che conduce alla realizzazione di prodotti/sistemi innovativi. Il diagramma di flusso vede, successivamente alla fase di concept design (per cui sono input anche i riferimenti normativi e le metodologie di ecodesign), la fase di modellazione CAD (*Computer Aided Design*). I software consentono la realizzazione di modelli parametrici in cui è possibile modificare le geometrie. «La parametrizzazione avviene anche in funzione degli output provenienti dalla fase successiva quella della analisi/ottimizzazione strutturale ovvero analisi mediante codici di calcolo FEM - *Finite Element Method* – per la simulazio-

ne del comportamento meccanico del materiale per differenti condizioni di carico [...]. La procedura di calcolo del *design optimization* prevede l'effettuazione di simulazioni parametriche aventi come obiettivo l'ottimizzazione di alcune variabili, quali spessori, rigidità, che determinano il comportamento strutturale del componente. Un discorso a parte merita certamente lo studio del comportamento a crash dei materiali e componenti. Le attività di sperimentazione a crash, con prototipi di dimensioni reali, hanno il pesante vincolo del costo che permette solo dei test molto limitati, soprattutto nei settori navali, aeronautico e dei trasporti su rotaia. Le prove a scala ridotta su modelli di mezzi di trasporto aiutano solo in parte il progettista, mentre l'utilizzo di software agli elementi finiti consente, per esempio, di simulare differenti geometrie di architetture del mezzo e differenti scenari di impatto». I sistemi CAE (*Computer Aided Engineering*) diventano l'interfaccia funzionale per i successivi processi di trasformazione: prototipazione rapida, produzione di stampi, produzione automatica. Tecnologie di Rapid Prototyping forniscono risposte progettuali in termini concettuali e tecnici, allo sviluppo di prodotti industriali per settori differenti come quello Elettronico, Biomedico, Aerospaziale, Automobilistico. Partendo da modelli virtuali è possibile, attraverso queste tecnologie, costruire automaticamente modelli fisici in scala o di dimensioni reali. Gli strumenti di controllo per le verifiche sono funzionali alla realizzazione di modifiche da apportare, in corso d'opera, al concept iniziale del prodotto/sistema. L'uso di queste tecnologie permette, come visto, il miglioramento della qualità per i componenti; ciò è particolarmente vero per alcuni settori, come quello dei trasporti, dove è forte la richiesta di soluzioni innovative insieme ad un minor impatto ambientale e di professionalità altamente specializzate capaci di interpretarne le esigenze. Abbiamo visto che durante la fase di ingegnerizzazione, la creazione del modello CAD (*Computer Aided Design*) è funzionale all'analisi strutturale FEM (*Finite Element Method*) e che, attraverso la fase di postprocessing, si evidenzia lo stato tensionale e deformativo dell'oggetto. Infine la simulazione del processo tecnologico consente di avere informazioni preliminari sul comportamento del materiale in fase di produzione. Una valutazione di LCA (*Life Cycle Assessment*) relativa all'impatto ambientale del prodotto,

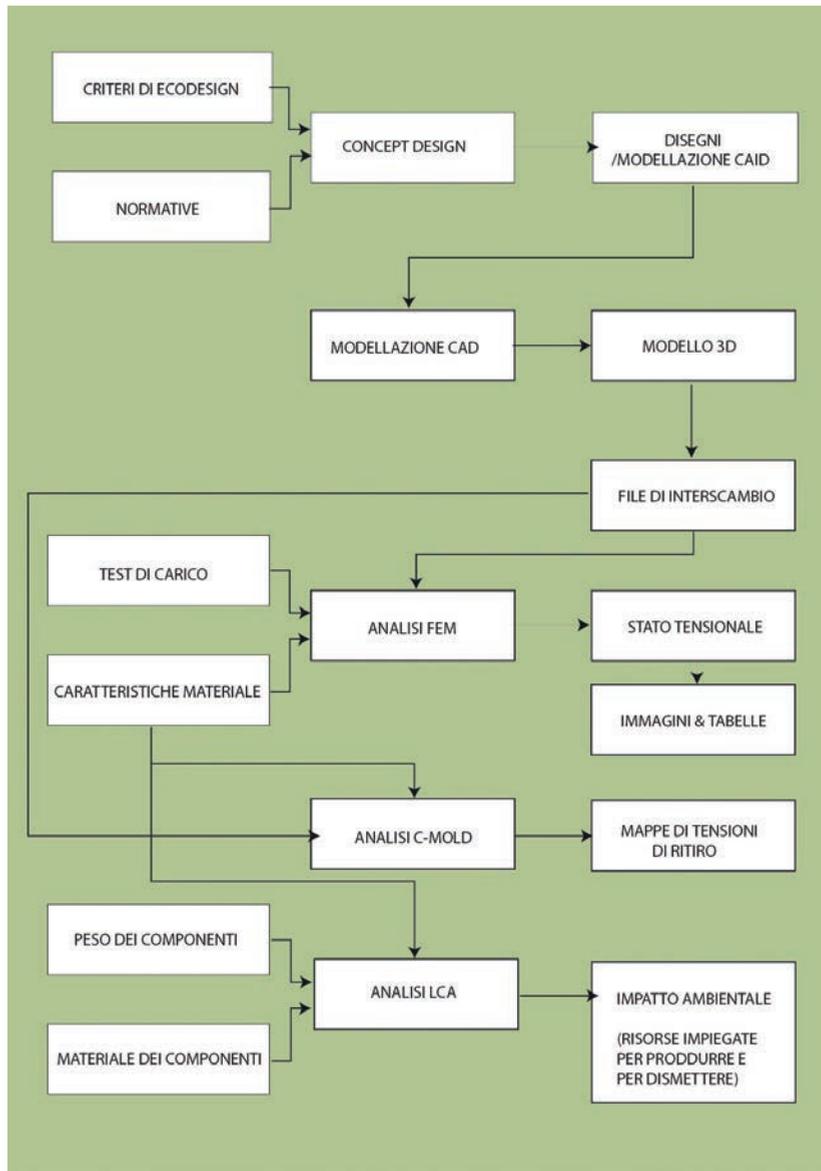
permette di ottenere un bilancio relativamente ai parametri analizzati: ecosistema, salute, risorse. La necessità di ridurre l'impatto ambientale dei prodotti e quindi l'impiego di risorse in fase di sviluppo prodotto, di produzione, di distribuzione, di consumo e di smaltimento, richiede la definizione di strategie di LCD (*Life Cycle Design*) e di DFE (*Design For Environment*). Il nostro diagramma si conclude con gli output dati dai grafici forniti dal software per la valutazione di impatto ambientale e, in funzione di questo feedback, sarà possibile ancora una volta, ottimizzare i parametri dei componenti.

Al fine di valutazioni d'insieme e di verifiche delle funzionalità ergonomiche rispetto a differenti tipologie di utenza anche in risposta a principi di UCD (*User Centered Design*) e HCI (*Human-Computer Interaction*), vengono impiegati sistemi immersivi di ausilio alla progettazione. Riguardo alle linee guida per la riprogettazione finalizzata al comfort ergonomico sono da considerare, quali strumenti di ausilio alla progettazione e nel rispetto del requisito dei bisogni primari (in riferimento alla sfera della comunicazione, del movimento, della fisicità), i sistemi connotati come "dispositivi aptici" per le verifiche in ambiente simulato.

La produzione viene ottimizzata a monte con conseguente miglioramento delle prestazioni tecniche, ergonomiche ed ambientali.

I vantaggi competitivi che possono derivare da questa offerta di competenze/metodologie/tecnologie sono da rintracciarsi in:

- Riduzione dei Tempi di Sviluppo Prodotto
- Elevata Qualità di Prodotti/Servizi
- Riduzione dei Costi delle attività di Progettazione
- Riduzione degli Impatti Ambientali nello Sviluppo di Prodotti/Servizi



**Figura 2.** Diagramma della metodologia di progettazione integrata da tecnologie (E. Chiddo, CETMA<sup>1</sup> – Centro di Progettazione Design & Tecnologie dei Materiali)Focus.

1. *Il CETMA e l'analisi strutturale. INTERAZIONE, Bollettino di Informazione Aziendale, giugno 2003, CETMA Centro di Progettazione Design & Tecnologie dei Materiali- Brindisi.*