

La misurazione delle performance di circolarità

Dr. Alessio Novi, Istituto di Management, Scuola Superiore Sant'Anna



Agenda:

- Introduzione alla misurazione della circolarità: perché, cosa, come misurare
- Lo strumento della Scuola Superiore Sant'Anna per la misurazione della circolarità a livello aziendale

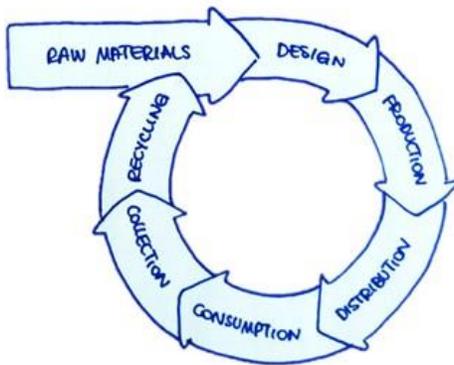


Un'economia circolare

- L'abbondanza e il basso costo delle risorse naturali ha portato il sistema economico ad un modello lineare (take-make-dispose):



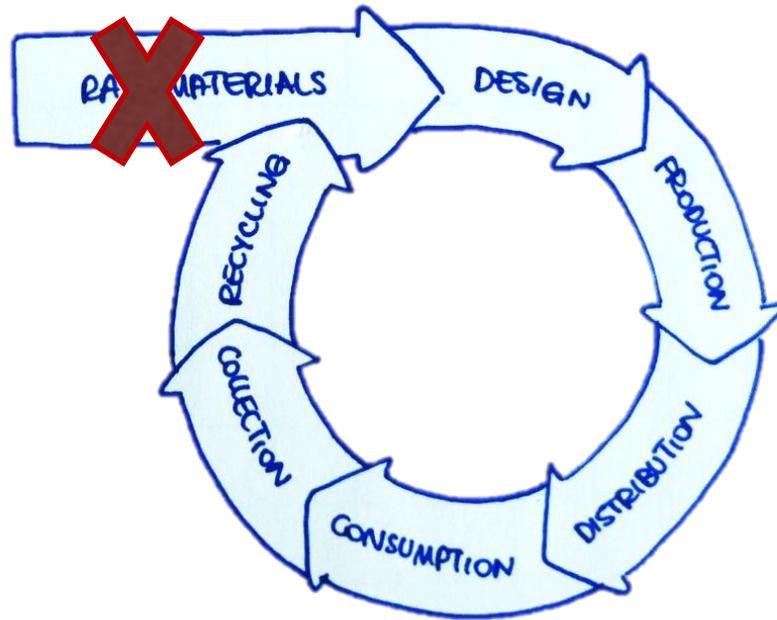
- Mentre la natura e le politiche ambientali mirano ad un “cerchio perfetto”:



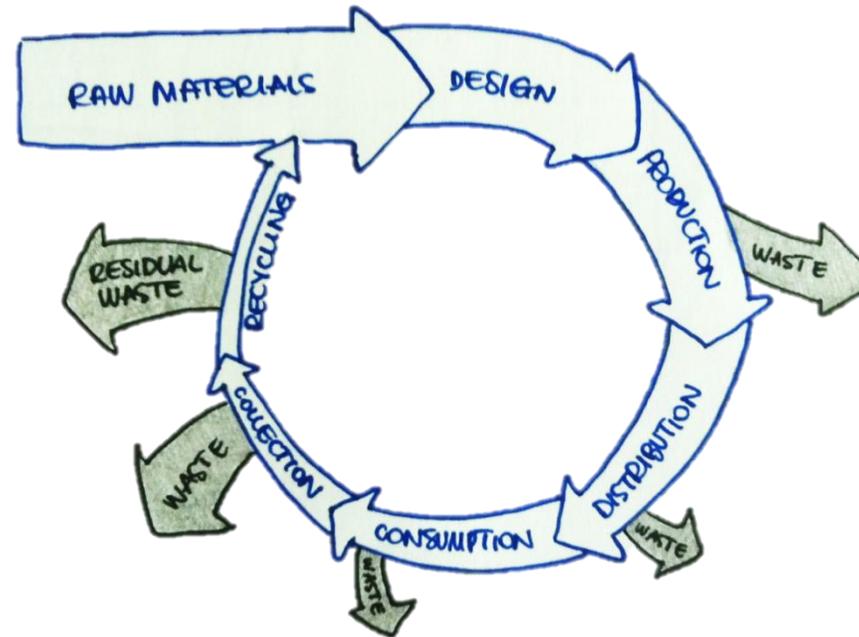
Necessità di slegare la crescita economica dall'uso delle risorse



Un'economia circolare



Modello circolare
Come dovrebbe essere

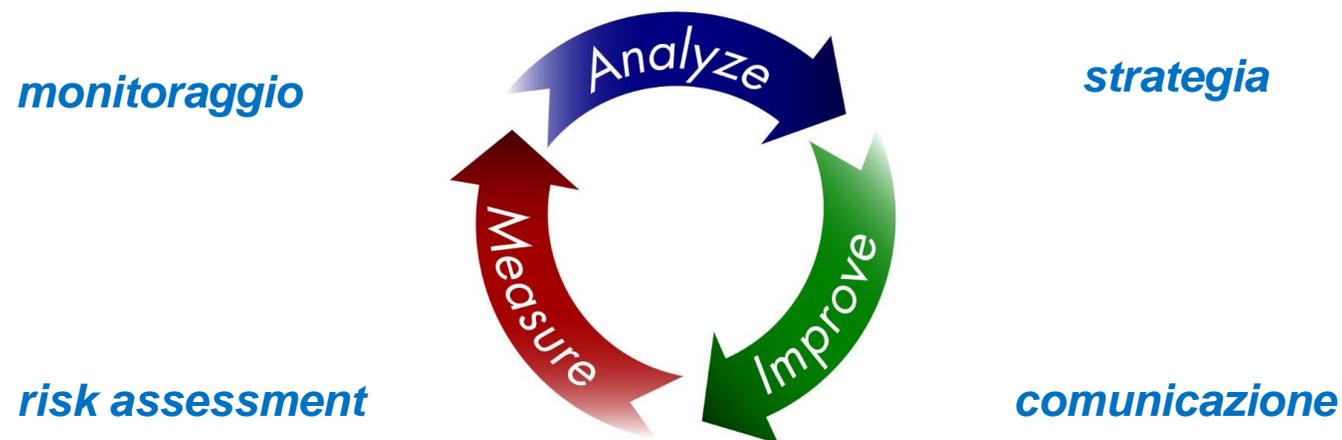


Modello circolare
Come attualmente è



Perché misurare la circolarità

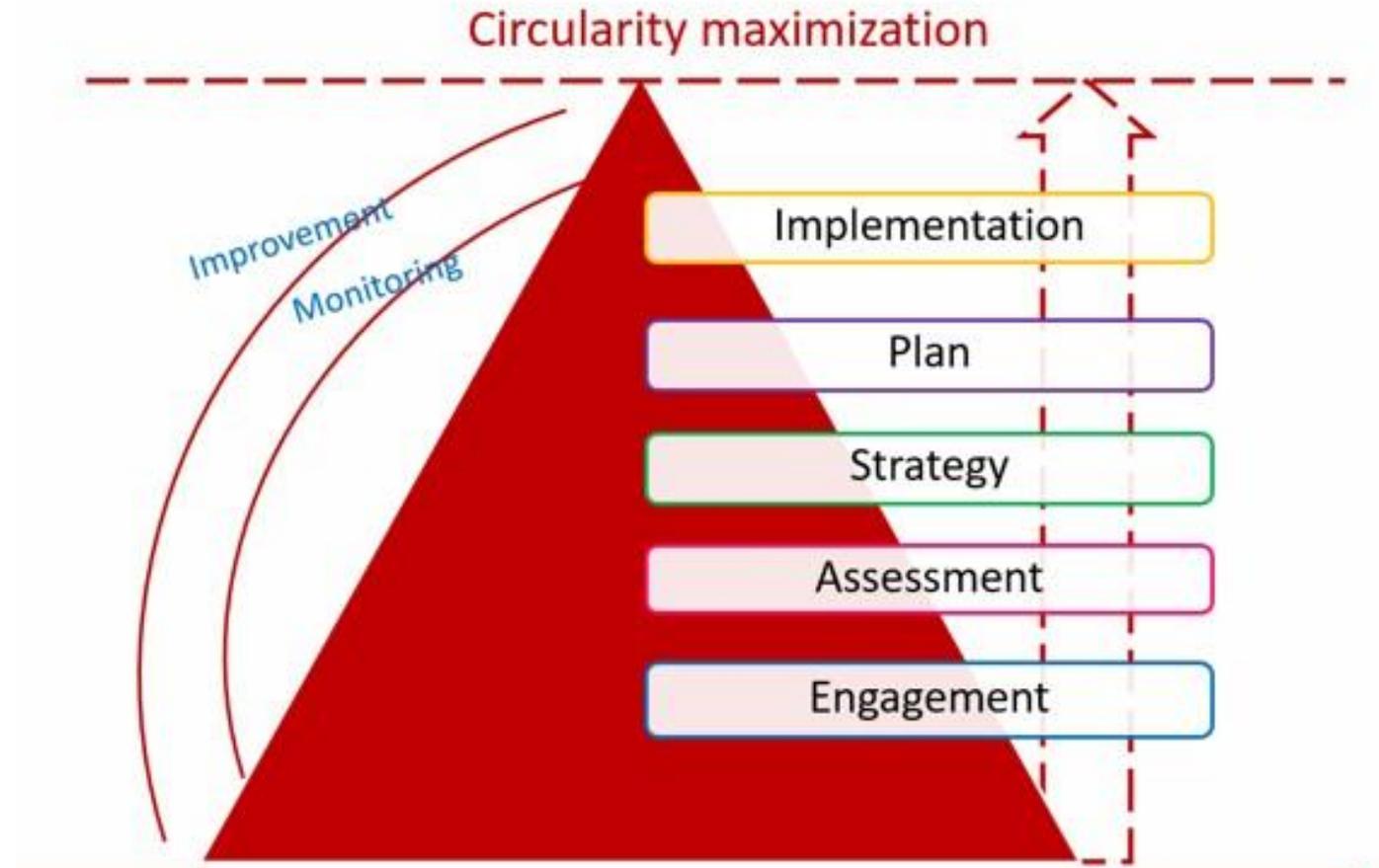
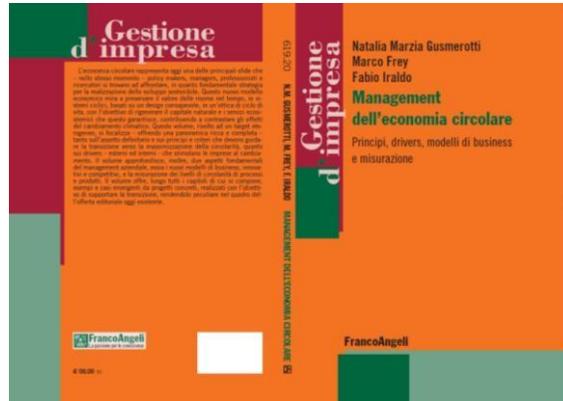
La misurazione della circolarità rappresenta un requisito imprescindibile per l'attuazione del percorso di transizione da un modello economico *take-make-dispose* verso un modello avente come paradigma di riferimento quello dell'economia circolare.



Si fonda sul monitoraggio di aspetti fisici, economici e sociali dei sistemi di volta in volta presi ad esame **al fine di acquisire informazioni utili a identificare gli ambiti di miglioramento e stabilire nuove priorità**. E' quindi uno strumento di supporto per le decisioni aziendali.



Perché misurare la circolarità



Opportunità: spinta verso l'eco-Innovazione che crea competitività

Ponendosi in una prospettiva manageriale già da molti anni l'inquinamento è visto come uno **spreco economico** ed un inefficiente uso delle risorse...

*L'inquinamento è una forma di spreco economico, che implica **l'utilizzo non necessario, inefficiente o incompleto di risorse**. Spesso le **emissioni sono un segnale di inefficienza**, e impongono a un'organizzazione il compimento di **attività che non generano valore**, quali la gestione, lo stoccaggio e lo smaltimento dei rifiuti prodotti.*

*Alla base di sforzi di **riduzione degli sprechi** e di massimizzazione del profitto vi sono alcuni **principi comuni**, quali l'uso efficiente degli input, la sostituzione dei materiali, e la minimizzazione delle attività non necessarie.*

Michael R. Porter, 1995



Vantaggi e opportunità per le aziende

- Supportare azioni di **innovazione di prodotto (e di processo)**: favorire la durabilità, la riciclabilità a fine vita , valutare processi di certificazione ambientale di prodotto
- azioni di **efficientamento**: razionalizzazione della catena di fornitura, riduzione dei costi
- **miglioramento delle performances ambientali**: riduzione degli impatti complessivi e transizione da rifiuto a risorsa con possibili percorsi di riutilizzo dei sottoprodotti
- azioni di **marketing**: aumentare la compatibilità ambientale di prodotti e processi e comunicare la propria «circularità», anticipando i concorrenti e rispondendo alle aspettative dei clienti → rischio green washing se la comunicazione non è supportata da metodologia robusta.



Quadro di monitoraggio europeo dell'economia circolare

1 Autosufficienza dell'UE riguardo alle materie prime

La percentuale di una serie di materie principali (comprese le materie prime essenziali) utilizzate nell'UE e prodotte al suo interno

2 Appalti pubblici verdi

La percentuale di grandi appalti pubblici nell'UE che prevedono requisiti ambientali

3a-c Produzione di rifiuti

La produzione di rifiuti urbani pro capite; la produzione totale di rifiuti (esclusi i rifiuti minerali più importanti) per unità di PIL e in relazione al consumo interno di materie

4 Rifiuti alimentari

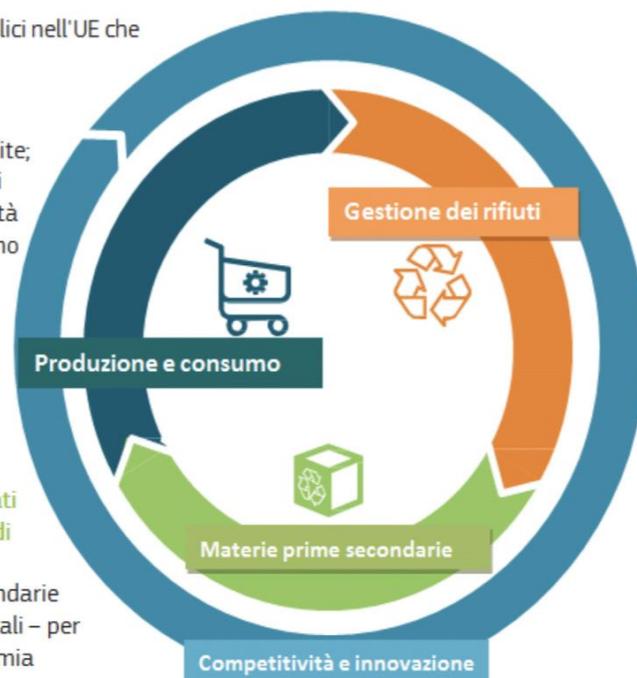
Produzione di rifiuti alimentari

7a-b Contributo dei materiali riciclati al soddisfacimento della domanda di materie prime

La percentuale di materie prime secondarie nella domanda complessiva di materiali – per materiali specifici e per l'intera economia

8 Commercio di materie prime riciclabili

Importazioni ed esportazioni di determinate materie prime riciclabili



5a-b Tassi di riciclaggio complessivi

Il tasso di riciclaggio dei rifiuti urbani e di tutti i rifiuti, ad eccezione dei rifiuti minerali più importanti

6a-f Tassi di riciclaggio per flussi di rifiuti specifici

Il tasso di riciclaggio del totale dei rifiuti di imballaggio, degli imballaggi di plastica, degli imballaggi di legno, dei rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche, rifiuti organici pro capite e tasso di recupero dei rifiuti da costruzione e demolizione

9a-c Investimenti privati, occupazione e valore aggiunto lordo

Investimenti privati, numero di persone occupate e valore aggiunto lordo nei settori dell'economia circolare

10 Brevetti

Numero di brevetti correlati alla gestione e al riciclaggio dei rifiuti

La Commissione aggiognerà inoltre il quadro di monitoraggio dell'economia circolare. I nuovi indicatori terranno conto degli aspetti specifici del piano d'azione dell'economia circolare e delle interconnessioni tra circolarità, neutralità climatica e l'obiettivo "inquinamento zero".



L'obiettivo rimane «disaccoppiare la crescita economica dall'utilizzo delle risorse»



La normazione internazionale

The screenshot shows the ISO website interface. At the top right, there is a navigation bar with links for 'Standards', 'About us', 'News', 'Taking part' (highlighted in red), and 'Store'. The ISO logo is on the left. Below it, a red box contains 'TC'. The main heading is 'STANDARDS BY ISO/TC 323' in large blue letters, with 'Circular economy' below it. A yellow box on the right says 'ENTRO IL 2023'. A filter section shows 'Standards under development' selected. Below is a table of standards.

STANDARD AND/OR PROJECT UNDER THE DIRECT RESPONSIBILITY OF ISO/TC 323 SECRETARIAT (4) ↓	STAGE	ICS
ISO/WD 59004 Circular economy — Framework and principles for implementation	20.60	
ISO/WD 59010 Circular economy — Guidelines on business models and value chains	20.60	
ISO/WD 59020.2 Circular economy — Measuring circularity framework	20.60	
ISO/CD TR 59031 Circular economy – Performance-based approach – Analysis of cases studies	30.00	



La normazione nazionale

Misurazione della circolarità: la UNI/TS 11820 in dirittura d'arrivo

Lunedì, 21 Febbraio 2022

Il Gruppo di lavoro 3 “**Misurazione della circolarità**” della **Commissione UNI “Economia Circolare”** ha terminato i lavori sulla futura specifica tecnica **UNI/TS 11820** “Misurazione della circolarità - Metodi ed indicatori per la misurazione dei processi circolari nelle organizzazioni”.

Dopo una fase di applicazione sperimentale svolta tra ottobre e novembre del 2021, durante la quale sono stati raccolti diversi *feedback* dalle organizzazioni che hanno applicato il metodo di misurazione, il gruppo di lavoro ha ultimato i lavori sul documento, che contiene **81 indicatori di circolarità** ed un *assessment* rivolto alle organizzazioni di prodotti e di servizi.

La specifica tecnica è ufficialmente entrata nella fase di **Inchiesta Pubblica Finale** (vd. [news di dettaglio](#)), durante la quale qualsiasi soggetto potrà visualizzare il documento, proponendo le proprie osservazioni puntuali.

L'inchiesta **terminerà il 20 aprile**, dopodiché il gruppo di lavoro si riunirà per rispondere ai commenti pervenuti e per ultimare il documento che sarà in seguito disponibile nel catalogo UNI.

La specifica tecnica, attualmente pensata per essere certificabile come *claim*, è stata inserita nell'attuale versione della **strategia italiana per l'economia circolare** (ovvero la riforma 1.1 della missione 2, componente 1 “Economia circolare e agricoltura sostenibile” del **PNRR**) ed è stata proposta anche a livello internazionale come base per la redazione della **ISO 59020** “Circular economy — Measuring circularity framework”, sviluppata dal comitato tecnico **ISO/TC 323**.



Per informazioni: normazione@uni.com



La rilevanza del tema anche in ambito accademico

Uno studio del 2016 sottolinea che sono ancora poche le ricerche sul tema degli indicatori e della valutazione delle strategie di massimizzazione della circolarità, nonostante l'importanza indiscutibile degli strumenti di valutazione e monitoraggio.

10 studi su 155 analizzati si occupano della misurazione della EC

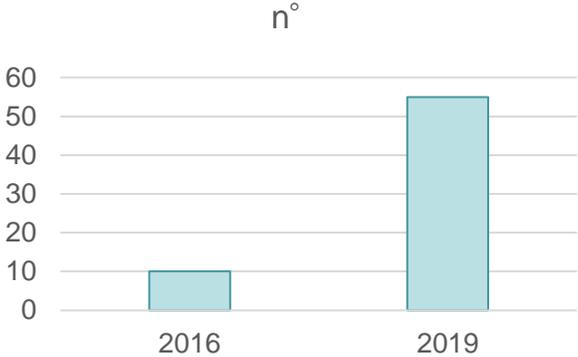


Table A.1 – List, acronyms and sources of the 55 C-indicators reviewed in the proposed taxonomy

Acronyms	C-Indicators	Sources (authors and year)
ACT	Assessing Circular Trade-offs (ACT)	Circle Economy and PGGM, 2014
BCI	Building Circularity Indicators (BCI)	Verberne, 2016
C2C	Material Reutilization Part (C2C)	C2C, 2014
CA	Circle Assessment (CA)	Circle Economy and PGGM, 2014
CAT	Circularity Assessment Tool (CAT)	PGGM, 2015
CBT	Circular Benefits Tool (CBT)	Advancing Sustainability LLP, 2013
CC	Circularity Calculator (CC)	ResCoM, 2017
CECAC	Circular Economy Company Assessment Criteria (CECAC)	VBDO, 2015
CEI	Circular Economy Index (CEI)	Di Maio and Rem, 2015
CEII	Circular Economy Indicators for India (CEII)	Talwar, 2017
CEIP	Circular Economy Indicator Prototype (CEIP)	Cayzer et al. 2017
CEMF	Circular Economy Monitoring Framework (CEMF)	European Commission, 2017
CEPI	Circular Economy Performance Indicator (CEPI)	Huysman et al. 2017
CET	Circular Economy Toolkit (CET)	Evans and Boeken, 2013
CETUS	Circular Economy Toolbox US (CETUS)	US Chamber Foundation, 2017
CEV	Circular Economic Value (CEV)	Fogarassy et al. 2017
CJ	Circularity Index (CJ)	Cullen, 2017
CIPEU	Circular Impacts Project EU (CIPEU)	European Commission, 2016
CIRC	Circularity Material Cycles (CIRC)	Pauliuk et al. 2017
CLC	Closed Loop Calculator (CLC)	Kingfisher, 2014
CP	Circular Pathfinder (CP)	ResCoM, 2017
CPI	Circularity Potential Indicator (CPI)	Saidani et al. 2017
DEA	Super-efficiency Data Envelopment Analysis Model (DEA)	Wu et al. 2014
ECEDC	Evaluation of CE Development in Cities (ECEDC)	Li et al. 2010
EISCE	Evaluation Indicator System of Circular Economy (EISCE)	Zhou et al. 2013
EMCEE	Indicators for Material input for CE in Europe (EMCEE)	EEA, 2016
EoL-RRs	End-of-Life Recycling Rates (EoL-RRs)	Graedel et al. 2011
EPICE	Environmental Protection Indicators (EPICE) in a context of CE	Su et al. 2013
ERCE	Evaluation of Regional Circular Economy (ERCE)	Chun-Rong and Jun, 2011
EVR	Eco-efficient Value Ratio (EVR)	Scheepens et al. 2016
EWMFA	Economy-Wide Material Flow Analysis (EWMFA)	Haas et al. 2015
FCIM	Five Category Index Method (FCIM)	Li and Su, 2012
HLCAM	Hybrid LCA Model (HLCAM)	Genovese et al. 2017
ICCEE	Indicators for Consumption for CE in Europe (ICCEE)	EEA, 2016
ICT	Circularity Indicator Project (ICT)	Viktorija Swedish ICT, 2015
IECEE	Indicators for Eco-design for CE in Europe (IECEE)	EEA, 2016
IECF	Indicators of Economic Circularity in France (IECF)	Magnier, 2017
IEDCE	Integrative Evaluation on the Development of CE (IEDCE)	Qing et al. 2011
IOBS	Input-Output Balance Sheet (IOBS)	Marco Capellini, 2017
IPCEE	Indicators for Production for CE in Europe (IPCEE)	EEA, 2016
IPCEIS	Industrial Park Circular Economy Indicator System (IPCEIS)	Geng et al. 2012
MCI	Material Circularity Indicator (MCI)	EMF, 2015
MRCCEI	Measuring Regional CE-Eco-Innovation (MRCCEI)	Smol et al. 2017
NCEIS	National Circular Economy Indicator System (NCEIS)	Geng et al. 2012
PCM	Product-Level Circularity Metric (PCM)	Linder et al. 2017
RCEDI	Regional Circular Economy Development Index (RCEDI)	Guo-Gand and Jing, 2011
RDI	Resource Duration Indicator (RDI)	Franklin-Johnson et al. 2014
RES	EU Resource Efficiency Scoreboard (RES)	Eurostat, 2015
RIs	Recycling Indices (RIs) for the CE	Van Schaik and Reuter, 2016
RP	Resource Productivity (RP)	Wen and Meng, 2015
RPI	Reuse Potential Indicator (RPI)	Park and Chertow, 2014
RRs	Recycling Rates (RRs)	Haupt et al. 2016
SCI	Sustainable Circular Index (SCI)	Azevedo et al. 2017
VRE	Value-based Resource Efficiency (VRE)	Di Maio et al. 2017
ZWI	Zero Waste index (ZWI)	Zaman and Lehmann, 2013

Nel 2019 gli studi che trattano il tema sono diventati più di 50 (nel 2021 più di 85..)



Ma che cosa misuriamo?

Nonostante il concetto di economia circolare abbia conosciuto una decisa affermazione negli ultimi anni, **non ne esiste ancora una definizione univoca.**

Un noto studio (Kirchherr et al, 2017) ha analizzato 114 diverse definizioni di EC ottenute attraverso una revisione sistematica della letteratura scientifica e non, trovando che:

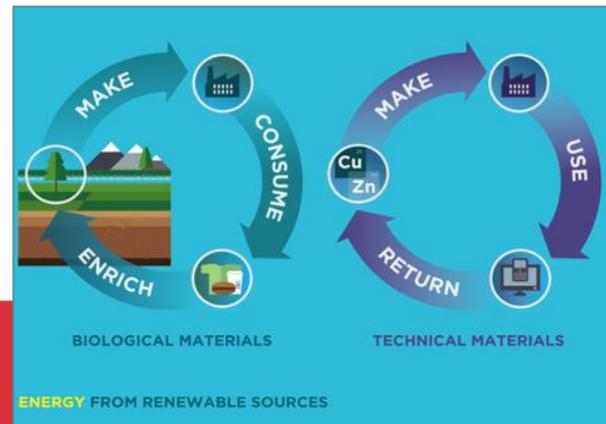
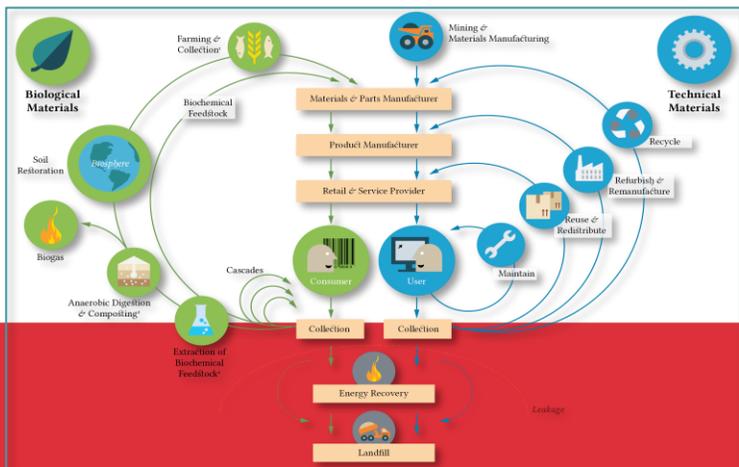
- La più comune interpretazione del concetto di EC fa riferimento al **framework delle 3 R** (reduce, reuse, recycle)
- Molti autori considerano l'EC come una strada verso la **prosperità economica**;
- Pochissime definizioni fanno riferimento esplicito ai **modelli di business**
- Pochissime definizioni includono la **dimensione sociale.**



Che cosa misuriamo?

Economia circolare è un termine per definire un sistema economico pensato per potersi rigenerare da solo. **Un sistema industriale che è ristorativo e rigenerativo per intenzione e design, capace di ricostituire il capitale naturale e il capitale sociale.**

Secondo la definizione della Ellen MacArthur Foundation (2014), in un'economia circolare i flussi di materiali sono di due tipi: quelli biologici, in grado di essere reintegrati nella biosfera, e quelli tecnici, destinati ad essere rivalorizzati senza entrare nella biosfera.



Cambridge Dictionary Dizionario Traduci Grammatica Cambridge Dictionary +Plus f Instagram Twitter Accedi

Ricerca Inglese Inglese Q Inglese-ita

Significato di *regeneration* in inglese f Twitter

regeneration

noun [U]

UK /rɪ.dʒən.əˈreɪ.ʃən/ US /rɪ.dʒən.əˈreɪ.ʃən/

regeneration noun [U] (IMPROVEMENT)

the act of improving a place or system, especially by making it more active or successful:

- *The council is committed to a programme of **urban** regeneration.*

Cambridge Dictionary Dictionary Translate Grammar Cambridge Dictionary +Plus f Instagram Twitter Log in / Sign up

Search English English Q English-Italia

Meaning of *restoration* in English f Twitter

restoration

noun [C or U]

UK /res.təˈreɪ.ʃən/ US /res.təˈreɪ.ʃən/

restoration the act or process of returning something to its earlier good condition or position, or to its owner:

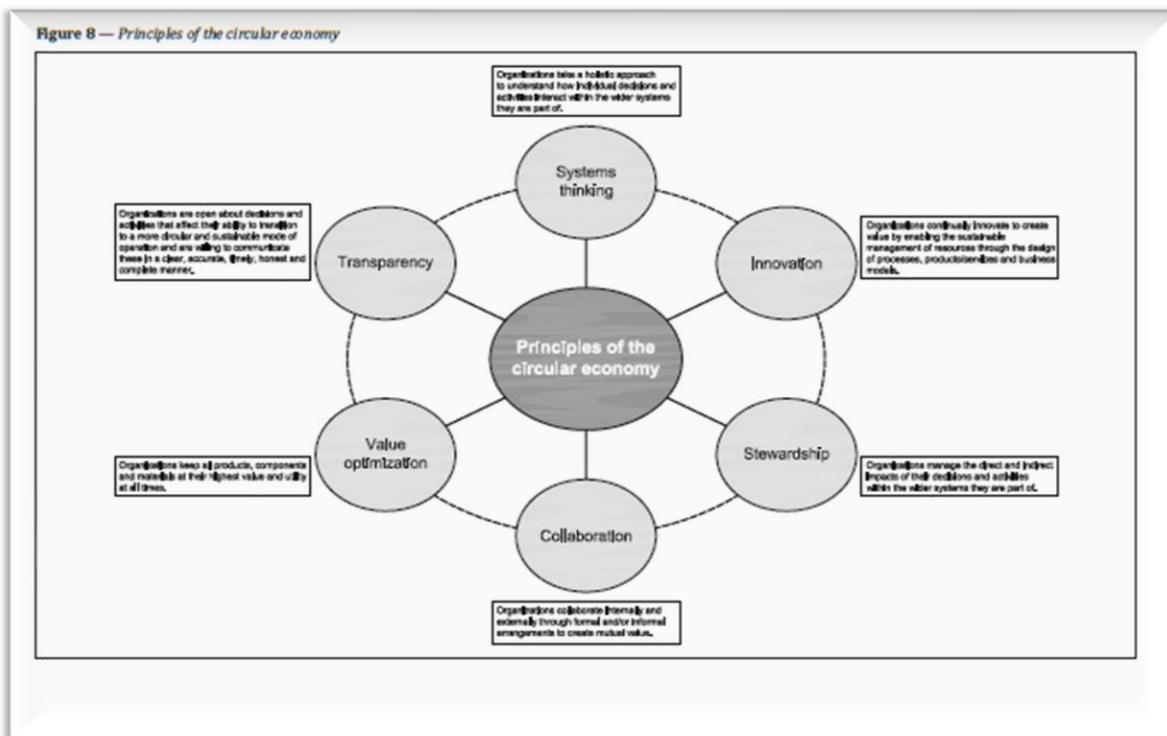
- *The first task following the disaster was the **restoration** of clean water supplies.*
- *Restoration **work** on the Sistine Chapel ceiling is now complete.*
- *A large majority of the population is demanding the **restoration** of the former government.*

...II framework ReSOLVE

REGENERATE 	<ul style="list-style-type: none">• Shift to renewable energy and materials• Reclaim, retain, and restore health of ecosystems• Return recovered biological resources to the biosphere
SHARE 	<ul style="list-style-type: none">• Share assets (eg cars, rooms, appliances)• Reuse/secondhand• Prolong life through maintenance, design for durability, upgradability etc
OPTIMISE 	<ul style="list-style-type: none">• Increase performance/efficiency of product• Remove waste in production and supply chain• Leverage big data, automation, remote sensing and steering
LOOP 	<ul style="list-style-type: none">• Remanufacture products or components• Recycle materials• Digest anaerobically• Extract biochemicals from organic waste
VIRTUALISE 	<ul style="list-style-type: none">• Dematerialise directly (eg books, CDs, DVDs, travel)• Dematerialise indirectly (eg online shopping)
EXCHANGE 	<ul style="list-style-type: none">• Replace old with advanced non-renewable materials• Apply new technologies (eg 3D printing)• Choose new product/service (eg multimodal transport)



Da BS 8001:2017



Da EMF

Overview

Building Blocks

Schools of Thought

Infographic

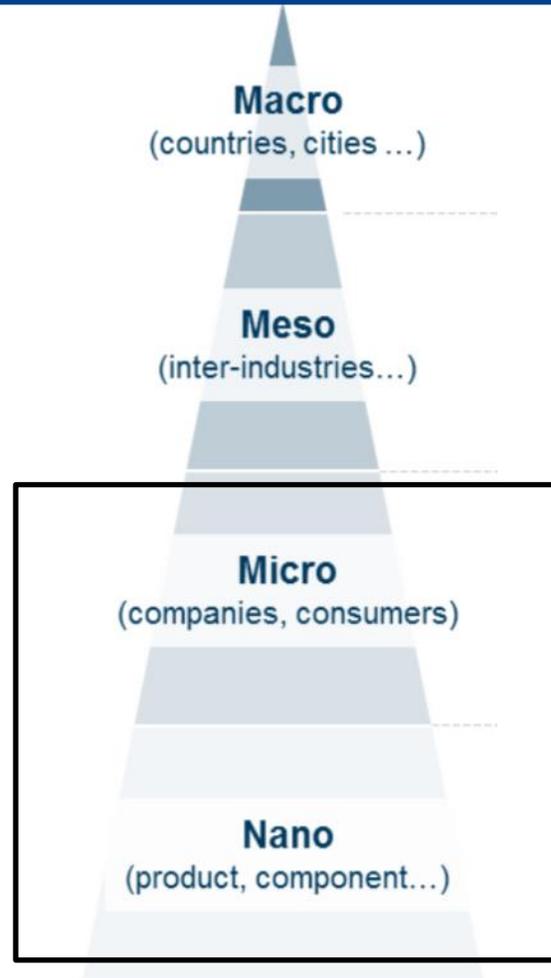
What is a circular economy?

Looking beyond the current take-make-waste extractive industrial model, a circular economy aims to redefine growth, focusing on positive society-wide benefits. It entails gradually decoupling economic activity from the consumption of finite resources, and designing waste out of the system. Underpinned by a transition to renewable energy sources, the circular model builds economic, natural, and social capital. It is based on three principles:

- Design out waste and pollution
- Keep products and materials in use
- Regenerate natural systems



Quale circolarità ?



Come misurare l'economia circolare?



Metodologie pre-esistenti

Nuovi approcci

Indicatori specifici di
circularità

Approcci di misura
strutturati di circularità



Come misurare l'economia circolare?

Metodologie pre-esistenti

Vantaggi: queste metodologie sono già note e in alcuni casi standardizzate e/o già adottate dalle organizzazioni (questo significa che un sistema di monitoraggio specifico può essere già presente)

	Indicatore singolo	Indicatore multiplo
Flusso di materia	<ul style="list-style-type: none">- Water footprint- Material input per unit of service- Ecological rucksack	<ul style="list-style-type: none">- Material flows analysis
Flusso di energia	<ul style="list-style-type: none">- Cumulative Energy Demand- Embodied energy- Exergy analysis	
Consumo di suolo	<ul style="list-style-type: none">- Ecological footprint	
Altri indicatori	<ul style="list-style-type: none">- Carbon footprint	<ul style="list-style-type: none">- Life Cycle Assessment

Attenzione: queste metodologie non coprono adeguatamente tutte le principali dimensioni dell'economia circolare, quindi è necessario integrarle con nuovi approcci specificamente sviluppati per la valutazione dell'economia circolare

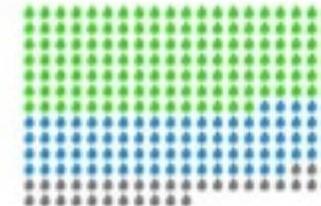


Indicatori per il flusso di materia

Metodologie pre-esistenti

➤ Water Footprint (WF)

Misura un solo impatto di un prodotto/servizio. Indica un impatto ambientale potenziale relativo al consumo di acqua dolce sulla base di un approccio basato sul ciclo di vita, **identificando il volume totale di acqua consumata o inquinata lungo l'intera catena di fornitura del bene/servizio**, considerando anche lo stato attuale del bacino idrogeologico da cui la risorsa proviene. Questa misura è fortemente dipendente dal contesto.



Cotton:
2495 l/shirt of
250 gram



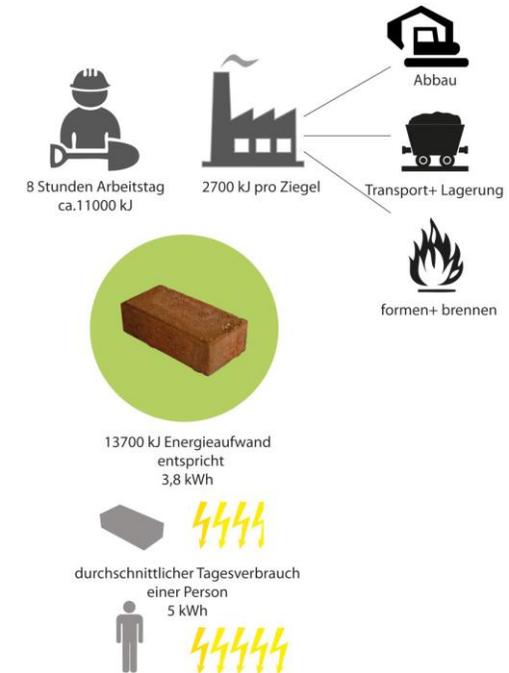
Indicatori per il flusso di energia

Metodologie pre-esistenti

➤ Embodied Energy (EE)

Questo indicatore misura la **somma dei flussi di energia, diretti e indiretti, necessari per produrre un prodotto/servizio**, indicando quanta energia sia incorporata nel prodotto stesso. Si tratta di un indicatore capace di identificare le inefficienze dovute all'uso di energia.

Può essere espresso anche come quantità di energia non rinnovabile sull'energia totale necessaria per la realizzazione di un prodotto.



L'analisi del ciclo di vita (LCA) come strumento per
la misurazione della circolarità



Principi dell'economia circolare

Metodologie pre-esistenti

L'**economia circolare** sfida l'industria a ridefinire i prodotti e i servizi, per esempio:

- offrendo servizi invece di prodotti;
- estendendo la vita utile dei prodotti;
- utilizzando energia rinnovabile;
- integrando risorse riciclabili o biodegradabili;
- promuovendo il consumo collaborativo o creando relazioni simbiotiche dove i rifiuti di un'industria diventano le risorse di un'altra.



Siamo sicuri che i principi dell'economia circolare che stiamo applicando siano i più sostenibili per il nostro sistema di prodotto?

Come facciamo a fare questa valutazione oppure a scegliere fra due possibili strategie quella più sostenibile?



Un esempio – carta per stampante

Metodologie pre-esistenti



Secondo il nostro sistema di gestione ambientale dovremmo comprare materiali di consumo sostenibili per l'ufficio, in particolare caratterizzati da:

- Contenuto di riciclato
- Distanza di approvvigionamento
- Ecolabel/certificazioni di sostenibilità

Breve
distanza, ma
non
contenuto di
riciclato



Contenuto
di riciclato,
ma lunga
distanza



Un esempio – riciclaggio

Tutti parlano degli aspetti positivi del riciclaggio e il riciclaggio è comunemente promosso, MA...
...E' SEMPRE LA COSA GIUSTA DA FARE?

Anche i processi di riciclaggio hanno degli impatti:

- Raccolta e trasporto dei rifiuti da riciclare
- Gli impianti di separazione e trattamento, specialmente per rifiuti particolari, non sono localizzati in Europa
- Il processo di riciclaggio in sé ha dei consumi ed emissioni.
- Eventuale diminuzione di qualità del prodotto riciclato



Il riciclaggio potrebbe essere una grande idea, e in molti casi i suoi benefici sono tangibili. Tuttavia, anche gli impatti del riciclaggio devono essere tenuti in considerazione.



Cosa vuol dire fare una LCA

Metodologie pre-esistenti

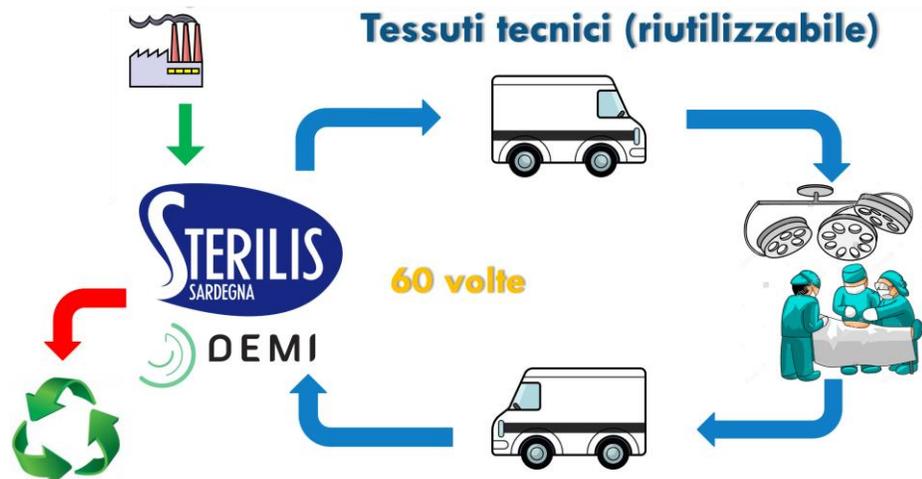
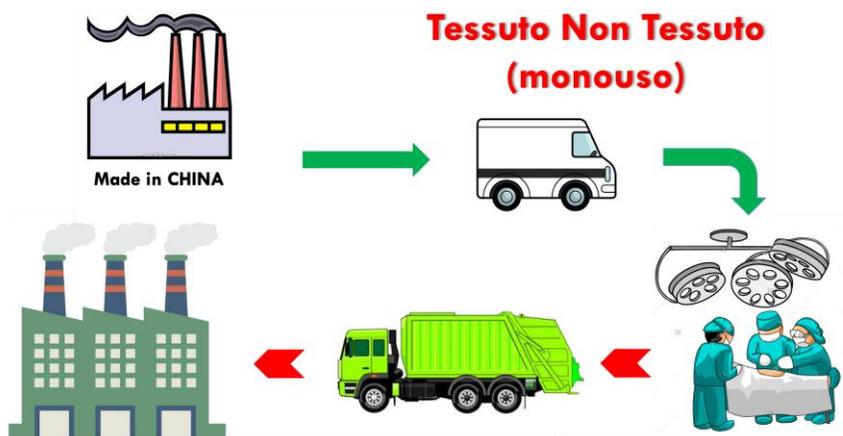
- Costruire la «**storia**» del prodotto, dalla sua «culla» alla sua «tomba»
- **Raccogliere** i dati e le informazioni per ciascuno stadio della vita del prodotto.
- Costruire il **modello** per il calcolo degli impatti sul software dedicato
- **Analizzare** i risultati in maniera strutturata ed approfondita

Categoria d'impatto	
GWP	Potenziale di riscaldamento globale ^a
ODP	Potenziale di esaurimento dello stato di ozono nella stratosfera
AP	Potenziale di acidificazione ^b del terreno e delle acque
POCP	Potenziale di formazione fotochimica di ozono ^c
EP	Potenziale di eutrofizzazione ^d
FW	Uso dell'acqua dolce
PERT	Uso di risorse energetiche rinnovabili
PENRT	Uso di risorse energetiche non rinnovabili
NHWD	Rifiuti non pericolosi smaltiti
HWD	Rifiuti pericolosi smaltiti



Un esempio

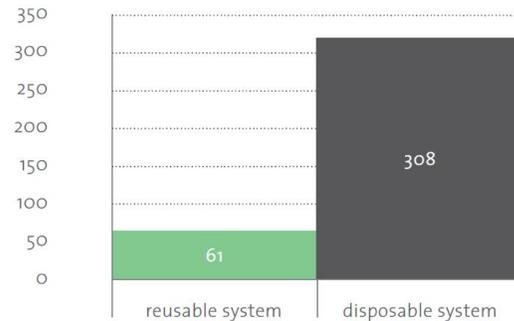
di una azienda che ha usato l'LCA per valutare il cambiamento di modello di business (da prodotto a servizio)



Analisi del ciclo di vita

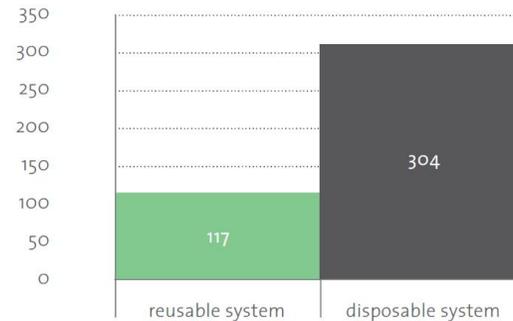
Reusable and disposable compared in three environmental indicators

Solid Waste Generation (KG)



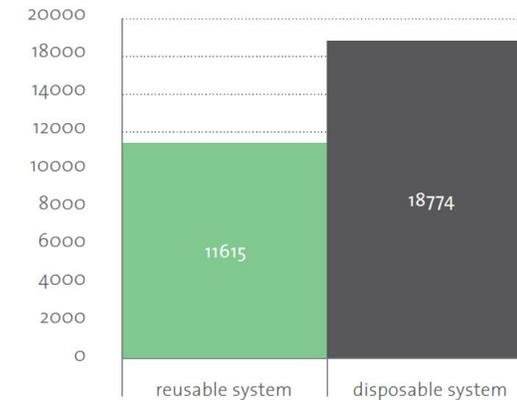
Improvement from selecting reusable system: 80%

Blue Water Consumption (KG)



Improvement from selecting reusable system: 62%

Natural Reasearch Energy Consumption (MJ)



Improvement from selecting reusable system: 38%

Life cycle stage	Reusable	Disposable
drapes	0	245
drape packaging	58.1	57
surgical tape	2.96	5.26
tape packaging	0.038	0.022
biological waste on drapes	0.01	0.643
total kg	61	308

Life cycle stage	Reusable	Disposable
cooling water manufacturing	75.1	218
stream manufacturing	76.9	85.8
laundry reusable drapes (incl. recovered water)	-35	0
total kg	117	304

Life cycle stage	Reusable	Disposable
drape manufacturing + supply chain	2300	16260
drape packaging + supply chain	1801	2112
tape manufacturing + supply chain	305	186
tape packaging + supply chain	7.7	4.5
laundry	5717	0
sterilization	413	43
use phase transport	1038	0
end of life	33	168
total NRE	100	162

The surgical tape manufacture and delivery (including tape supply chain) accounts for less than 3% of the cradle-to-end-of-life net NRE for reusable and disposable drape systems.



Come misurare l'economia circolare?

Nuovi approcci

Indicatori specifici di circolarità

Indicatore	Descrizione	Fonte	Tipo di indicatore
RW Reduction of Waste	Misura la riduzione dei rifiuti prodotti da parte di un'impresa.	Pauliuk <i>et al.</i> , 2018	Single
RDI Resoure Duration Indicator (Longevity)	L'indicatore di longevità misura la "conservazione" di un dato materiale nel tempo, ovvero cerca di determinare per quanto tempo una data risorsa verrà utilizzata all'interno di diversi cicli di vita. La misura è composta da tre componenti: durata del ciclo di vita della risorsa la prima volta che viene utilizzata; durata del ciclo di vita della risorsa dopo essere stata rigenerata/rilavorata e durata del ciclo di vita della risorsa una volta che è stata riciclata.	Franklin-Johnson <i>et al.</i> , 2016	Single
eDIM ease of Disassembly Metric	Misura il tempo necessario per disassemblare le componenti di un dato prodotto.	Vanegas <i>et al.</i> , 2017	Single
SCI Sustainable Circular Index	Rappresenta un set di indicatori associati alle sfere della sostenibilità sociale, della sostenibilità economica, della sostenibilità ambientale e della circolarità ognuno con un suo peso specifico. Questo indicatore misura quanto un'impresa sia sostenibile e al contempo circolare.	Azevedo <i>et al.</i> , 2017	Multiple
GRI Waste-related disclosures	La prima revisione degli indicatori specificamente connessi alla CE (Disclosure 306-1 Produzione di rifiuti e impatti significativi legati ai rifiuti; Disclosure 306-2 Gestione degli impatti significativi legati ai rifiuti; Disclosure 306-3 si riferisce ai rifiuti generati; Disclosure 306-4 si riferisce ai rifiuti sottratti allo smaltimento; Disclosure 306-5 si riferisce ai rifiuti diretti allo smaltimento)	GRI 306-(1-5)	Multiple

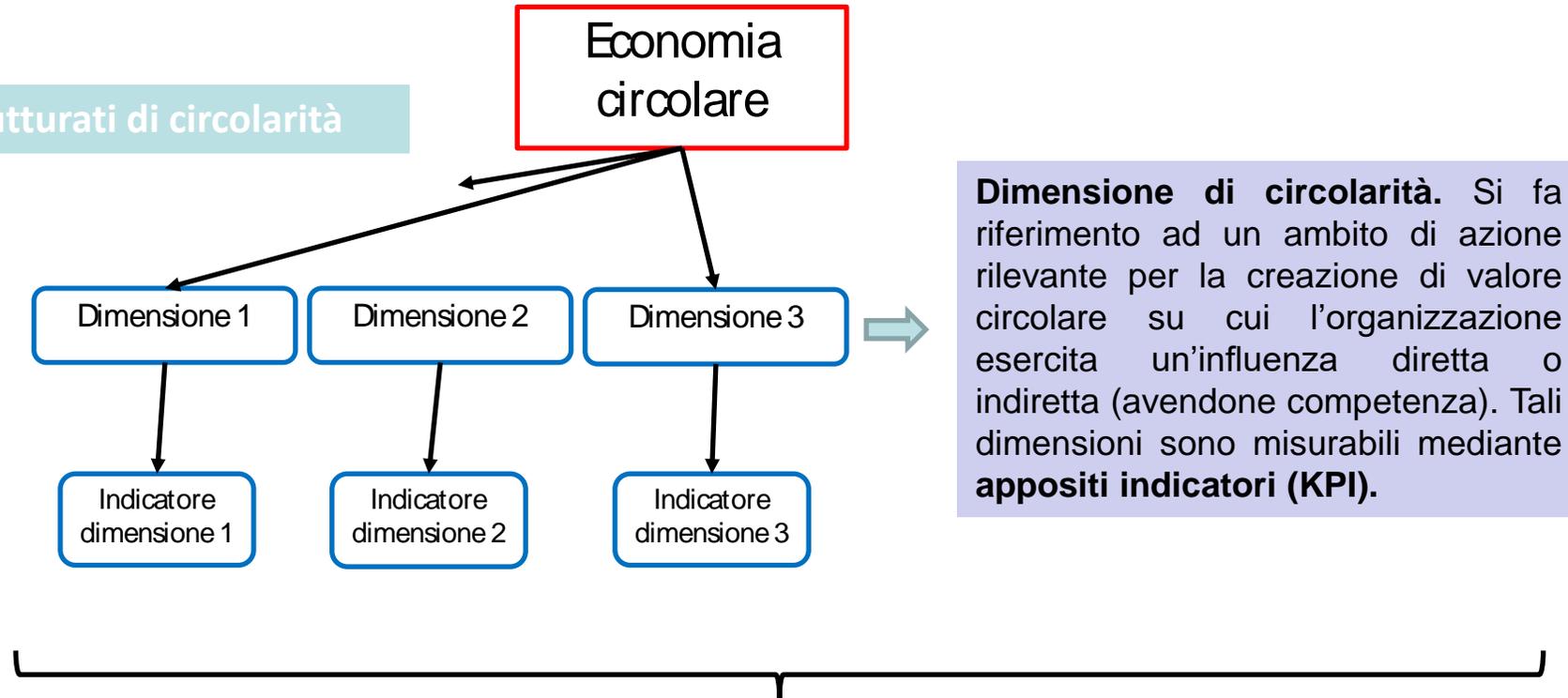
Questi indicatori possono essere selezionati e integrati con metodologie preesistenti al fine di identificare un primo set di KPI in grado di monitorare tutti i progressi compiuti verso la circolarità di un prodotto/processo/organizzazione



Come misurare l'economia circolare?

Nuovi approcci

Approcci di misura strutturati di circolarità



Logica combinatoria degli indicatori delle dimensioni



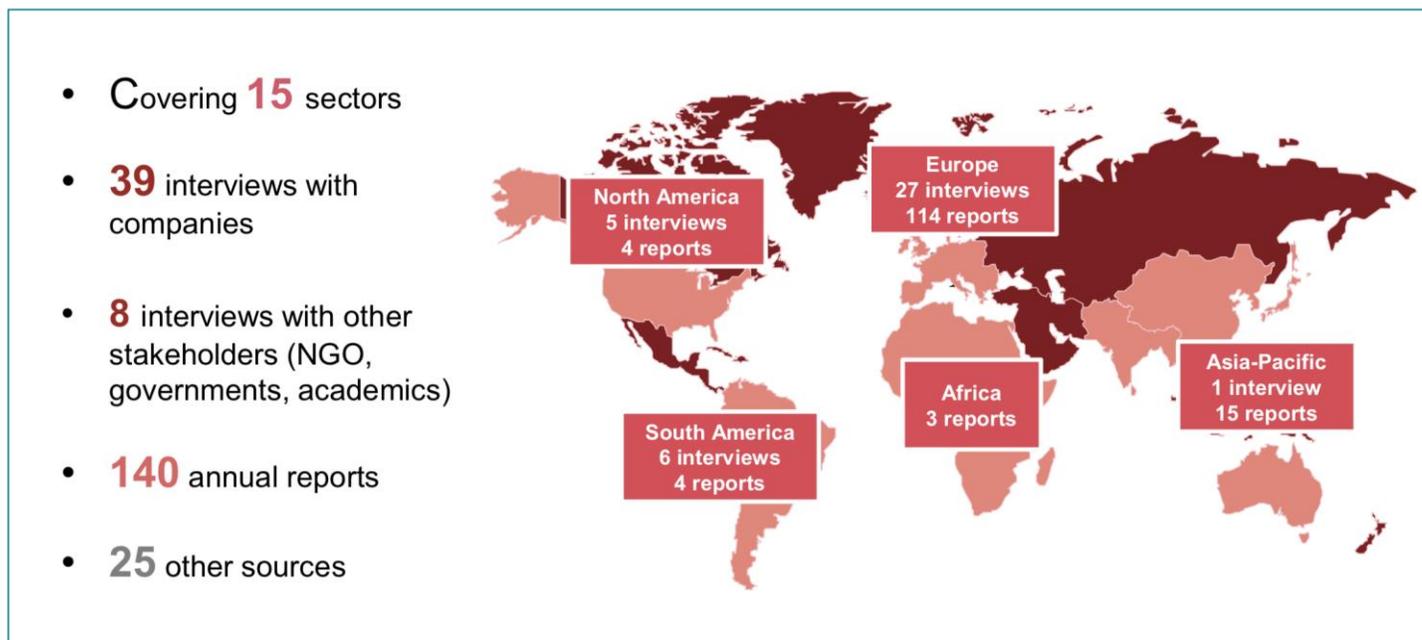
Indicatore composito (dove possibile) a misurazione del concetto

Passi logici per sviluppare un approccio strutturato di misurazione dell'economia circolare



Chi misura la circolarità a livello micro?

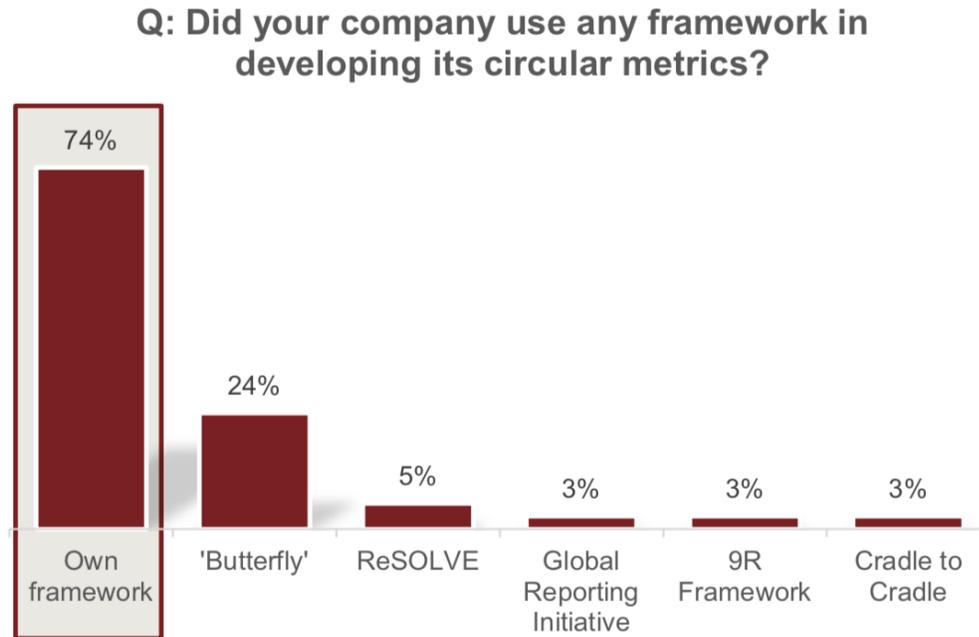
WBCSD & PWC hanno fatto una ricerca sulle aziende che misurano la circolarità:



Consiglio Mondiale delle Imprese per lo Sviluppo Sostenibile



Che approccio/definizione le imprese usano?



Infatti, **il 74% degli intervistati ha indicato che la loro azienda aveva la propria definizione/approccio per misurare la circolarità.**

Il successivo quadro di riferimento dell'economia circolare di riferimento è stato il "diagramma a farfalla" della Ellen MacArthur Foundation al 24%.

Gli intervistati hanno raramente referenziato altri framework, come ReSOLVE, Cradle to Cradle di McKinsey e il framework 9R.



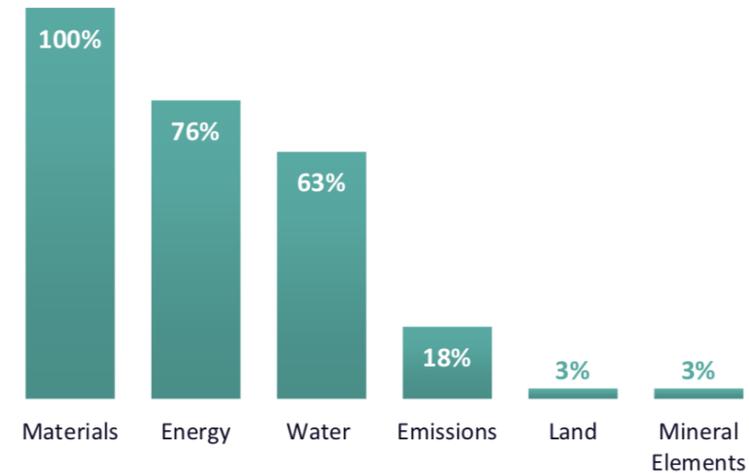
Che indicatori usano le imprese ?

La maggior parte delle aziende ha una propria definizione e framework di economia circolare. Di conseguenza, anche le metriche adottate variano.

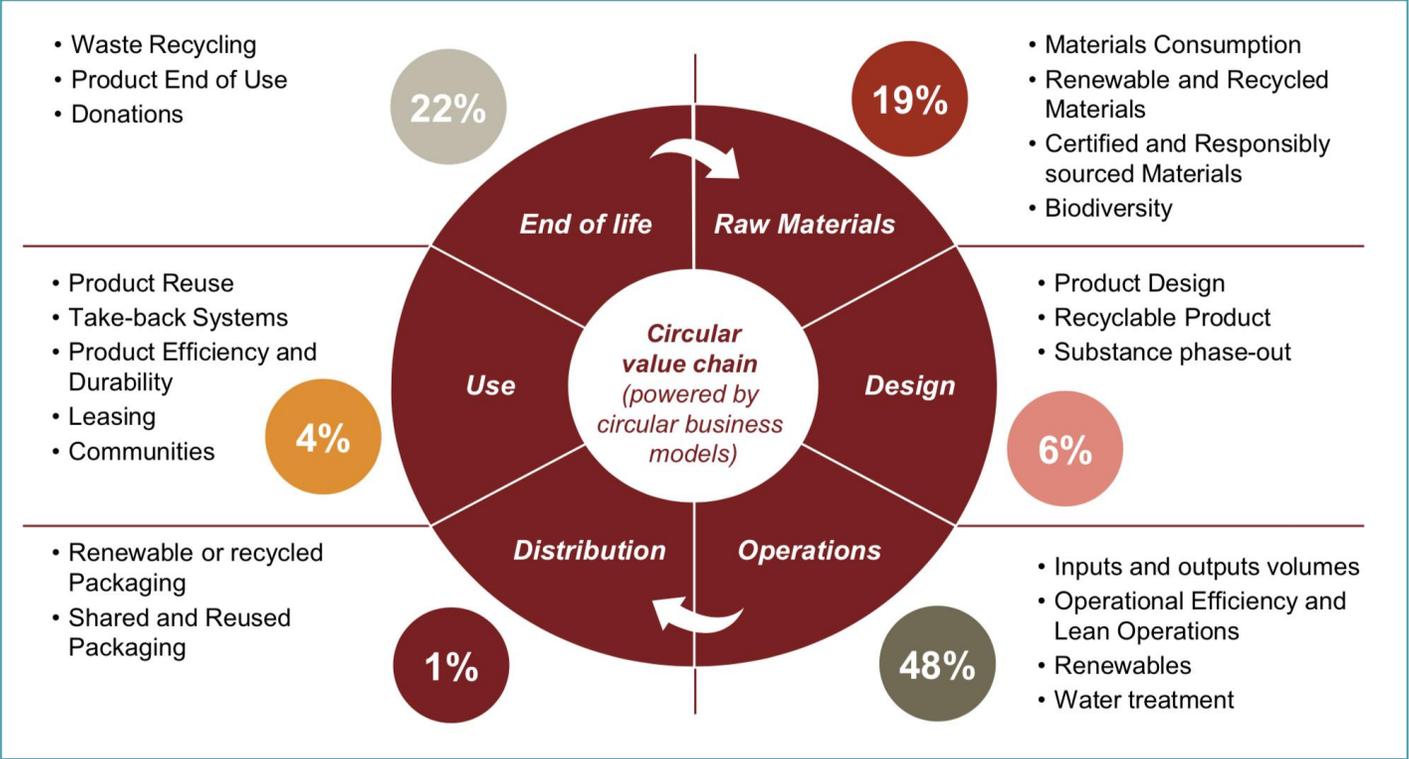
Dimension of indicators	Number of indicators
Physical	253
Economic & financial	36
Social	7

Gli intervistati hanno sempre citato i materiali come un elemento che dovrebbe includere un quadro di misurazione circolare.

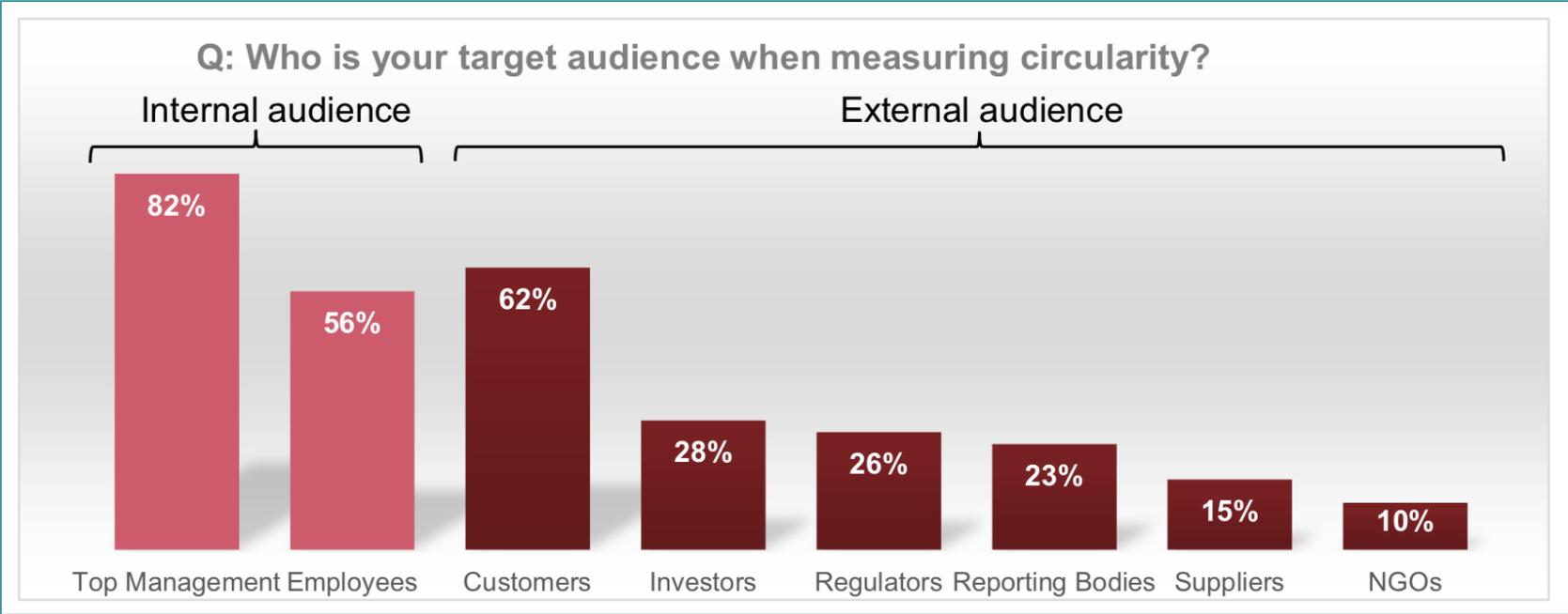
L'energia (il 76% degli intervistati) e l'acqua (63%) sono stati menzionati ma non all'unanimità.



Che tipo di indicatori usano le aziende?



Quale è l'audience della tua misurazione ?



FRAMEWORK

*Basato su flussi
biologici e tecnologici*

UNITÀ di ANALISI

*Qualsiasi organizzazione,
indipendentemente dalle dimensioni,
dal settore o dalla posizione nella
catena del valore*

KEY PERFORMANCE INDICATOR(S)

*Indicatori quantitativi
(valori assoluti e
percentuali)*



METRICA

➤ 3 moduli principali (uno obbligatorio e due opzionali)

Close the Loop

% circular inflow
% circular outflow
% water circularity
% renewable energy

Obbligatorio

Optimize the Loop

% critical material
% recovery type
Onsite water circulation

Opzionali

Value the Loop

Circular material
productivity
CTI revenue



Circulytics è strutturato in due categorie:

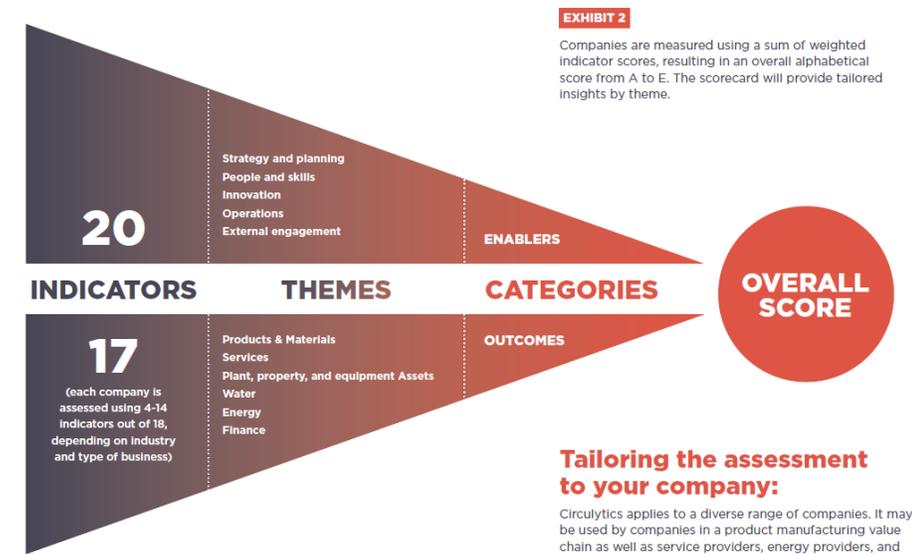
La categoria **Enablers** presenta indicatori che guardano agli aspetti che facilitano una trasformazione a livello aziendale, dalla priorità strategica dell'economia circolare allo sviluppo di sistemi e beni per sostenere le operazioni circolari. La categoria Enablers cattura il potenziale dell'azienda di diventare circolare in futuro.

La categoria **Outcomes** misura i risultati effettivi dell'economia circolare a livello aziendale, come i flussi di materiali, i flussi d'acqua, l'uso di energia, la progettazione di servizi e prodotti, o l'approvvigionamento e lo smantellamento di impianti, proprietà e attrezzature.

All'interno delle due categorie, **gli indicatori sono raggruppati in 11 temi.**

Ci sono **cinque temi** nella categoria Enablers

Ci sono **sei temi** nella categoria Outcomes, ma solo un sottoinsieme è rilevante per qualsiasi azienda, a seconda del tipo di azienda



Tailoring the assessment to your company:

Circulytics applies to a diverse range of companies. It may be used by companies in a product manufacturing value chain as well as service providers, energy providers, and financial institutions. A pre-assessment stage captures the characteristics of a company, which then determine which Circulytics indicators will be used for the assessment.

An overview of how different types of companies are assessed is shown in Exhibit 3.

Category: Enablers

The critical aspects to enable company-wide transformation.

All themes in the Enablers category are displayed to all companies.

Theme 1. Strategy and Planning

Have you placed the circular economy at the heart of your strategy?

Theme 2. Innovation

Are the conditions in place to support the development of innovative circular products and services? Are you innovating towards new circular economy products, systems, or services?

Theme 3. People and Skills

Are you supporting your employees? Have you employed people to develop the skills required to transition to a circular business model?

Theme 4. Operations

Have you invested sufficiently in your digital systems and plant, property, and equipment assets to support the change?

Theme 5. External Engagement

Are you promoting your circular economy initiatives and influencing those in your business sphere, such as clients or your supply chain?

Category 2: Outcomes

Measuring how circular a company is today.

Each company is assessed with a subset of the themes in the Outcomes category, based on relevance.

Theme 6. Products and materials

Are the materials you procure and the products you design supporting a circular economy?

Theme 7. Services

Are the services you provide supporting a circular economy?

Theme 8. Plant, property, and equipment assets

Are you procuring and decommissioning your plant, property, and equipment assets in ways that support a circular economy?

Theme 9. Water

If you operate in a water-intensive industry, are you using water in a circular way?

Theme 10. Energy

Are you procuring renewable energy and (if you are an energy provider) producing renewable energy to support a circular economy?

Theme 11. Finance

If you are a financial institution, are you intentionally financing companies and projects that support a circular economy?



Lo strumento di misurazione dell'Istituto di Management della Scuola Superiore Sant'Anna



Nasce nel lontano 2016...

APPROVVIGIONAMENTO		
In quale misura l'azienda utilizza materie prime (o semilavorati) riciclati?		0%
Avete implementato un sistema di ottimizzazione del processo di ordinazione/acquisto per evitare gli sprechi?	Non applicabile	
Avete richiesto l'ottimizzazione dei percorsi per l'approvvigionamento di materie prime (o semilavorati)?	Non applicabile	
Avete richiesto la minimizzazione degli imballaggi delle materie prime / semilavorati di cui vi approvvigionate?	Non applicabile	
Per l'approvvigionamento energetico, l'azienda in quale misura si approvvigiona da fonti rinnovabili?	Non applicabile	
DESIGN		
L'azienda utilizza linee guida e riferimenti per la progettazione eco-compatibile dei propri prodotti che includano indicazioni concernenti la "circolarità" dei materiali e degli scarti?	Non abbiamo mai pensato a farlo	
Le scelte di progettazione mirano a preferire materie prime secondarie per la realizzazione del prodotto e/o dei suoi componenti?	Non applicabile	
Le scelte di progettazione mirano ad estendere la vita utile e la riparabilità del prodotto e/o delle sue componenti?	Non applicabile	
Le scelte di progettazione del prodotto e/o del packaging tengono in considerazione criteri relativi alle fasi di trasporto e distribuzione (e.g. riduzione dei volumi, riduzione dei pesi)?	Non applicabile	
L'azienda utilizza linee guida e riferimenti per la progettazione eco-compatibile del packaging dei propri prodotti che includano indicazioni concernenti la "circolarità" dei materiali e degli scarti?	Non applicabile	
PRODUZIONE		
L'azienda ha implementato: modalità di gestione / tecnologie / strumenti per l'utilizzo più efficiente delle materie prime (ad esclusione di energia ed acqua)?	Non applicabile	
Quanti scarti della produzione l'azienda riutilizza nel proprio processo produttivo?		0%
L'azienda ha attivato meccanismi di riutilizzo delle acque di processo?	Non applicabile	
L'azienda ha sviluppato interventi per l'efficiamento energetico del processo produttivo?	Non applicabile	
In che percentuale i propri scarti di produzione (rifiuti o sottoprodotti) sono ceduti ad altre aziende per essere utilizzati nei loro processi produttivi (simbiosi industriale)?	Non applicabile	
DISTRIBUZIONE		
Quale è la percentuale di viaggi per la consegna del prodotto su cui sono state attivate forme di reverse logistic (es. riconsegna di contenitori per il riutilizzo da parte del fornitore) sul totale delle consegne effettuate?		0%
Quale è la percentuale delle consegne effettuate di prodotto finito per le quali è stato ottimizzato il carico (es. viaggio a pieno carico del mezzo, pianificazione dei percorsi etc.) sul totale delle consegne effettuate?		0%
Qual è la distanza media di trasporto del prodotto?	Internazionale	
L'azienda è dotata di criteri per la gestione efficiente del punto vendita? (ad esempio: riduzione dei consumi, efficienza energetica, layout, energia da fonti rinnovabili, allestimenti con beni di origine ricicciata o certificata, raccolta differenziata...)	Non applicabile	
UTILIZZO		
L'azienda implementa iniziative volte a fornire servizi di riparazione/sostituzione per aumentare la vita utile del proprio prodotto?	Non applicabile	
L'azienda informa l'utente delle migliori modalità di utilizzo / manutenzione per mantenere la qualità del prodotto nel	Non abbiamo mai pensato a farlo	
GESTIONE RIFIUTI		
Rispetto al totale dei rifiuti prodotti dalla vostra azienda, quanti sono avviati a recupero di materia?		0%
L'azienda ha implementato soluzioni per il riutilizzo del packaging al fine di ridurre la produzione dei rifiuti?	Non lo facciamo mai	
L'azienda prevede forme di ritiro del proprio prodotto a fine vita, ad esempio allo scopo di riutilizzarne parti o componenti aventi ancora valore?	Non abbiamo mai pensato a farlo	

Completa il questionario e visualizza i risultati

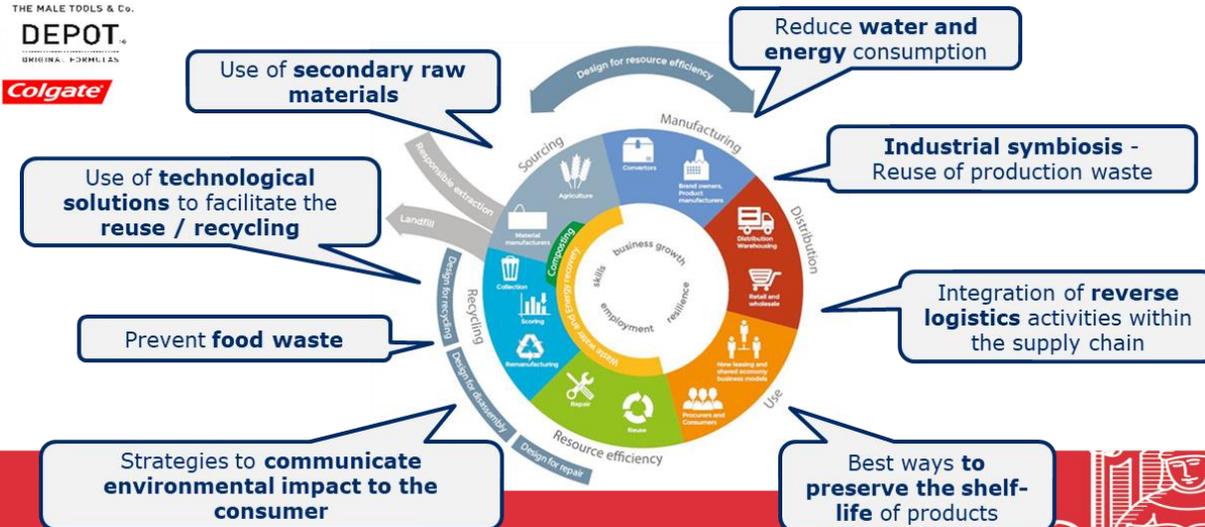


Poche domande, semplice e trasversale



Si specifica in alcuni settori..

"**CircolUP**" rappresenta uno strumento operativo, specifico per il settore del largo consumo, sviluppato per aiutare ogni singola azienda a misurare il livello di circolarità in tutto il ciclo di vita del prodotto e per facilitare l'implementazione di modelli economici circolari.



OVERVIEW GENERALE

Ad oggi lo strumento è stato personalizzato per:

- Food and beverage
- Retail
- Home and personal care
- Birrificio
- Azienda multinazionale del settore energetico
- Settore conciario
- Settore tessile
- Settore turismo

Ogni versione è il risultato di specifici progetti





PROCESSO di SVILUPPO



STEP 1: Per ogni Fase del Ciclo di Vita, abbiamo individuato gli aspetti principali grazie ai quali l'unità di analisi considerata (es. un'azienda appartenente ad uno specifico settore industriale) può realizzare la propria transizione circolare ->

STEP 2: Abbiamo selezionato la tipologia di CE-KPI da considerare per lo sviluppo dello strumento di misurazione

STEP 3: Abbiamo deciso la scala temporale della valutazione circolare

STEP 4: Abbiamo elaborato/sviluppato dei CE-KPI adeguati per questo strumento di misurazione

STEP 5: Abbiamo identificato la logica di combinazione per aggregare le prestazioni dei CE-KPI



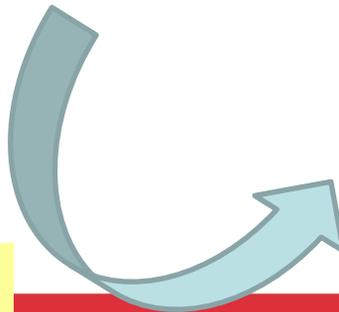


Quali azioni di EC attuare?

- *Adozione di strumenti di governance come una politica di approvvigionamento circolare e forme di accreditamento dei propri fornitori.*
- *Per quanto riguarda le materie prime / semilavorati:*
 - *selezione di materie prime secondarie (packaging);*
 - *selezione di materiali più adatti a mantenere il valore nel tempo e nei cicli (es. risorse rinviabili) (packaging);*
 - *valutazione dei rischi derivanti dall'approvvigionamento delle risorse idriche (l'acqua è una risorsa centrale nell'approccio circolare).*
- *Per quanto riguarda la fase di stoccaggio*
 - *minimizzazione dei rifiuti (ad esempio tramite la dematerializzazione degli imballaggi, altro)*
 - *ottimizzazione della logistica in entrata (es. gestione efficiente dei percorsi e dei carichi, attenzione all'uso di mezzi di trasporto sostenibili/circolari)*

STEP 1

PROCESSO di SVILUPPO



Quali tipologie di indicatori usare?

The different means to be used to portray indicators include the following:

- **Quantitative measurements** (where comparable numbers can be obtained over time):
 - **Percentage**, where data is related to total, a benchmark or an earlier measure (e.g., % of waste water receiving treatment, % recycled waste over last year).
- **Qualitative/normative measurements:**
 - **Normative indicators** - related to existence of certain elements of management and operation (e.g., existence of a circular development plan, presence of a specific technology, etc.) "Yes or No" like answers;

In questo caso, abbiamo deciso di **chiedere ogni KPI per mezzo di domande appropriate. La risposta associata è sempre tradotta in una "scala percentuale"**.

La percentuale offre la possibilità di confrontare/aggiungere diversi "aspetti e dimensioni"

STEP 2





ELABORAZIONE DI POTENZIALI RISPOSTE

- 1) Ogni domanda è sempre accompagnata da una scala di potenziali risposte:
 - **SCALA da 1 a 5 tipo qualitativo** (*es. è una pratica che l'organizzazione adotta sempre; che l'organizzazione adotta spesso; spot limitato; che l'organizzazione vorrebbe iniziare ad adottare entro un anno; che l'organizzazione non ha mai adottato*);
 - **SCALA da 1 a 5 tipo semi-quantitativo** (*ad esempio per il 100% dei prodotti all'interno del catalogo; per più del 50% dei prodotti all'interno del catalogo; per circa il 50% dei prodotti all'interno del catalogo; per meno del 50% dei prodotti all'interno del catalogo; per lo 0% dei prodotti all'interno del catalogo*);
 - **SCALA 0-100%** (*range of 10%*).

INDIVIDUAZIONE DI UN VALORE PERCENTUALE PER OGNI RISPOSTA

- 2) Ogni risposta è tradotta in un valore percentuale:
 - **SCALA da 1 a 5 tipo qualitativo**(*100%-50% -20%-10%-0%*);
 - **SCALA da 1 a 5 di tipo semiquantitativo**(*100%-75%-50%-25%-0%*);
 - **SCALA 0-100%** (*100%-90%-80%-70%-60%-50%-25%-0%*).

SCALA TEMPORALE

- 1 anno





PROCESSO di SVILUPPO

APPROVVIGIONAMENTO

(un esempio da «Food & Beverage
CircolUP»)

SCALA da 1 a 5
tipo qualitativo

L'azienda ha adottato una politica di approvvigionamento che tiene conto degli obiettivi dell'Economia Circolare (per esempio chiusura dei cicli, riduzione dei rifiuti, uso di materie prime secondarie, gestione efficiente delle risorse, altro)?

- ***Sì, gli obiettivi dell'economia circolare sono esplicitamente presenti all'interno della politica di approvvigionamento***
- ***Sì, ma la politica di approvvigionamento prende in considerazione solo alcuni obiettivi di economia circolare non esplicitamente menzionati***
- ***La politica di approvvigionamento è in fase di studio / discussione e sarà dotata di questi aspetti entro un anno***
- ***No, ma c'è l'intenzione di farlo***
- ***Non è mai stata valutata***

SCALA 0-100%

Qual è la percentuale di materie prime secondarie acquistate dall'azienda per realizzare l'imballaggio dei suoi prodotti (ad esempio plastica riciclata, vetro riciclato, metallo riciclato, cartone riciclato, altro)?

- ***0%-10%-20%-30%-40%-50%-60%-70%-80%-90%-100%***

SCALA da 1 a 5
tipo semi-
quantitativo

L'azienda ha implementato un sistema per ottimizzare il processo di ordinazione / acquisto / gestione del magazzino in relazione a materie prime / semilavorati deperibili per evitare sprechi (ad es. gestione automatica degli ordini, minimizzazione degli stock per formati specifici; ecc.?)

- ***Sì, per tutti gli ordini (100% degli ordini)***
- ***Sì, è attivo per molti ordini (più del 50% degli ordini)***
- ***Sì, ma solo per circa la metà degli ordini (circa il 50% degli ordini)***
- ***È in fase di implementazione, quindi al momento è attivo solo per alcuni ordini (meno del 50% degli ordini)***
- ***Non è mai stato fatto (0%)***



La logica dello strumento



Grazie al fatto che abbiamo espresso ogni KPI per mezzo di un valore percentuale è possibile aggregarli/combinarli per restituire una performance circolare complessiva per l'organizzazione analizzata e una performance circolare per ogni fase del ciclo di vita, anche se misurano dimensioni diverse.



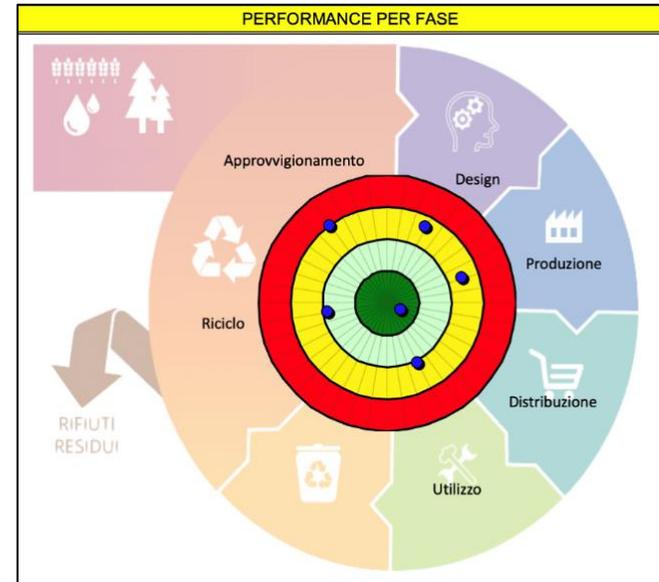
Abbiamo deciso di sfruttare una **media aritmetica ponderata dei valori dei CE-KPIs per calcolare le prestazioni di ogni fase del ciclo di vita**



Abbiamo deciso di sfruttare **una media aritmetica delle performance delle fasi del ciclo di vita per calcolare la performance complessiva**

Per quanto riguarda i CE-KPI, i criteri per determinare l'importanza relativa delle domande sono stati i seguenti:

- **Domanda formulata in modo specifico VS domanda generica;**
- **Domande che esprimono aspetti sfidanti di principi e criteri di EC (ad esempio, le domande sulla gestione dei rifiuti sono state "pesate" sulla base della "preferibilità" di alcune azioni rispetto ad altre (prevenzione VS riciclaggio) rispetto ai principi dell'economia circolare)**



Per ogni fase del ciclo di vita **media aritmetica ponderata delle prestazioni dei CE-KPIs (ad esempio la risposta tradotta in un valore percentuale)**

Una rappresentazione grafica aiuta a visualizzare immediatamente quali aree devono essere migliorate



Media aritmetica delle prestazioni delle 6 fasi del ciclo di vita

In questo caso il risultato complessivo è rappresentato per mezzo di un cruscotto



Come avverrà la misurazione della circolarità nelle aziende coinvolte nel progetto Ambiente

STEP 1: individuazione di indicatori di natura qualitativa e **soprattutto quantitativa** per misurare la circolarità a partire dalla letteratura di riferimento ad oggi disponibile sul tema (*AFNOR, BSI 8001, GRI, Commissione Europea, World Business Council for Sustainable Development, Ellen MacArthur Foundation, Ministero dell'Ambiente, raccolta di best practices presenti nel database della Scuola Superiore Sant'Anna, BAT etc*).



STEP 2: realizzazione di una long-list di indicatori potenzialmente appropriati alla misurazione della circolarità del **settore specifico**



STEP 3: definizione e validazione degli indicatori da utilizzare tramite interviste in loco e audit.



STEP 4: revisione dello strumento e risultati di circolarità



Settore conciario: un esempio

Lo strumento di valutazione del settore conciario si divide in 5 fasi di valutazione:

- *Approvvigionamento;*
- *Progettazione;*
- *Produzione;*
- *Logistica;*
- *Trattamento fine vita.*

FASE	ASPETTO MISURATO	N. INDICATORI	
Approvvigionamento	Policy	3	22
	Approvvigionamento pelli	7	
	Approvvigionamento energetico	3	
	Approvvigionamento chimici e materie ausiliarie	9	
Design	Ricette	1	3
	Investimenti in sostenibilità	1	
	Consapevolezza degli impatti ambientali lungo il ciclo di vita	1	
Produzione	Operazioni preliminare alle fasi ad umido	5	45
	Preparazione alla concia (operazioni di riviera - rinverdimento e calcinaio -e preconcia)	11	
	Concia	7	
	Pratiche riferite a più fasi ad umido	6	
	Trattamento post-concia e rifinizione	12	
	Consumi energetici ed idrici	3	
	Utilizzo del prodotto	1	
Logistica	Reverse logistics	3	6
	Mezzi	3	
Trattamento fine vita	Riciclo e recupero	7	9
	Iniziative di RD	1	
	Simbiosi industriale	1	



Settore conciario: un esempio

Tipologie di pratiche valutate:

- ✓ modalità gestionali (da sistema di gestione aziendale)
- ✓ pratiche operative
- ✓ pratiche infrastrutturali (es. fotovoltaico, led)
- ✓ gestione dei prodotti chimici (sostituzione, ottimizzazione)
- ✓ tecnologie



Settore conciario: un esempio

Approvvigionamento

<p><i>L'azienda si è dotata di una/un politica di approvvigionamento/codice etico/SGA che tenga conto di obiettivi di Economia Circolare (es. chiusura dei cicli, riduzione degli sprechi, utilizzo di materie prime seconde, gestione efficiente delle risorse, altro)?</i></p>	<p>scala a 3 valori / orizzonte temporale non specificato</p>	<p>A) La politica di approvvigionamento/codice etico/SGA prevede numerosi obiettivi di Economia Circolare che sono sempre espressamente menzionati e fa riferimento anche ad esempi concreti (e.g. aspetti di chiusura dei cicli, riduzione degli sprechi, utilizzo di materie prime seconde, gestione efficiente delle risorse, gestione efficiente dei trasporti, etc..) B) La politica di approvvigionamento/codice etico/SGA prevede alcuni obiettivi di Economia Circolare ma a volte questi non sono espressamente menzionati o non ci sono esempi a supporto C) La politica di approvvigionamento/codice etico/SGA non prevede obiettivi di circolarità</p>
<p><i>L'azienda riesce a tracciare l'origine delle pelli grezze approvvigionate fino all'identificazione del macello che ha prodotto le pelli? La tracciabilità non si applica in caso di semilavorati (es. wet blue).</i></p>	<p>Scala a 3 valori / orizzonte temporale annuale</p>	<p>A) Oltre il 90% delle pelli approvvigionate è tracciabile fino al macello B) Oltre il 50% delle pelli approvvigionate è tracciabile fino al macello C) Meno del 50% delle pelli approvvigionate sono tracciabili fino al macello</p>



Settore conciario: un esempio

Produzione

Alcuni temi trattati dallo strumento di valutazione:

- **Gestione e recupero del sale** (scuotimento meccanico, pulizia e recupero, riutilizzo nelle fasi a umido);
- **Sforbiciature** (in grezzo, in blu, in crust, in finito);
- **Verifiche e controlli nella fase di concia (assorbimento cromo e tema formaldeide):**
- **Effettuazione da parte della conceria di test fisici sulla *durabilità del prodotto*** (solidità del colore alla luce, umidità, strofinio, etc.)

<i>Se l'azienda concia al cromo: si sono ottimizzati i parametri operativi (e.g. pH, bagno, temperatura, tempo e velocità del bottale) e l'utilizzo di sostanze chimiche per aumentare la percentuale di agente conciante al cromo assorbito dalle pelli?</i>	scala a 3 valori / orizzonte temporale ultimi 3 anni
<i>Vengono effettuate analisi del contenuto di formaldeide libera e sodio solfato in riconcianti, resine e riconcianti utilizzati nella riconcia?</i>	scala a 3 valori / orizzonte temporale ultimi 3 anni
<i>Sono sostituite resine e riconcianti condensati della formaldeide con prodotti a basso contenuto ?</i>	scala a 3 valori / orizzonte temporale ultimi 3 anni



Settore conciario: un esempio

Pratiche tecnologiche

Dispensing automatizzato sostanze chimiche nei bottali (uso efficiente delle risorse)



Le sostanze chimiche necessarie vengono selezionate in base alla quantità richiesta su un display per il dispensing automatico. Dopodichè, queste sostanze vengono trasportate al bottale tramite un tubo esterno, che le rilascia in un contenitore laterale al bottale. Qualora le sostanze abbiano bisogno di essere diluite, si può selezionare la quantità e la temperatura dell'acqua.



Ricapitolando, l'approccio SSSA per il progetto Ambiente

Fase 1: *Richiesta di documenti* che permettano di capire il contesto e il processo dell'azienda

Fase 2: *sopralluogo sul sito*, verifica di alcuni aspetti operativi, richiesta di dati e info specifici e utili all'applicazione dello strumento di valutazione

Fase 3: *applicazione dello strumento*

Fase 4: presentazione e discussione ***dell'indice di circolarità raggiunto***, del rapporto focalizzato sui punti di forza e di debolezza, delle possibili ***azioni di miglioramento***



Alessio Novi
Istituto di Management – Scuola Superiore Sant’Anna
[*alessio.novi@santannapisa.it*](mailto:alessio.novi@santannapisa.it)
[*https://www.linkedin.com/in/alessio-novi/*](https://www.linkedin.com/in/alessio-novi/)

Sustainability Management (SuM)
Istituto di Management
Scuola Superiore Sant’Anna

Piazza Martiri della Libertà, 24 - 56127 Pisa

[https://www.santannapisa.it/it/istituto/management/
sum-management-della-sostenibilita](https://www.santannapisa.it/it/istituto/management/sum-management-della-sostenibilita)

