

Presentazione di supporto per i docenti
di Architettura/Ingegneria civile

Capitolo 11

Sostenibilità degli acciai inossidabili

Definizioni

- **Gas serra (GHG):** emissione di tonnellate di CO₂-equivalente /tonnellata di acciaio ⁽¹⁾
- **Potenziale di riscaldamento globale (GWP):** nessun rapporto unitario delle capacità dei diversi gas serra (GHG) di catturare il calore nell'atmosfera rispetto a quelle dell'anidride carbonica (CO₂) ⁽⁷⁾. Per esempio, il GWP del metano è 28 per un periodo di 100 anni. Il GHG primario emesso nella produzione dell'acciaio è CO₂.
- **Consumo di Energia Primaria (GJ/T) GWP anche denominato Intensità Energetica:** Il consumo energetico richiede di produrre 1 tonnellata di materiale primario (come ad esempio l'acciaio). ⁽¹⁾
- **Requisito di energia lorda (GER):** è la quantità totale di energia necessaria per un prodotto. ⁽⁸⁾
- **Efficienza dei materiali:** misura la quantità di materiale non destinato allo smaltimento permanente, all'interramento o alla termodistruzione, relativamente alla produzione di acciaio grezzo. ⁽¹⁾

Definizioni

- **Inventario del ciclo di vita (LCI):** un metodo strutturato, completo e standardizzato a livello internazionale. Quantifica tutte le emissioni relative e le risorse consumate e gli impatti correlati alla salute e all'ambiente e i problemi di depauperamento delle risorse associati all'intero ciclo di vita dei prodotti. ⁽³⁾
- **Costo del ciclo di vita (LCC):** è uno strumento per valutare il costo totale di un bene nel tempo, compresi i costi di acquisizione, funzionamento, manutenzione e smaltimento. ⁽⁴⁾
- **Valutazione del ciclo di vita (LCA):** è uno strumento che aiuta a quantificare e valutare i carichi ambientali e gli impatti associati ai sistemi di prodotto e alle attività, dall'estrazione delle materie prime dal terreno al fine vita e allo smaltimento dei rifiuti. L'utilizzo di tale strumento è sempre più diffuso in industrie, governi e gruppi ambientali per facilitare il processo decisionale delle strategie ambientali e la scelta dei materiali.

Definizioni

Indicatori di sicurezza:

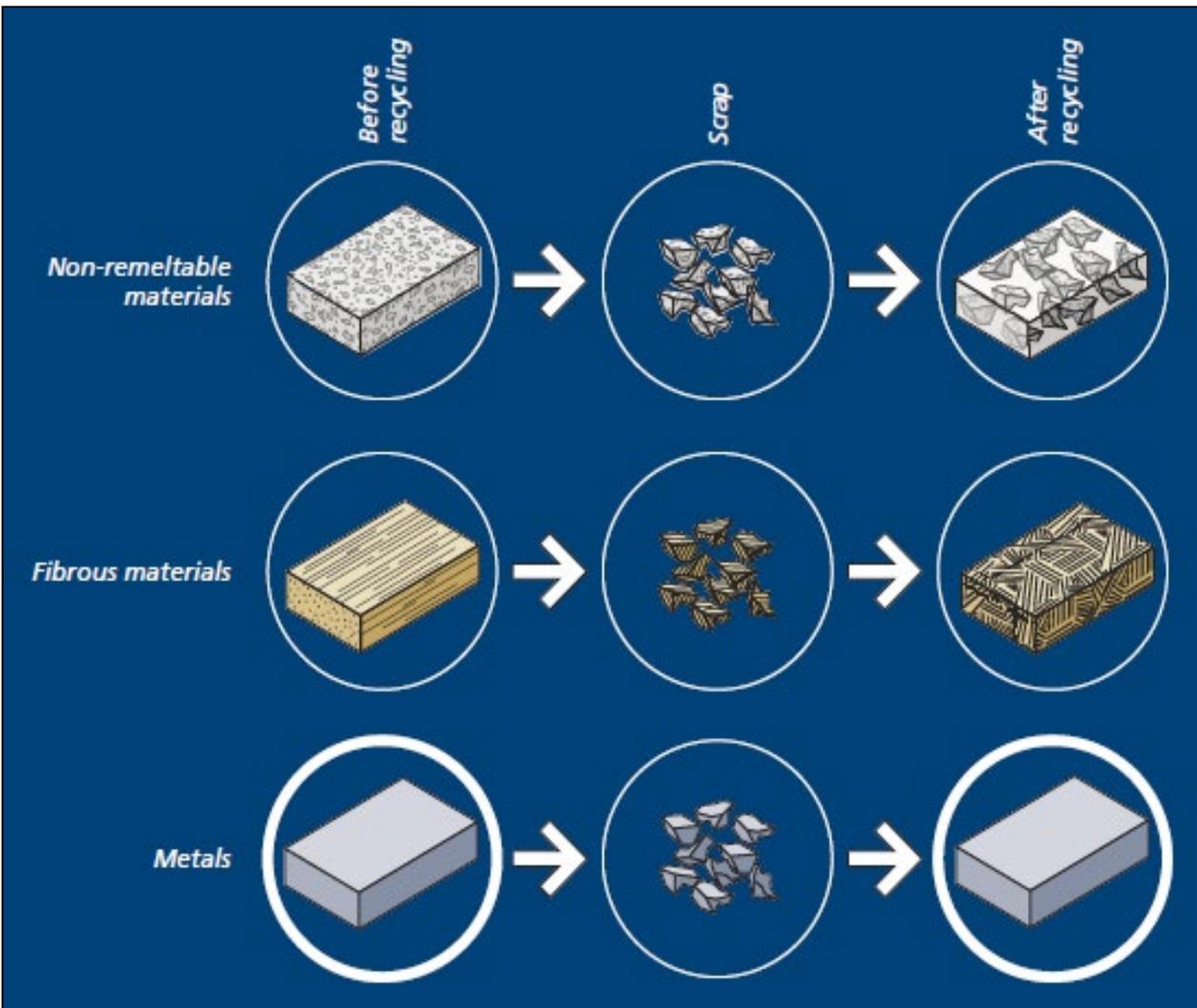
- **Infortuni con perdita di tempo:** l'indice di frequenza degli infortuni con perdita di tempo per ogni 1.000.000 ore lavorative. ⁽¹⁾

Indicatori di riciclaggio:

- **Percentuale di riciclaggio** la quantità di materiale a fine vita (EOL) raccolto e inserito nella catena di riciclaggio (contrariamente al materiale che viene interrato). ⁽⁵⁾
- **Contenuto riciclato** è definito come la percentuale, in massa, di materiale riciclato di un prodotto nella fase post-consumatore e pre-consumatore. ⁽⁶⁾
- **Carico di rifiuti solidi (SWB):** comprende rifiuti di miniera, residui della vagliatura, scorie e ceneri degli impianti di produzione

Commenti sugli indicatori:

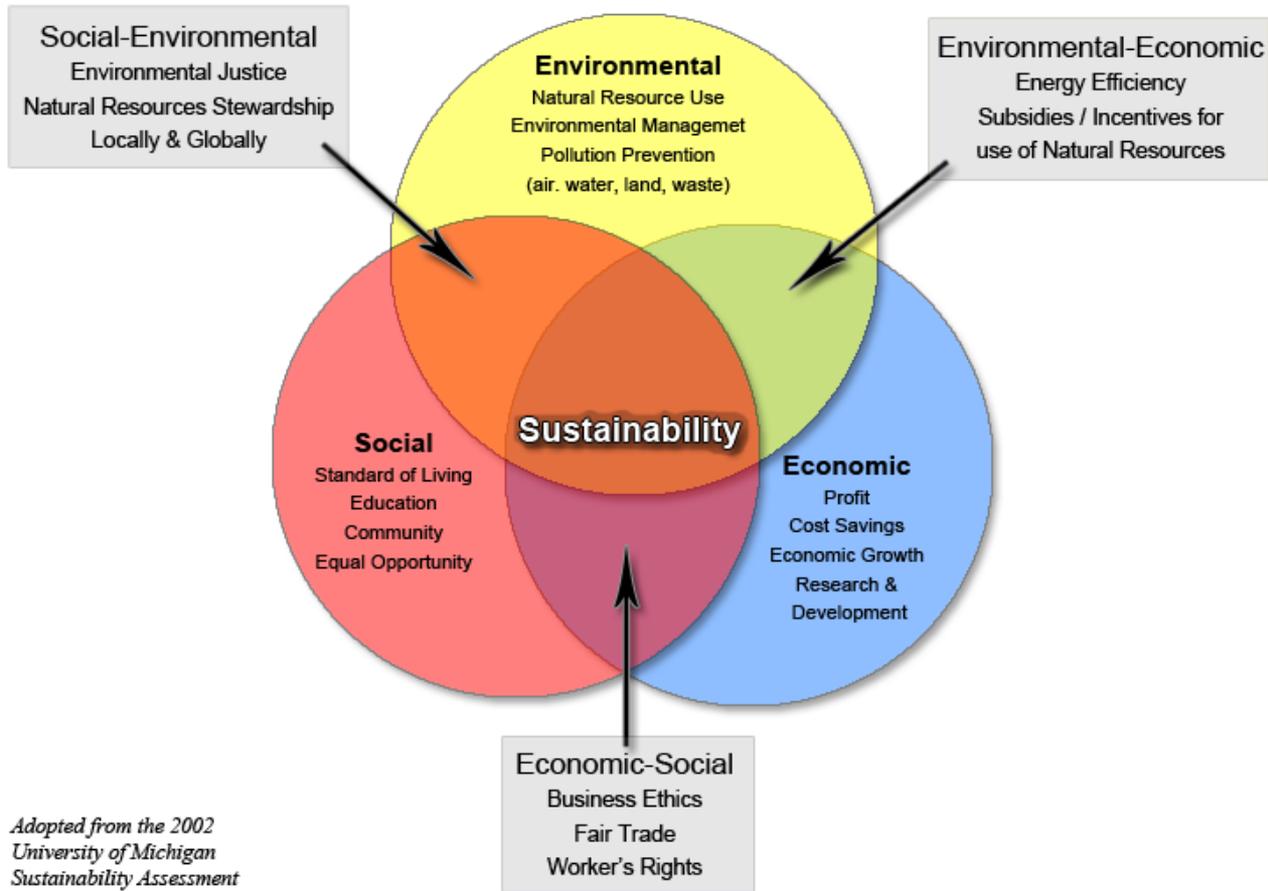
Gli indicatori di riciclaggio non tengono conto del «downcycling» (riutilizzo dei materiali post-consumo).



I metalli possono essere riciclati senza perdita di qualità.

I legami metallici si ripristinano con la risolidificazione, quindi i metalli recuperano continuamente le proprietà operative originali, anche dopo molteplici cicli di riciclaggio. Questo consente loro di essere utilizzati più e più volte per la stessa applicazione.

Al contrario, le caratteristiche operative della maggior parte dei materiali non metallici degradano dopo il riciclaggio. ⁽⁴⁵⁾



Sostenibilità

"La sostenibilità riguarda il ciclo completo della costruzione di un prodotto ossia dall'acquisizione della materia passando dalla pianificazione, progettazione, costruzione e operatività fino alla demolizione finale e alla gestione dei rifiuti". (Rossi, B. 2012)⁹

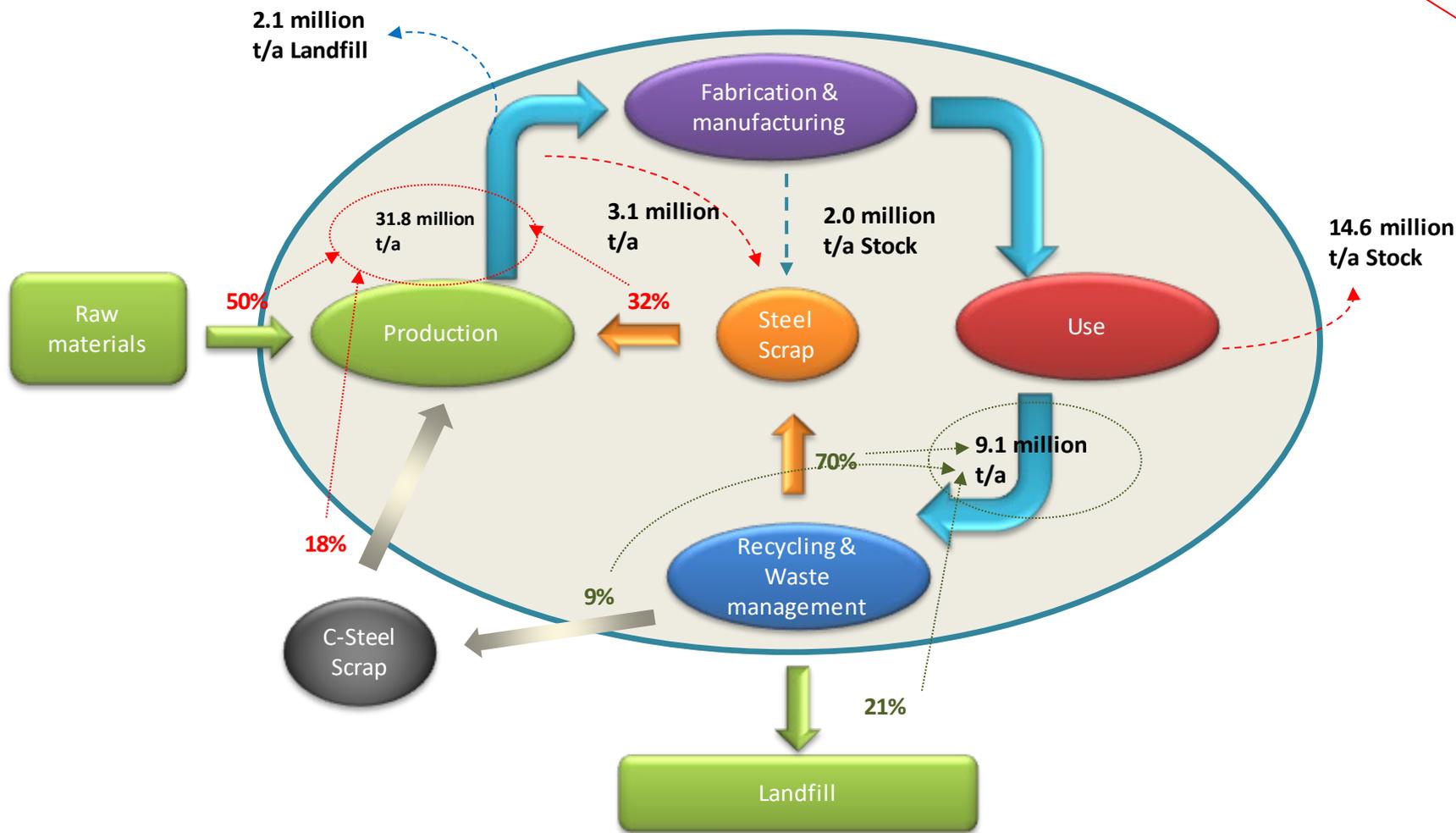
Sostenibilità dell'acciaio inossidabile:

1. Ambientale
2. Sociale
3. Economica

1. Produzione

ambientale ⇨ uso ⇨ e riciclaggio¹⁵

AGGIORNATO
AL 2015!



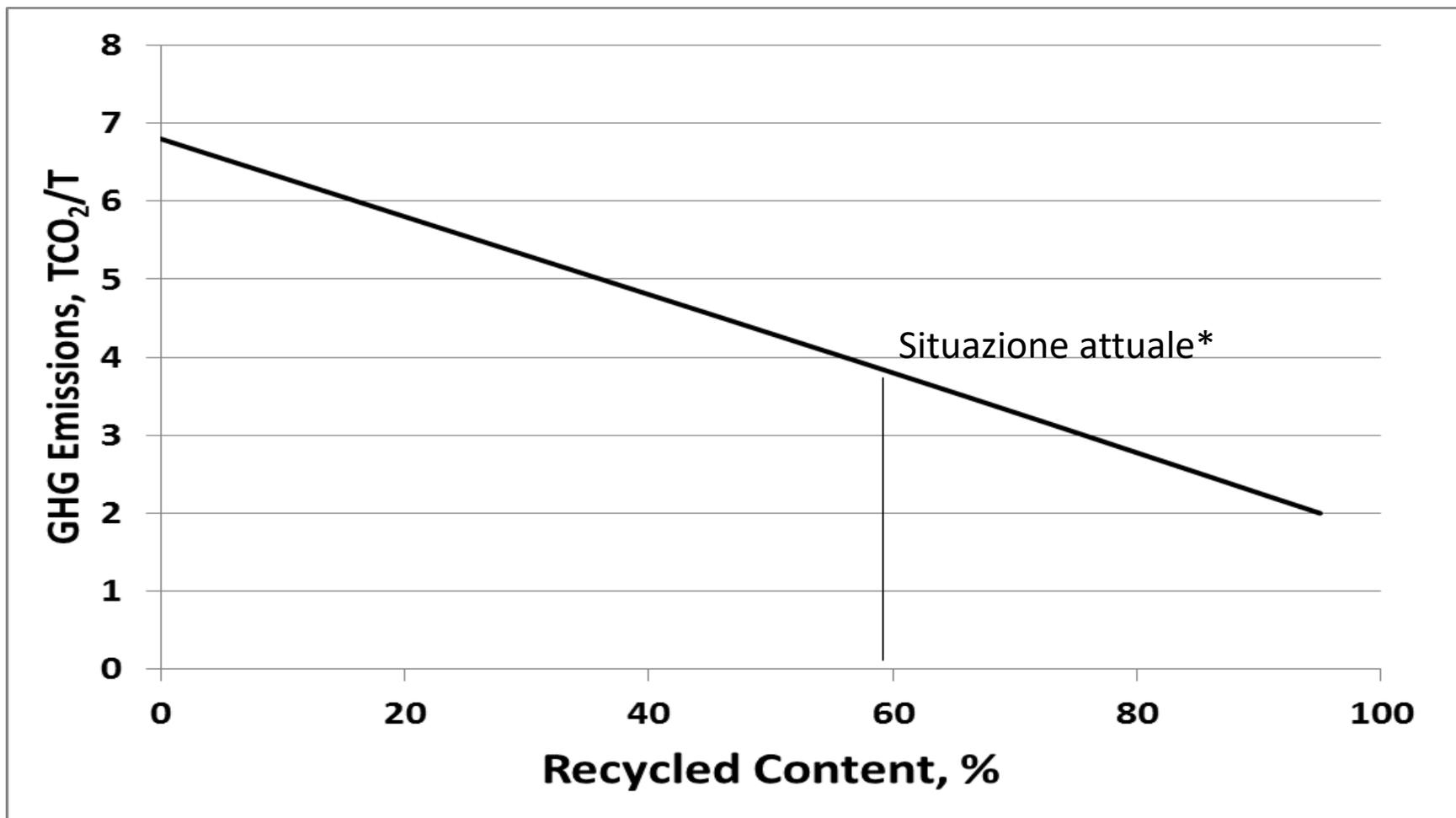
Ciclo di vita dell'acciaio inossidabile nel 2010. (Università di Yale/Progetto ISSF per l'acciaio inossidabile 2013)

Maggiori informazioni sull'uso e il riciclaggio ^{15, 23-25}

**AGGIORNATO
AL 2015!**

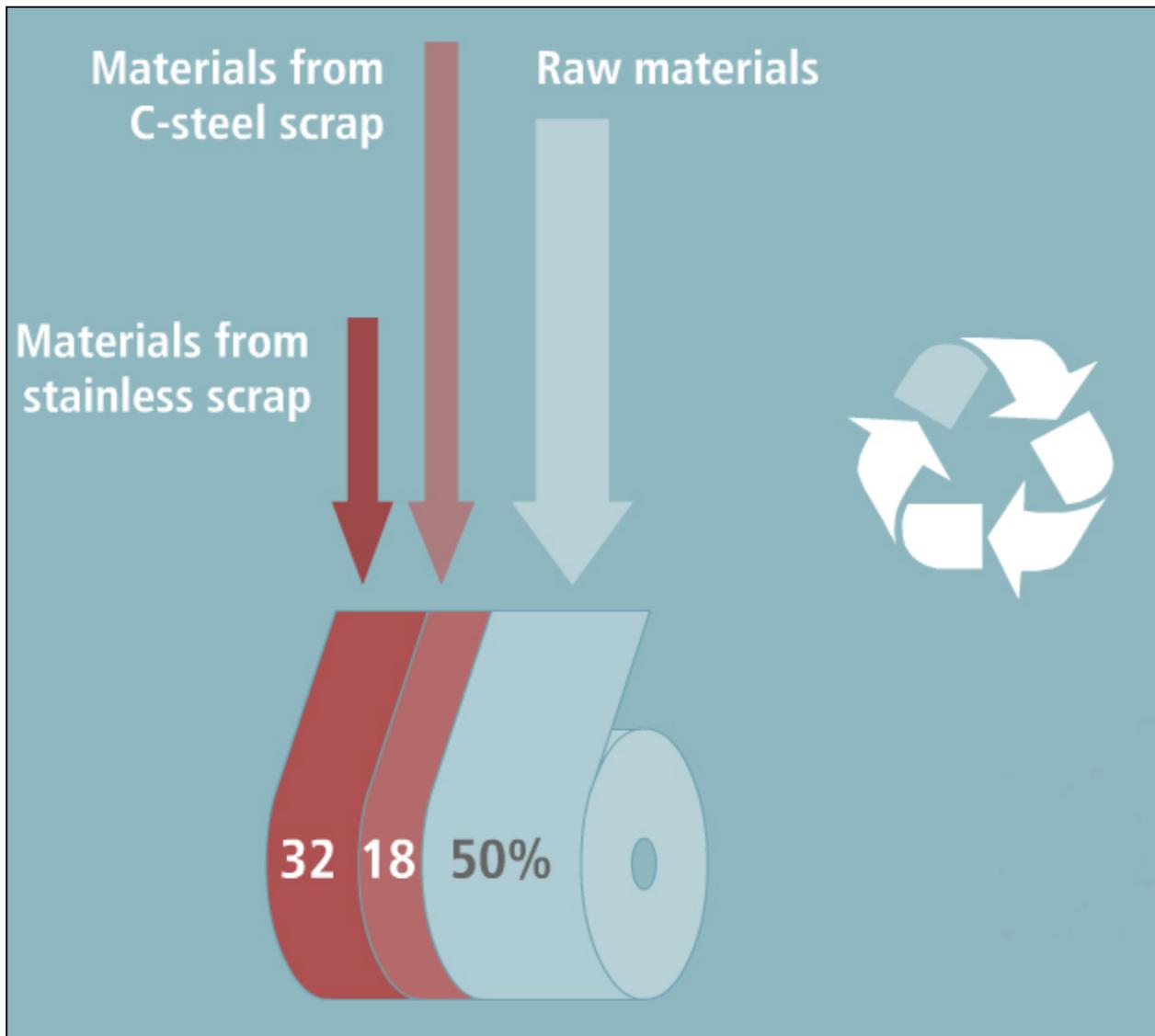
End Use Sector	Average lifetime (in years)	To landfill	Collected for recycling		
			Total	As stainless steel	As carbon steel
Building and infrastructure	50	8%	92%	95%	5%
Transportation (passenger cars)	14	13%	87%	85%	15%
Transportations (others)	30				
Industrial Machinery	25	8%	92%	95%	5%
Household Appliances and Electronics	15	30%	70%	95%	5%
Metal Goods	15	40%	60%	80%	20%

Emissioni GHG vs. contenuto riciclabile ^{11, 12, 13, 14}



* Il contenuto riciclato è limitato dalla disponibilità di rottame

**AGGIORNATO
AL 2015!**

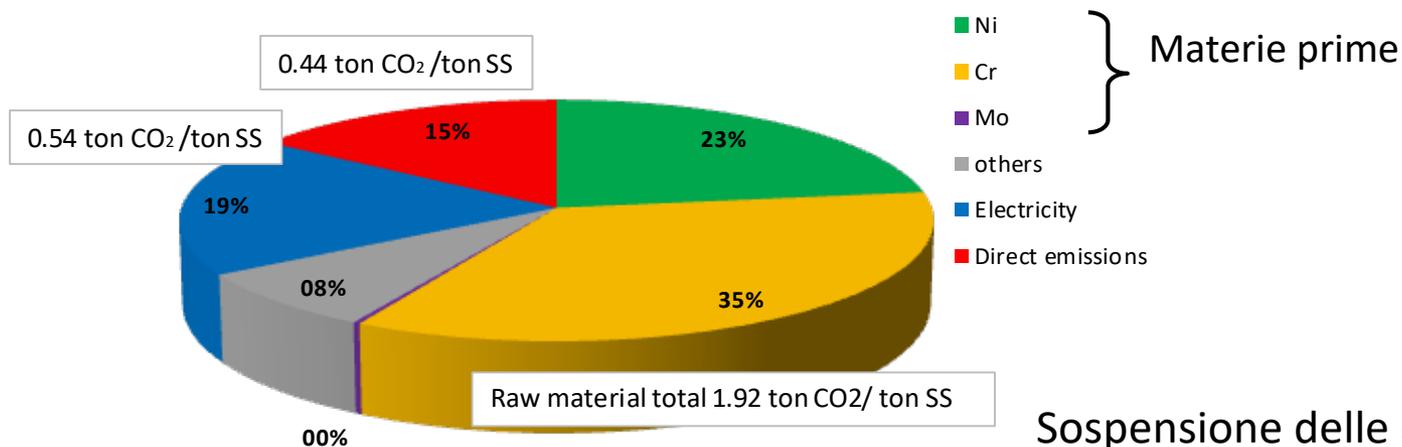


Contenuto riciclato di acciaio inossidabile

Emissioni di gas serra per l'acciaio inossidabile ⁽¹⁵⁾

AGGIORNATO
AL 2015 !

3,3 tonnellate di CO₂/ tonnellate di acciaio inossidabile ⁽¹⁶⁾

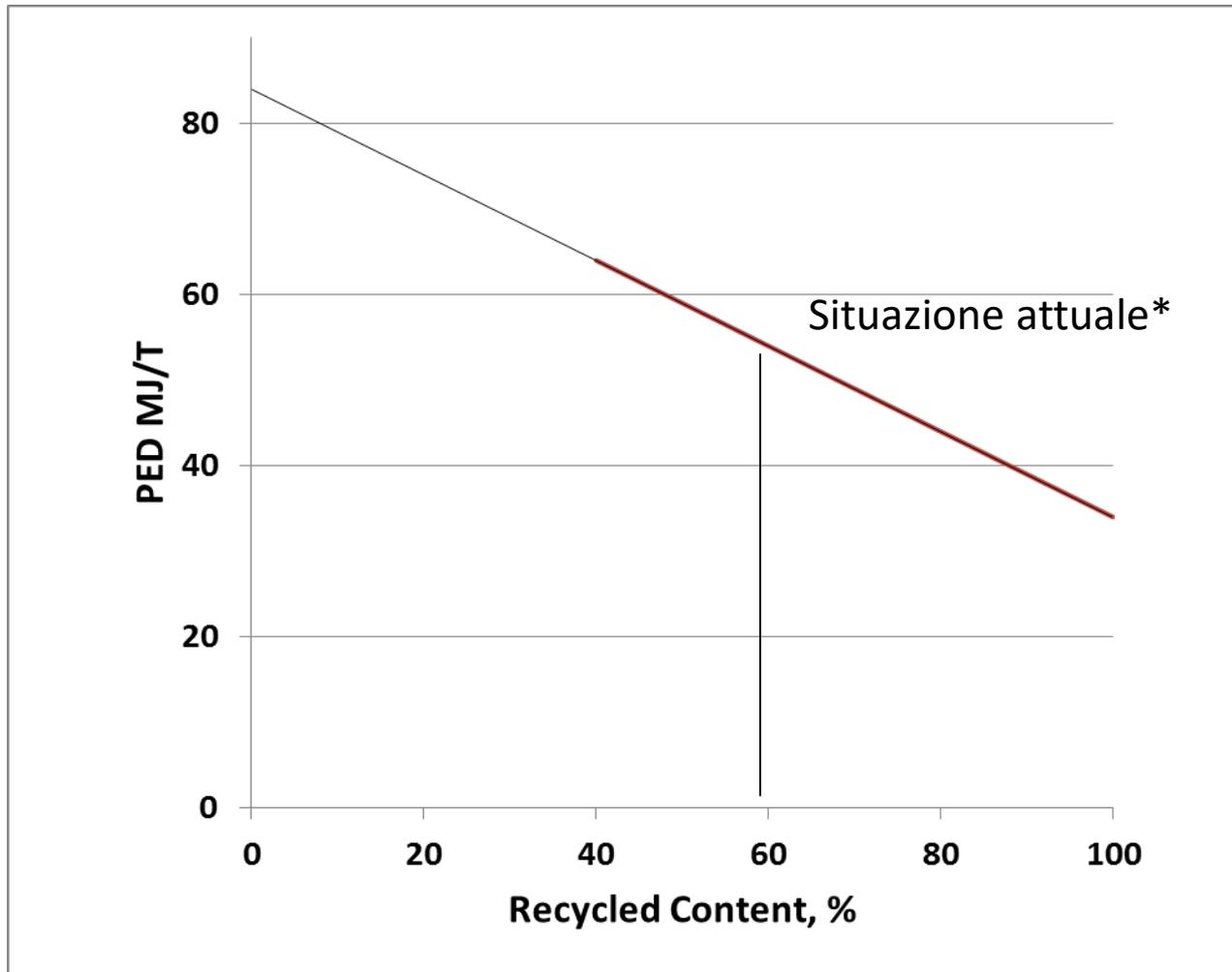


Sospensione delle emissioni:

- Materie prime: ~58 %
- Produzione di energia elettrica: ~19 % ⁽¹⁷⁾
- Produzione di acciaio: ~15%

Nota: non si tiene conto del nickel prodotto dal Nickel Pig Iron Route, per il quale il dato relativo al Ni è stimato 3 volte superiore. La Cina è attualmente l'unico paese che usa il Nickel Pig iron

Domanda di energia primaria¹⁸



* Il contenuto riciclato è limitato dalla disponibilità di rottame

Impatti ambientali per la produzione di metallo “dalla culla al cancello” ¹⁹

Metallo	Processo	GER (MJ/kg)	GWP (kg CO _{2e} /kg)	AP (kg SO _{2e} /kg)	SWB (kg/kg)
Acciaio inossidabile	Forno elettrico e AOD	75	6.8	0.051	6.4
Acciaio	Percorso integrato (BF e BOF)	23	2.3	0.020	2.4
Alluminio	Raffinazione Bayer, fusione Hall-Heroult	361	35.7	0.230	16.9
Rame	Fusione/conversione e raffinazione elettrolitica	33	3.3	0.040	64
	Lisciviazione in cumulo e SX/EW	64	6.2	-	125

GER: Requisito di energia lorda

AP potenziale: Potenziale di acidificazione

GWP: Riscaldamento globale

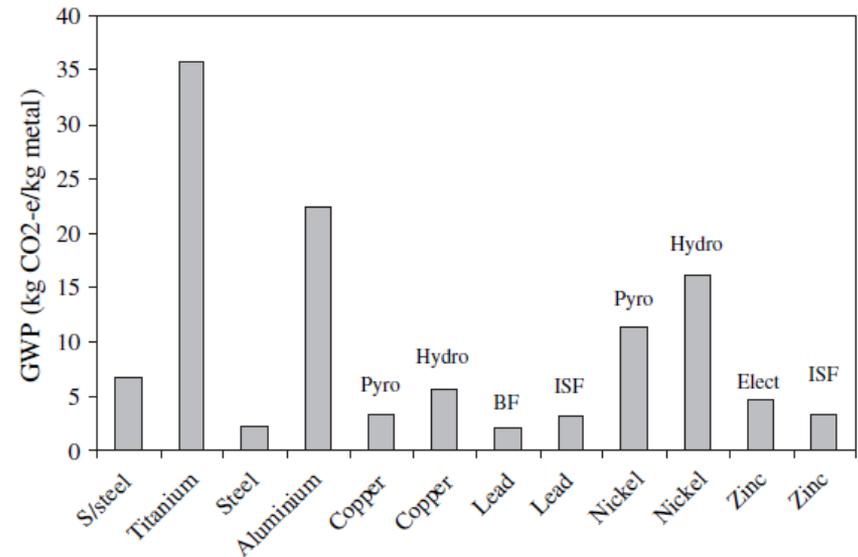
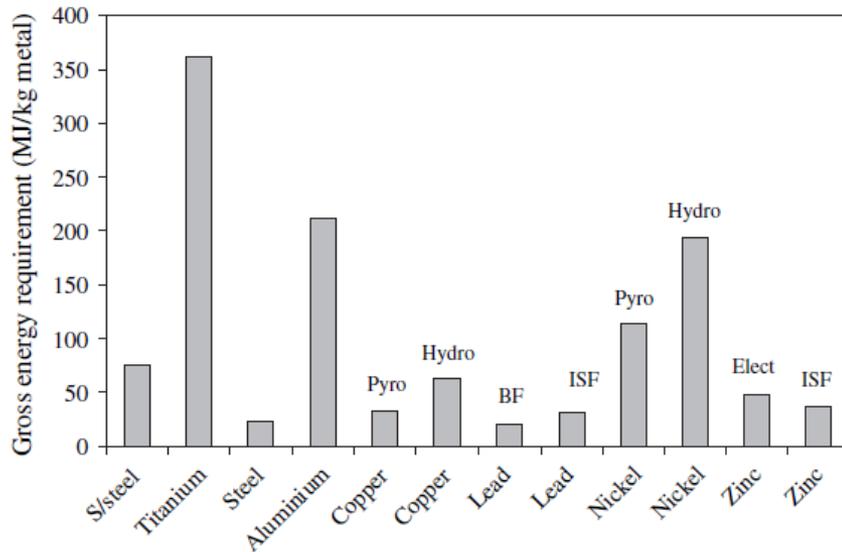
SWB: Carico di rifiuti solidi

Impatti ambientali per la produzione di metallo “dalla culla al cancello”²⁰

Requisito di energia lorda per la produzione di vari metalli "dalla culla al cancello"

Potenziale di riscaldamento globale per la produzione di vari metalli "dalla culla al cancello"

(senza nessun contenuto riciclato)



I materiali non sono utilizzati nella stessa quantità per la stessa funzione o lo stesso servizio²¹

Esempio:

Il potenziale ambientale indicativo ha un impatto per 3 diverse finiture murali.

Materiale	PED (MJ/m²)	GWP (Kg CO₂-eq./m²)	Scenario a fine vita (EOL)
Laminato ad alta pressione come ad es. Trespa®	759.3	23.9	50% riutilizzo + 50% discarica
Stucco generico	144.2	12.7	Non riciclato
Acciaio inossidabile 0.5mm	140.5	7.2	RR = 95%
Acciaio inossidabile 0.8 mm	191.7	11.3	RR = 95%

Efficienza dei materiali



Ridurre:

la quantità di materia prima per produrre acciaio inox. (40%), di conseguenza l'emissione di CO2 diminuisce.

Riutilizzare:

La durata degli acciai inossidabili rende il riutilizzo molto importante.

Esempi: bottiglie, tazze, ciotole, cannucce...





Esempio: Riutilizzare²²

I pannelli di acciaio inossidabile si sono sporcati e graffiati dopo circa 50 anni di utilizzo. Durante la ristrutturazione dell'ingresso, i pannelli di acciaio inossidabile vecchi di 50 anni sono stati rimossi, puliti, rifiniti e riutilizzati.

Efficienza dei materiali



Riciclare:

L'acciaio inossidabile è riciclabile al 100%, tutto il rottame raccolto (82%) viene riutilizzato.

Produzione di acciaio inossidabile con zero rifiuti ⇒ Scorie e polvere sono i principali sottoprodotti e rifiuti che derivano dalla produzione di acciaio. Esempio: le scorie sono utilizzabili nell'asfalto per la realizzazione di strade.

LEED* e dati LCI sull'acciaio inossidabile

- Il Green Building Council statunitense ha rilasciato la certificazione “*Leadership in Energy and Environmental Design” versione 4 (LEED v4) nel 2013
 - La nuova versione include cambiamenti a favore dell'acciaio inossidabile:
 - Maggiore enfasi sulla durata in servizio
 - Requisiti più stretti per le emissioni VOC** (un problema per alcuni materiali come la plastica)
- L'amministrazione dei servizi generali statunitense (gestisce gli edifici e le proprietà US) ha recentemente approvato l'uso di LEED
 - Gli stati e i governi locali richiedono sempre più la certificazione LEED o certificazioni simili per i nuovi edifici o per modificare quelli esistenti

** VOC: Composti organici volatili: per l'acciaio inossidabile, emissioni molto ridotte durante l'elaborazione e la fabbricazione (ancora nessun dato disponibile) e nessuna emissione durante l'uso



Edificio sostenibile con acciaio inossidabile - The David L. Lawrence Convention Center, Pittsburgh (2003) ²⁶

Tetto di acciaio inossidabile:

- Acciaio inossidabile S30400
- Misure: 280 × 96m
- Rivestito con 23.000m² di 0,6mm (calibro 24), pesa circa 136 tonnellate.

Edificio sostenibile con acciaio inossidabile: stato Gold LEED

Lo stato Gold **LEED** (Leadership in Energy and Environment Design) riconosce:

- il rinnovamento di aree industriali dismesse
- la sistemazione di trasporti alternativi
- il consumo ridotto di acqua
- prestazioni energetiche efficienti
- l'uso di materiali che non emettono o emettono basse quantità di tossine
- il design innovativo



Opere civili sostenibili con l'acciaio inossidabile: il pontile di Progreso ²⁷

A Progreso, in Messico, è stato costruito un pontile nel 1970. L'ambiente marino ha corroso l'armatura in acciaio al carbonio – la struttura è crollata.



Opere civili sostenibili con l'acciaio inossidabile: il pontile di Progresso

Il pontile vicino è stato eretto nel 1937 – 1941 usando armature in acciaio inossidabile.



Opere civili sostenibili con l'acciaio inossidabile: il pontile di Progreso

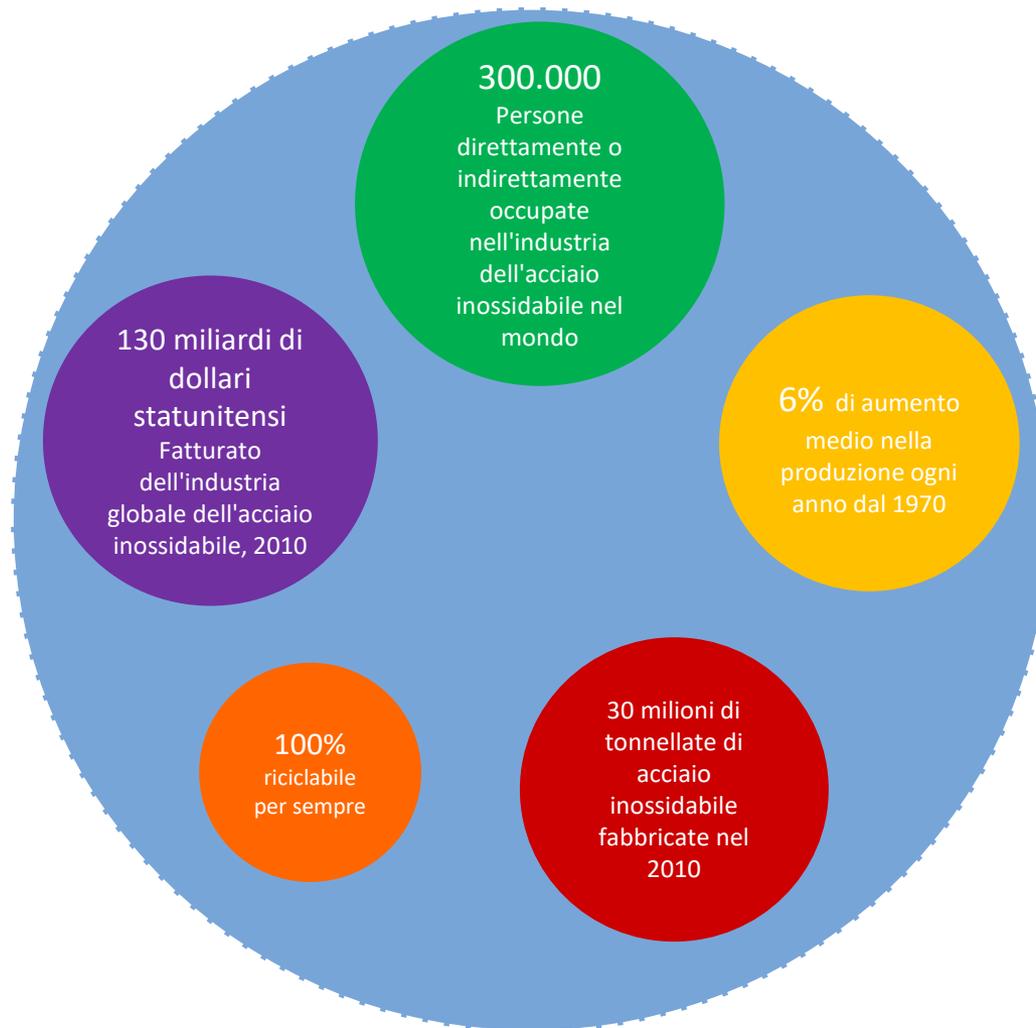
Da allora, non sono stati necessari interventi di manutenzione ed è rimasto intatto.

2. Sociale

Un materiale sostenibile non danneggia le persone che lo lavorano o producono, che lo manipolano durante l'uso, il riciclaggio e lo smaltimento finale.

- L'acciaio inossidabile non è pericoloso per le persone né durante la produzione né durante l'utilizzo. Per queste ragioni, gli acciai inossidabili sono il materiale primario nelle applicazioni mediche, alimentari, domestiche e di catering.
- La sicurezza, come ad esempio un posto di lavoro sano ed esente da infortuni, è la priorità fondamentale per l'industria dell'acciaio inossidabile.
- L'acciaio inossidabile migliora anche la qualità di vita permettendo dei progressi tecnici. Ad esempio gli impianti che ci forniscono acqua potabile, cibo e farmaci non sarebbero così igienici ed efficienti senza l'acciaio inossidabile.

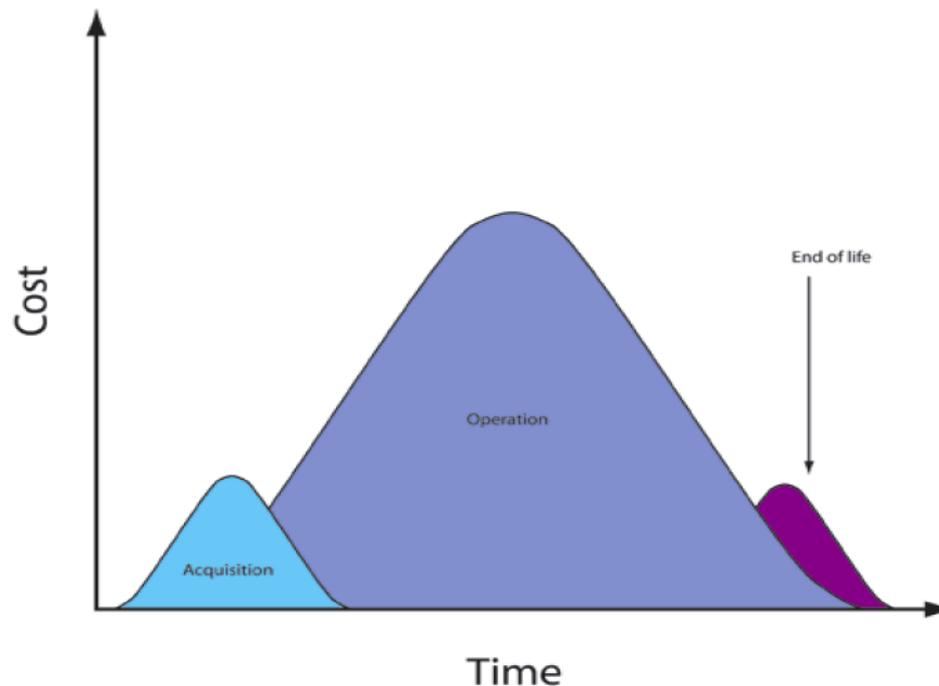
3. Economica



Costo del ciclo di vita (LCC) ³⁰

- LCC è il costo di un bene durante il suo ciclo di vita, mentre adempie ai requisiti delle prestazioni (ISO 15686-5).
- LCC è la somma di tutti i costi correlati a un prodotto sostenuti durante il ciclo di vita:

ideazione ⇒ **fabbricazione** ⇒ **funzionamento** ⇒ **fine vita**



Source: Methodology of life cycle costing, European commission

Costo del ciclo di vita (LCC)

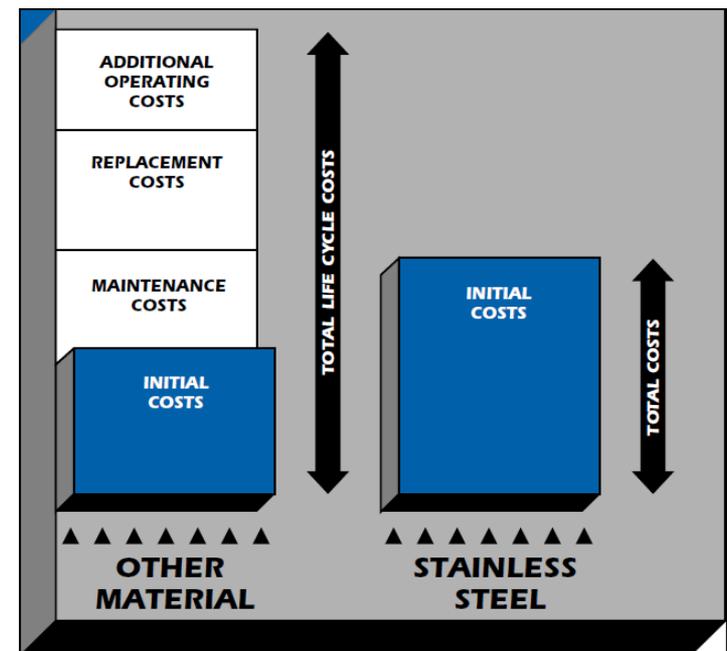
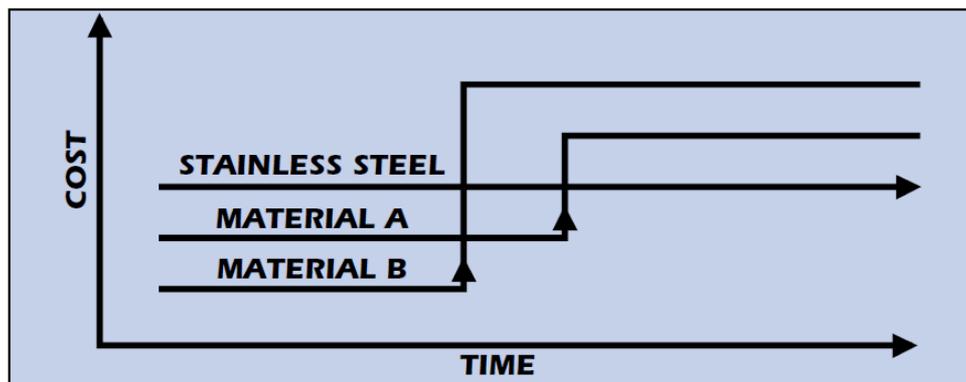
LCC è una procedura matematica che aiuta a prendere decisioni sugli investimenti e/o confronta diverse opzioni di investimento.

All Costs at Present Value Before Addition:					
Total life cycle cost (LCC)	Initial materials acquisition costs (AC)	Initial materials installation & fabrication costs (IC)	Operating & maintenance costs (OC)	Lost production costs during down-time (LP)	Replacement materials costs (RC)
LCC	= AC	+ IC	+ $\sum_{n=1}^N \frac{OC}{(1+i)^n}$	+ $\sum_{n=1}^N \frac{LP}{(1+i)^n}$	+ $\sum_{n=1}^N \frac{RC}{(1+i)^n}$

Where: **N** = Desired service life **i** = Real interest rate **n** = Year of the event

L'acciaio inossidabile non è costoso se si considera il costo del ciclo di vita ³¹

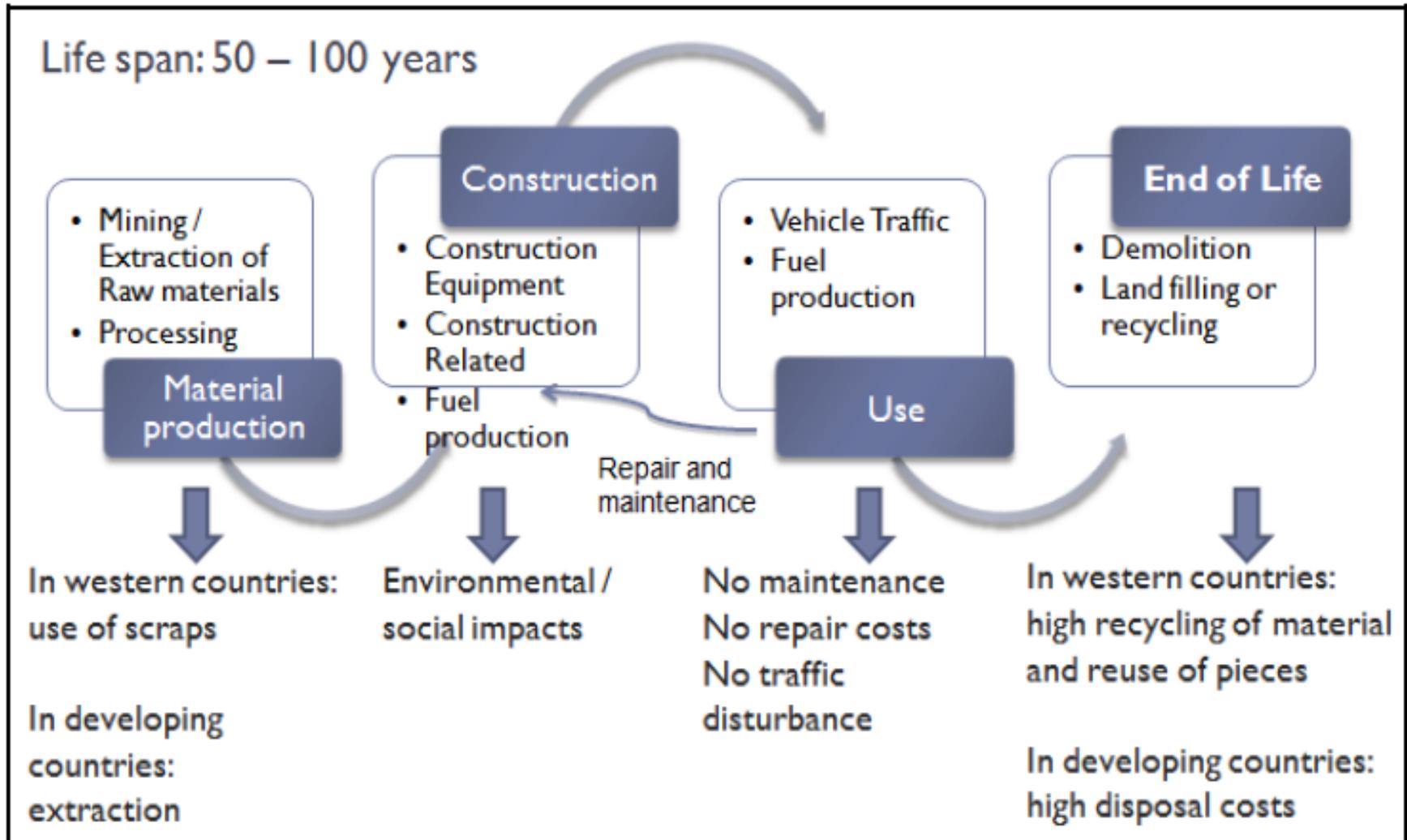
Il costo di altri materiali aumenta sostanzialmente nel tempo, mentre il costo dell'acciaio inossidabile si mantiene normalmente costante.



"La corrosione dei metalli costa ogni anno oltre 300 miliardi di dollari all'economia degli Stati Uniti. Si stima che circa un terzo di questo costo (100 miliardi di dollari) sia evitabile usando la migliore tecnologia conosciuta. Ciò comincia con la progettazione, la scelta di materiali anticorrosione come l'acciaio inossidabile e quantificando i costi iniziali e futuri compresa la manutenzione con il costo del ciclo di vita/le tecniche LCC. "

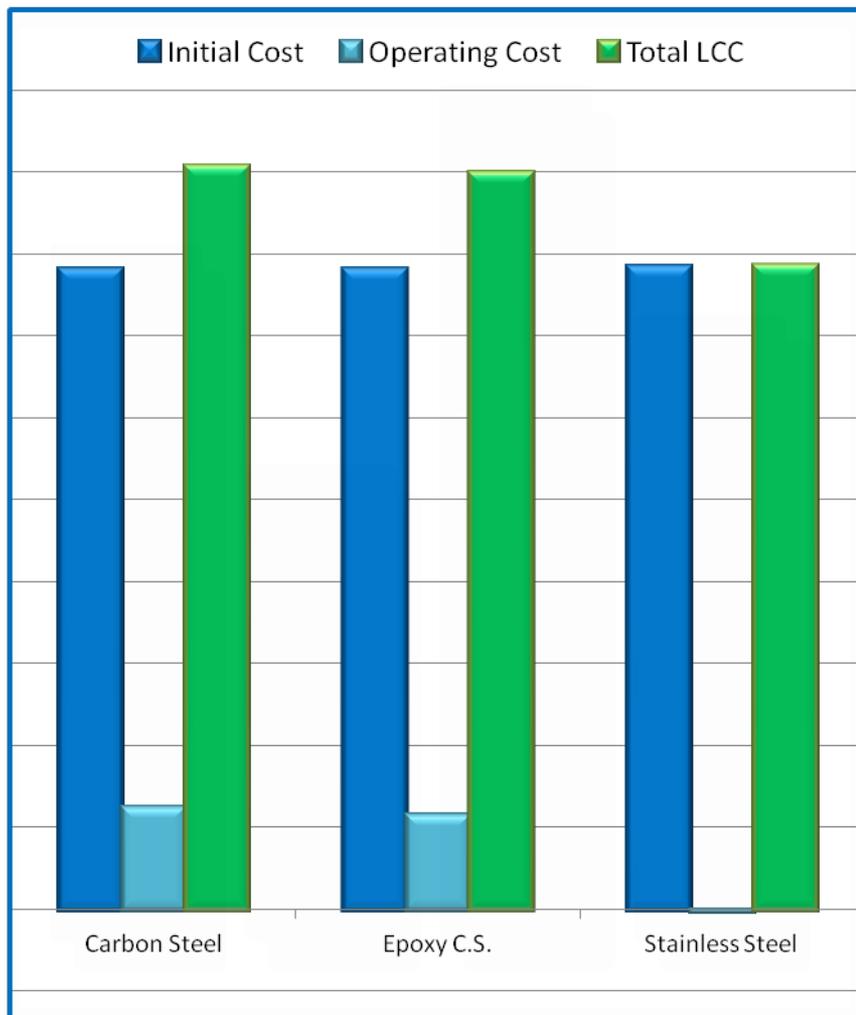
Esempio LCC: Ponti

Esempio delle fasi del ciclo di vita di un ponte di acciaio inossidabile e dei suoi impatti sull'ambiente in diverse aree del mondo



Esempio LCC: Ponte

Sintesi del costo del ciclo di vita di un ponte di un'autostrada in cemento armato ³²



Descrizione	Acciaio al carbonio	Acciaio al carbonio epossidico	Acciaio inossidabile
Costi del materiale	8.197	31.420	88.646
Costi di fabbricazione	0	0	0
Altri costi di installazione	15.611.354	15.611.345	15.611.354
Costi iniziali	15.619.551	15.642.774	15.700.000
Manutenzione	0	0	0
Sostituzione	256.239	76.872	-141
Produzione persa	2.218.524	2.218.524	0
Materiale correlato	0	0	0
Costi di esercizio	2.247.763	2.295.396	-141
LCC totale (USD)	18.094.314	17.937.170	15.699.859

Esempio LCC: Copertura di tetti

Costo del ciclo di vita di un tetto ^{33, 34, 35}



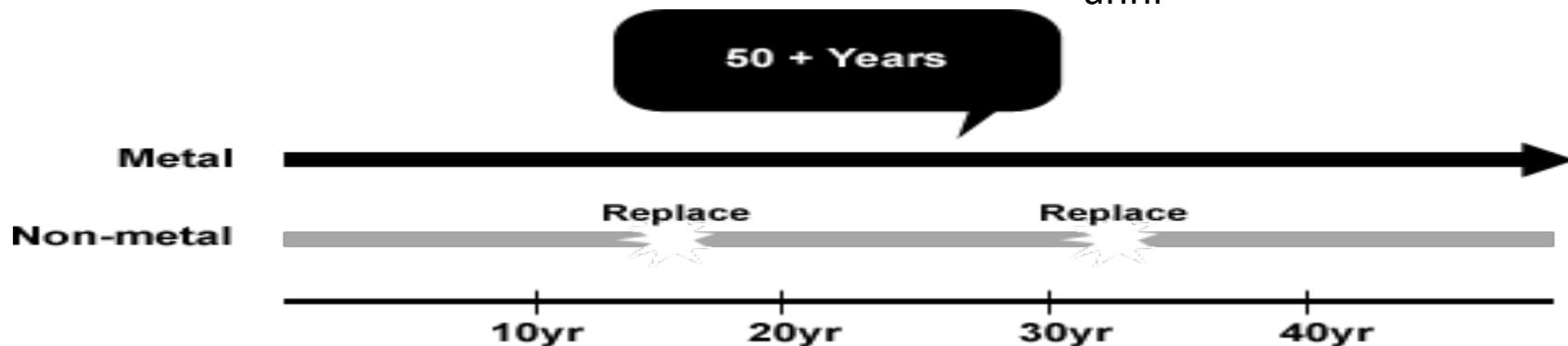
Sistemi tradizionali per la copertura di tetti, ~30 anni



Sistema metallico per la copertura di tetti, 40-50 anni

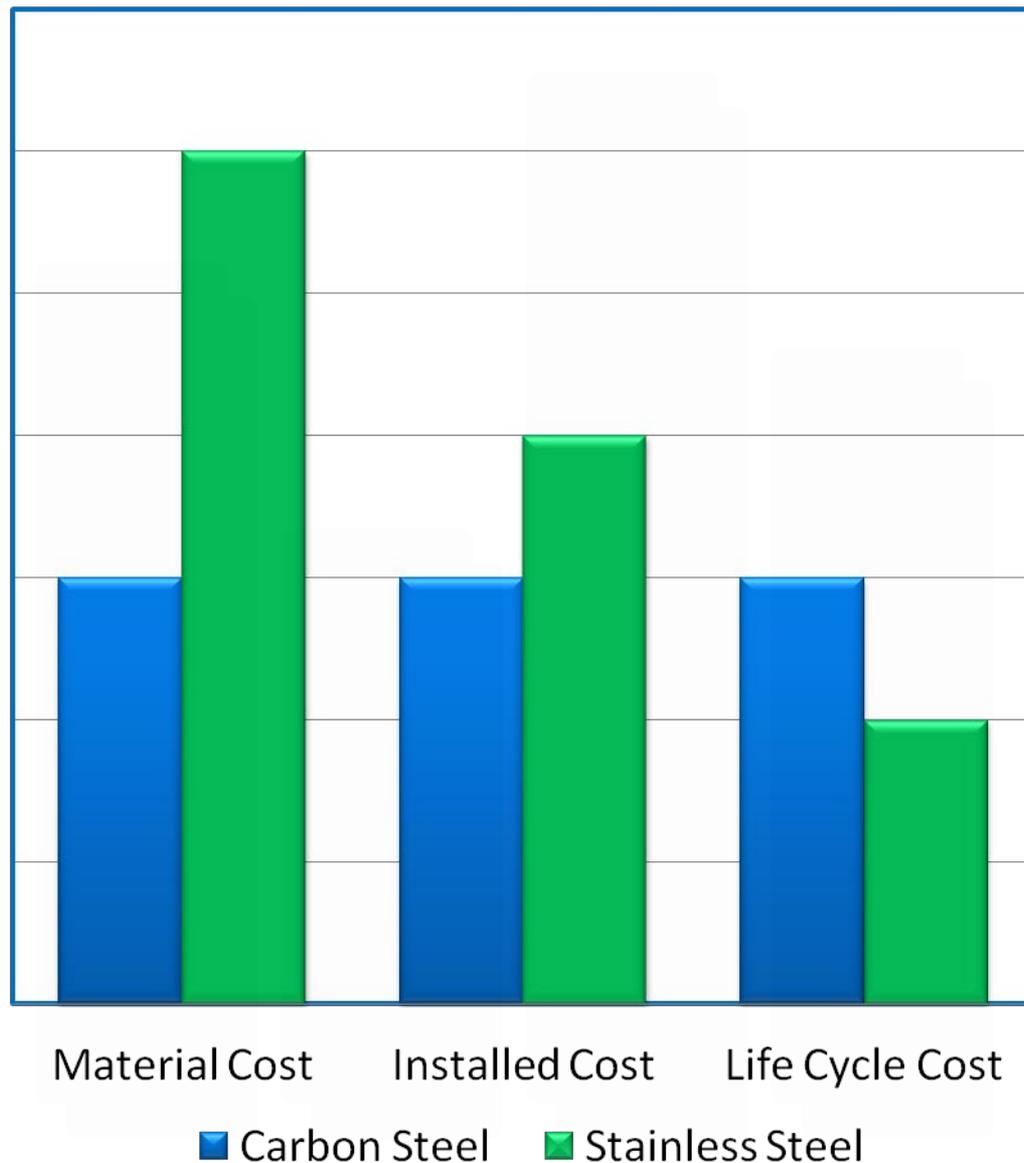


Sistema in acciaio inossidabile per la copertura di tetti, più di 50 anni



Esempio LCC: Copertura di tetti

Confronto di prezzo tra acciaio al carbonio zincato rivestito 0.6 mm e a acciaio inossidabile 0.4 mm di grado 1.4401: Grazie alle proprietà meccaniche degli acciai inossidabili, lo spessore del materiale può essere ridotto fino a 0.5 o 0.4 mm, ottenendo un peso più leggero (4,68 kg/m² per l'acciaio al carbonio rivestito 0.7 mm, 3,12 kg/m² per l'acciaio inossidabile). Mentre l'acciaio al carbonio ha un'aspettativa di vita pari a 15-20 anni, la durata in servizio di un tetto in acciaio inossidabile è generalmente quella dell'edificio.



Architettura in acciaio inossidabile senza tempo⁴³



Savoy hotel, London, 1929



Empire State building, New York, 1931



Chrysler Building, New York, 1930



Helix Bridge, Singapore, 2011



Petronas Towers, Kuala Lumpur



Cloud Gate "Jelly Bean", Chicago, 2008

Confronto del costo del ciclo di vita ^{36, 37, 38, 39, 40}

Monumento	Data di completamento	Materiale	Altezza	Manutenzione
<p>Torre Eiffel - Parigi</p> 	<p>1889</p> 	<p>Ferro battuto</p>	<p>324m</p>	<p>Ogni 7 anni. Ogni intervento di verniciatura dura circa un anno e mezzo (15 mesi). 50-60 tonnellate di vernice, 25 imbianchini, 1500 pennelli, 5000 dischi per carteggiatura e 1500 set di abiti da lavoro.</p>
<p>Chrysler Building (tetto e ingresso) – New York</p> 	<p>1930 (tetto 1929)</p> 	<p>Acciaio inossidabile austenitico (302)</p>	<p>319m</p>	<p>Due volte nel 1951, 1961. La soluzione per la pulitura del 1961 non è nota. Nel 1995 è stato utilizzato un detergente delicato, sgrassante e abrasivo.</p>

Cosa rende l'acciaio inossidabile “verde”?

Valutazione ambientale dell'acciaio inossidabile ⁴¹

Che cos'è il contenuto riciclato?	60%
È riciclabile al 100%?	Sì
Offre una lunga durata?	Sì (riduce la manutenzione e la frequenza dello smaltimento)
È presente contenuto riciclato?	Sì (sia post-consumatore sia post-industriale)
I rifiuti da costruzione sono deviati dalle discariche?	Sì (elevato valore del rottame e potenziale di riutilizzo del prodotto)
Può essere recuperato e riutilizzato durante gli interventi di ristrutturazione?	Sì
È un materiale a basse emissioni?	Sì (no rivestimenti = zero emissioni)
Può contribuire al miglioramento della qualità dell'aria al chiuso?	Sì (nessun composto organico volatile (VOC), eliminazione di batteri, tubatura resistente alla corrosione)
Aiuta a evitare l'uso di materiali tossici?	Sì (barriere antitermite durature, deflusso minimo del tetto)
Può risparmiare energia?	Sì (frangisole, copertura di tetti, inserti di balconi)
Contribuisce a generare energia pulita?	Sì (pannelli solari, scrubber di centrale elettrica)
Può conservare l'acqua?	Sì (linee dell'acqua e serbatoi resistenti alla corrosione e ai terremoti)
I pannelli riflettenti possono aggiungere luce naturale?	Sì
Può estendere la vita di altri materiali?	Sì (ancoraggi di pietra e muratura, dispositivi di fissaggio per legno e metalli come ad es. Al)

CONCLUSIONI

- La sostenibilità è una grande e importante sfida per il futuro dell'industria dell'acciaio inossidabile. Sono stati fatti degli sforzi per ridurre le emissioni di CO2 aumentando la riciclabilità e migliorando i processi.
- L'acciaio inossidabile ha una combinazione di proprietà di cui occorre tener conto nel processo decisionale in fase di progettazione:
 - Caratteristiche meccaniche
 - Proprietà di resistenza alla corrosione
 - Resistenza al fuoco
 - Riciclabilità
 - Lunga durata
 - Bassi costi di manutenzione
 - Neutralità, è igienico
 - Valore estetico
 - Neutralità all'acqua piovana

Grazie

Riferimenti e fonti (1/3)

1. <https://www.worldsteel.org/en/dam/jcr:a5cd469c-89cb-4d57-9ad8-13a0d86d65f0/Sustainability+indicator+definitions+and+relevance.pdf>
2. <http://ghginstitute.org/2010/06/28/what-is-a-global-warming-potential/>
3. <http://eplca.jrc.ec.europa.eu/uploads/ILCD-Handbook-General-guide-for-LCA-DETAILED-GUIDANCE-12March2010-ISBN-fin-v1.0-EN.pdf>
4. <https://www.gsa.gov/portal/content/101197>
5. Recycled content is defined in accordance with the ISO Standard 14021 -Environmental labels and declarations - Self declared environmental claims (Type II environmental labeling).
6. <http://www.greenspec.co.uk/building-design/recycled-content/>
7. <http://www.fao.org/docrep/u2246e/u2246e02.htm>
8. B. Rossi. Stainless steel in structures: Fourth International Structural Stainless Steel Experts Seminar. Ascot, UK. 6-7 December 2012.
9. Source: Yale University/ISSF Stainless Steel Project, 2013
10. B. Rossi. ArcelorMittal International Scientific Network in Steel Construction Sustainability Workshop and Third Plenary Meeting, Bruxelles, 2010.
11. B. Rossi. Stainless steel in structures: Fourth International Structural Stainless Steel Experts Seminar. Ascot, UK. 6-7 December 2012.
13. T.E. Norgate, S. Jahanshahi, W.J. Rankin. Assessing the environmental impact of metal production processes. Journal of Cleaner Production 15 (2007), 838-848.
14. <http://www.worldstainless.org/Files/issf/Animations/Recycling/flash.html>

Riferimenti e fonti (2/3)

15. ISSF [https://www.worldstainless.org/Files/issf/non-image-files/PDF/ISSF Stainless Steel and CO2.pdf](https://www.worldstainless.org/Files/issf/non-image-files/PDF/ISSF_Stainless_Steel_and_CO2.pdf). Data from European and Japanese ISSF members
16. Based on 2013 data, including 60% scrap content (and therefore 40% new materials) and energy contribution to GHG
17. Data provided by ISSF, estimates calculated by SCM. Includes 60% recycled content
18. ISSF www.worldstainless.org. Data from European and Japanese ISSF members
19. T.E. Norgate, S. Jahanshahi, W.J. Rankin. Assessing the environmental impact of metal production processes. Journal of Cleaner Production 15 (2007), 838-848.
20. T.E. Norgate, S. Jahanshahi, W.J. Rankin. Assessing the environmental impact of metal production processes. Journal of Cleaner Production 15 (2007), 838-848.
21. B. Rossi. Stainless steel in structures: Fourth International Structural Stainless Steel Experts Seminar. Ascot, UK. 6-7 December 2012.
22. C. Houska. Sustainable Stainless Steel Architectural.
23. <http://www.worldstainless.org/Files/issf/Animations/Recycling/flash.html>
24. <https://www.drkarenslee.com/comparing-reusable-bottles-stainless-steel-glass-plastic/>
25. Yale University/ISSF Stainless Steel Project, 2013
26. The Greening of a Convention Centre. Nickel, Volume 23, Number 3, June 2008, 6-9.
27. <https://www.nickelinstitute.org/Sustainability/LifeCycleManagement/LifeCycleAssessments/LCAProgresopier.aspx>
28. International Stainless Steel Forum www.worldstainless.org
29. World Steel Association
30. A. Dusart, H. El-Deeb, N. Jaouhari, D. Ka, L.Ruf . Final Report ISSF Workshop. Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, 2011.

Riferimenti e fonti (3/3)

31. http://www.ssina.com/download_a_file/lifecycle.pdf
32. <https://www.nickelinstitute.org/nickel-magazine/nickel-magazine-vol-31-no1-2016/>
33. www.worldstainless.org/Files/issf/non-image-files/PDF/Euro_Inox/RoofingTech_EN.pdf
34. <http://www.ametalsystems.com/RoofLifecycleCostComparison.aspx>
35. <http://www.metalroofing.com/v2/content/guide/costs/life-cycle-costs.cfm>
36. <https://www.tou Eiffel.paris/en>
37. https://en.wikipedia.org/wiki/Eiffel_Tower
38. <http://corrosion-doctors.org/Landmarks/Eiffel.htm>
39. http://en.wikipedia.org/wiki/Chrysler_Building#
40. Nickel Development Institute. Timeless Stainless Architecture. Reference Book Series No 11 023, 2001
41. C. Houska. Sustainable Stainless Steel Architectural. Construction Canada, September 2008, 58-72.
42. Nickel Development Institute. Timeless Stainless Architecture. Reference Book Series No 11 023, 2001
43. G. Gedge. Structural uses of stainless steel — buildings and civil engineering. Journal of Constructional Steel Research 64 (2008), 1194–1198.
44. <http://www.metalsforbuildings.eu/>
45. <http://www.circle-economy.com/circular-economy/>
46. <http://www.irishenvironment.com/iepedia/circular-economy/>

Appendice

Riciclaggio di altri materiali

Questo è un argomento complesso
Ha lo scopo di fornire alcune idee su altri materiali,
per finalità di confronto
Le fonti sono indicate

Maggiori informazioni sul riciclaggio: Cemento e calcestruzzo

<http://www.wbcdcement.org/pdf/CSI-RecyclingConcrete-FullReport.pdf>

- Il 20% massimo di calcestruzzo frantumato può essere usato nel calcestruzzo nuovo.
 - solo come aggregati, non come cemento
 - il calcestruzzo così prodotto è un prodotto di qualità inferiore, non adatto a tutte le applicazioni
- Sembra che, dopo la demolizione, la maggior parte del calcestruzzo finisca nei fondi stradali e in discarica (non sono disponibili dati precisi)
- La frantumazione del vecchio calcestruzzo e il trasporto sono le operazioni principali del riciclaggio, da confrontare con l'approvvigionamento di aggregati a livello locale.
- Complessivamente, il riciclaggio implica ogni volta il downcycling.
- Riutilizzare il cemento in blocchi dopo la demolizione è solo marginale oggi, ma potrebbe fornire la via più breve per il riutilizzo senza il downcycling. Tuttavia, non è facile da implementare!

Maggiori informazioni sul riciclaggio della plastica

<http://www-g.eng.cam.ac.uk/impee/?section=topics&topic=RecyclePlastics&page=materials>

- Il rottame circolante (generato alla fonte di produzione) è già riciclato quasi al 100%
- Il riciclaggio di plastiche usate è un grande problema:
 - La raccolta richiede tempo, è molto costosa
 - La separazioni dei rifiuti di plastica mista è difficile - la contaminazione è inevitabile.
 - Eliminare etichette, stampe è impossibile con percentuale di successo 100%
 - Qualsiasi tipo di contaminazione compromette il riutilizzo in applicazioni "hi tech"
 - => la plastica riciclata (a parte quella circolante) è riutilizzata in applicazioni di grado inferiore (downcycling): PET: tappeti economici, pile; PE e PP: pannelli listellari, panchine per parco
 - => e/o sarà eventualmente bruciata o peggio interrata o ancora peggio lasciata galleggiare negli oceani.

Maggiori informazioni sul riciclaggio: Legno (da ABC*)

- La migliore opzione di riciclaggio è, ovviamente, il riutilizzo. Sembra che vi sia uno sforzo enorme nel continuare a raccogliere, ricondizionare e rifabbricare il legname e altri prodotti del legno. Quanto ne venga riutilizzato non è chiaro.
- Il legname non trattato ha trovato un numero crescente di nuovi utilizzi: prodotti per la terra e l'orticoltura, lettieri per animali, superfici di centri equestri...
- Il legname e il legno trattati (il trattamento chimico previene i danni da UV, insetti, funghi, putrefazione) contengono sostanze chimiche nocive, che ne limitano fortemente l'utilizzo. L'uso più ampio finora è stato la produzione di pannelli truciolari, ma cosa accade a questi pannelli alla fine del loro ciclo di vita resta poco chiaro.
- Si dovrebbe sottolineare che la deforestazione complessiva in atto sul pianeta non depone a favore di risorse illimitate di nuovo legno, specialmente nei paesi settentrionali in cui ci vuole un secolo affinché un albero cresca completamente
- Abbattere una foresta e ripiantare gli alberi lascia lo strato superficiale del suolo aperto all'erosione per un periodo e distrugge l'ecosistema nell'area interessata, probabilmente al di là dell'autoriparazione.
- Da ultimo, è stato argomentato che la neutralità carbonica è stata ottenuta solo quando la foresta ripiantata è completamente cresciuta....circa 30 anni dopo o più!

<https://dtsc.ca.gov/toxics-in-products/treated-wood-waste/>

<https://woodrecyclers.org/about-waste-wood/wood-recycling-information/>

http://en.wikipedia.org/wiki/Wood_preservation

<http://www.wasteminz.org.nz/wp-content/uploads/Scott-Rhodes.pdf>

<http://www.brighthub.com/environment/green-living/articles/106146.aspx>

*ABC: architettura, edilizia e costruzione