



# Pillole di circolarità e decarbonizzazione

## Le attività del gruppo AWARE



**POLITECNICO**  
MILANO 1863

# Circolarità nella catena di gestione dei rifiuti da costruzione e demolizione

*Federica Carollo, Lucia Rigamonti*

8 Luglio 2020



Tasso di vendita degli aggregati riciclati in Lombardia: 70% C&DW (Borghi et al., 2018).

## OSTACOLI

1. la bassa qualità dei materiali riciclati
2. la mancanza di fiducia degli stakeholders nell'uso dei prodotti derivati dai rifiuti e la mancanza di conoscenza da parte dei potenziali utilizzatori delle caratteristiche tecniche degli aggregati riciclati;
3. la bassa competitività economica dei materiali riciclati rispetto agli aggregati vergini a causa della grande disponibilità e della bassa tassazione delle attività estrattive.

[Borghi, G., Pantini, S., Rigamonti, L., 2018. Life cycle assessment of non-hazardous Construction and Demolition Waste \(CDW\) management in Lombardy Region \(Italy\). J. Clean. Prod. 184, 815-825.](#)

Lo studio verrà sviluppato nell'ambito di un progetto di dottorato in collaborazione con:



**POLITECNICO**  
MILANO 1863



Ing. Lucia Rigamonti, Ph.D.



**Regione**  
**Lombardia**



Agenzia nazionale per le nuove tecnologie,  
l'energia e lo sviluppo economico sostenibile

Dr.ssa Francesca Ceruti, Ph.D.



# CIRCOLARITÀ NELLA CATENA DI GESTIONE DEI RIFIUTI DA COSTRUZIONE E DEMOLIZIONE

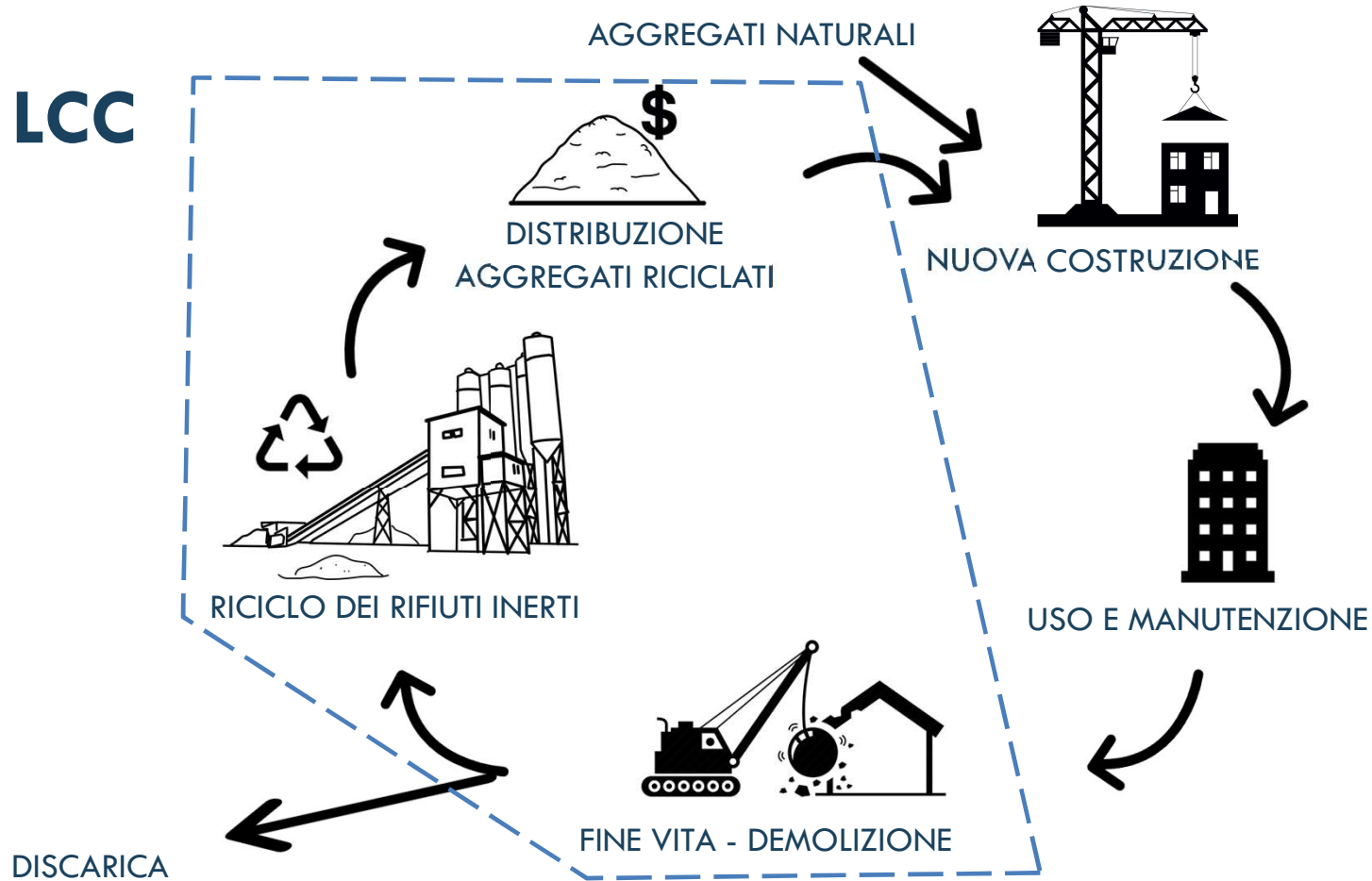
INTRODUZIONE

LIFE CYCLE COSTING

ANALISI SPERIMENTALE

CONCLUSIONI E SVILUPPI

LCC

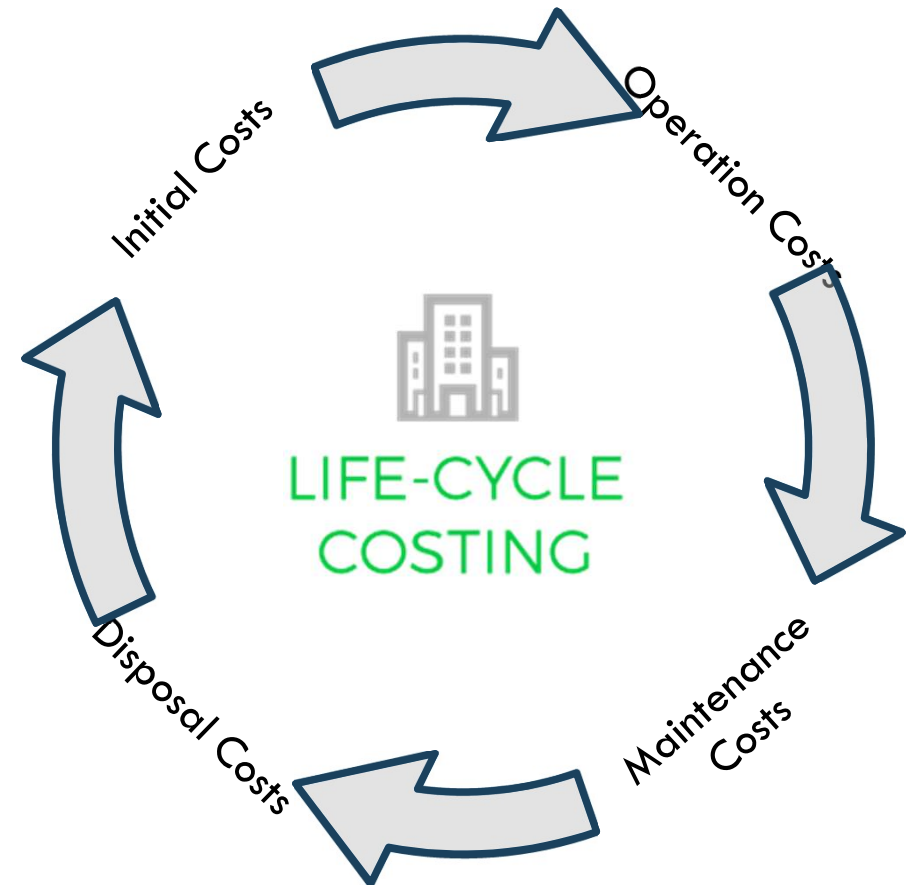


L'obiettivo è quello di progettare un sistema regionale per il settore dell'edilizia e delle costruzioni volto a massimizzare la sua circolarità e l'efficienza delle risorse sulla base di considerazioni ambientali ed economiche.

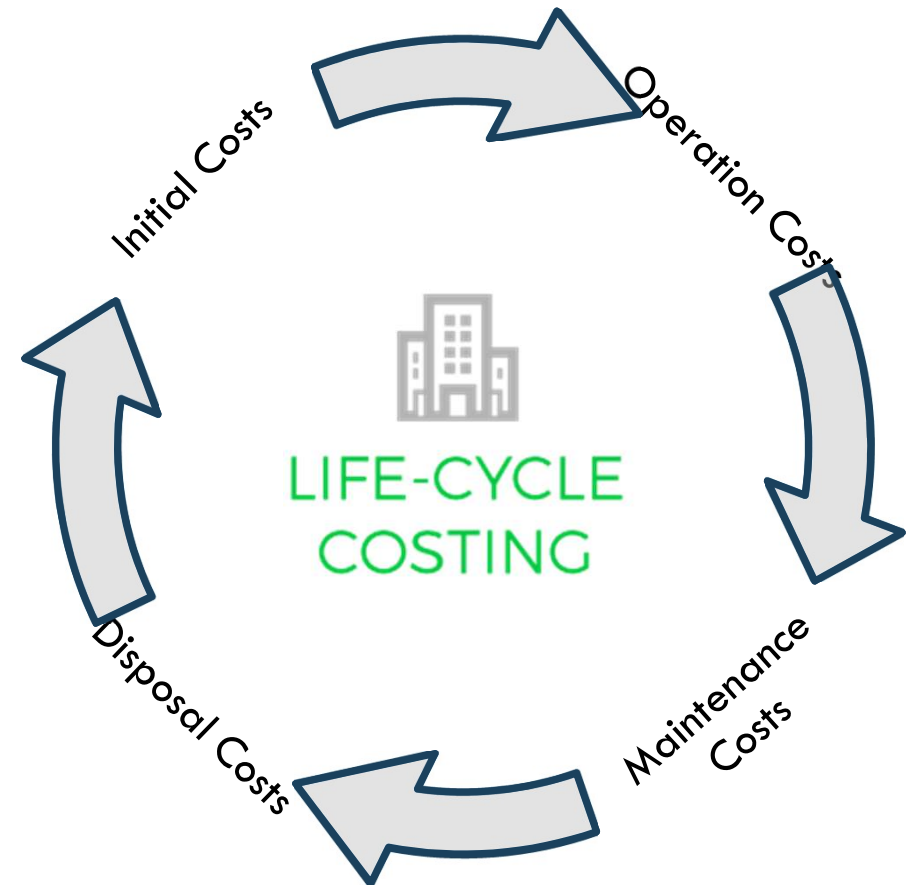


## STEP 1 – LIFE CYCLE COSTING

1. Costi iniziali e di acquisizione
2. Costi di manutenzione
3. Costi operativi
4. Costi di conferimento



QUESTIONARIO  
PER ACQUISIZIONE DATI  
DA IMPRESE DI DEMOLIZIONE



## QUESTIONARIO

COSTI INIZIALI

COSTI DI ACQUISIZIONE

COSTI DI MANUTENZIONE

COSTI OPERATIVI

COSTI DI CONFERIMENTO

### COSTI PRELIMINARI

|  |  |
|--|--|
| PROGETTO DI DEMOLIZIONE [€]                                |  |
| ALLESTIMENTO CANTIERE [€]                                  |  |
| PREPARAZIONE DELL'EDIFICIO ALLA DEMOLIZIONE (BONIFICA) [€] |  |
| DUE DILIGENZE AMBIENTALE [€]                               |  |
| ONERI DELLA SICUREZZA [€]                                  |  |

### COSTI DEI MACCHINARI IMPIEGATI PER LA DEMOLIZIONE

|              | MACCHINARI IMPIEGATI PER LA DEMOLIZIONE (*)          | VITA UTILE STIMATA (h) | COSTO ATTREZZATURA [€] | COSTO ORARIO [€/h] | ORE DI UTILIZZO [h] | COSTO PER L'INTERVENTO [€] |
|--------------|--|------------------------|------------------------|--------------------|---------------------|----------------------------|
| MACCHINARI   | GRU  |                        | € -                    |                    |                     |                            |
|              | ESCAVATORE   |                        | € -                    |                    |                     |                            |
|              | RUSPA  |                        | € -                    |                    |                     |                            |
|              | RULLO COMPATTATORE                                   |                        | € -                    |                    |                     |                            |
|              | NEBULIZZATORE ABBATTIMENTO POLVERI                   |                        | € -                    |                    |                     |                            |
|              | AUTOCARRI E CAMION                                   |                        | € -                    |                    |                     |                            |
| ATTREZZATURE | PINZE  |                        | € -                    |                    |                     |                            |
|              | CESOIE   |                        | € -                    |                    |                     |                            |
|              | FRANTUMATORE   |                        | € -                    |                    |                     |                            |
|              | MARTELLONE DEMOLITORE                                |                        | € -                    |                    |                     |                            |
|              | MAGNETE FISSO  |                        | € -                    |                    |                     |                            |
| ALTRO        | FRANTOIO E VAGLIO MOBILE                             |                        | € -                    |                    |                     |                            |
|              | ALTRI STRUMENTI (IDRO-DEMOLITRICI, MOTO-POMPE, ECC.) |                        | € -                    |                    |                     |                            |
|              | EVENTUALI NOLI O AFFITTI                             |                        | € -                    |                    |                     |                            |



## QUESTIONARIO

COSTI INIZIALI

COSTI DI ACQUISIZIONE

COSTI DI MANUTENZIONE

COSTI OPERATIVI

COSTI DI CONFERIMENTO

### COSTI DI GESTIONE

| VOCE DI COSTO  | COSTO [€/a] | ORE LAVORATIVE ANNUE [h] | COSTO ORARIO [€/h] | COSTO PER INTERVENTO [€] |
|--|-------------|--------------------------|--------------------|--------------------------|
| COSTI DI MANUTENZIONE MACCHINARI IMPIEGATI NELLA DEMOLIZIONE [€/a] |             | 1760                     |                    |                          |
| COSTO TOTALE PER IL PERSONALE IMPIEGATO NELLA DEMOLIZIONE [€/a]    |             | 1760                     |                    |                          |
| COSTO DI FINE VITA MACCHINARI IMPIEGATI NELLA DEMOLIZIONE [€]      | —           | —                        | —                  |                          |
| COSTO ASSICURAZIONE RC PER L'INTERVENTO [€]                        | —           | —                        | —                  |                          |
| ALTRO: _____ [€]   | —           | —                        | —                  |                          |

### COSTI ENERGIA E ACQUA

|  |  |   |  |                               |
|--|--|---|--|-------------------------------|
| QUANTITATIVO ENERGIA ELETTRICA UTILIZZATA [kWh]    |  | COSTO PER UNITÀ DI ENERGIA ELETTRICA UTILIZZATA [€/kWh] |  | COSTO TOTALE E. ELETTRICA [€] |
| QUANTITATIVO DI GASOLIO UTILIZZATO [l]             |  | COSTO PER UNITÀ DI GASOLIO UTILIZZATO [€/l]             |  | COSTO TOTALE GASOLIO [€]      |
| QUANTITATIVO DI METANO UTILIZZATO [l]              |  | COSTO PER UNITÀ DI METANO UTILIZZATO [€/l]              |  | COSTO TOTALE METANO [€]       |
| QUANTITATIVO DI ACQUA UTILIZZATA [m <sup>3</sup> ] |  | COSTO PER UNITÀ DI ACQUA UTILIZZATA [€/m <sup>3</sup> ] |  | COSTO TOTALE ACQUA [€]        |





## QUESTIONARIO

COSTI INIZIALI

COSTI DI ACQUISIZIONE

COSTI DI MANUTENZIONE

COSTI OPERATIVI

COSTI DI CONFERIMENTO

### MATERIALE DEMOLITO E DESTINO

| TIPOLOGIA  |             | DESTINATO A DISCARICA      |   |                       | COSTO DI TRASPORTO       |                               |
|------------|-------------|----------------------------|---|-----------------------|--------------------------|-------------------------------|
| CODICE CER | DESCRIZIONE | QUANTITATIVO CONFERITO [t] | COSTO CONFERIMENTO A DISCARICA [€/t] (**) | COSTO TOTALE CONF.[€] | COSTO DI TRASPORTO [€/t] | COSTO DI TRASPORTO TOTALE [€] |
| 17 01 01   | Cemento     |                            |   | € -                   |                          | € -                           |

| TIPOLOGIA (***) |             | DESTINATO A SMALTIMENTO CON RECUPERO DI ENERGIA |  |                            | COSTO DI TRASPORTO       |                               |
|-----------------|-------------|---|--|----------------------------|--------------------------|-------------------------------|
| CODICE CER      | DESCRIZIONE | QUANTITATIVO CONFERITO [t]                      | COSTO CONFERIMENTO A IMPIANTO [€/t] (**) | COSTO TOTALE CONF.[€] (**) | COSTO DI TRASPORTO [€/t] | COSTO DI TRASPORTO TOTALE [€] |
|                 |             |   |  | € -                        |                          | € -                           |

(\*) indicare in "altro" eventuali rifiuti contenenti sostanze pericolose specificando il relativo codice CER e la descrizione breve; (\*\*) indicare con segno negativo i ricavi; (\*\*\*) identificare con codice CER e descrizione i rifiuti appartenenti a questa categoria.

| TIPOLOGIA  |             | DESTINATO A RICICLO        |  |                       | COSTO DI TRASPORTO       |                               |
|------------|-------------|----------------------------|--|-----------------------|--------------------------|-------------------------------|
| CODICE CER | DESCRIZIONE | QUANTITATIVO CONFERITO [t] | COSTO CONFERIMENTO A IMPIANTO [€/t] (**) | COSTO TOTALE CONF.[€] | COSTO DI TRASPORTO [€/t] | COSTO DI TRASPORTO TOTALE [€] |
| 17 01 01   | Cemento     |                            |  | € -                   |                          | € -                           |

(\*\*) indicare con segno negativo i ricavi;

### ALTRO

| TIPOLOGIA (***) |             | RECUPERATO IN SITU |                  |                  |
|-----------------|-------------|--------------------|------------------|------------------|
| CODICE CER      | DESCRIZIONE | QUANTITATIVO [t]   | COSTO [€/t] (**) | COSTO TOTALE [€] |
|                 |             |                    |                  | € -              |

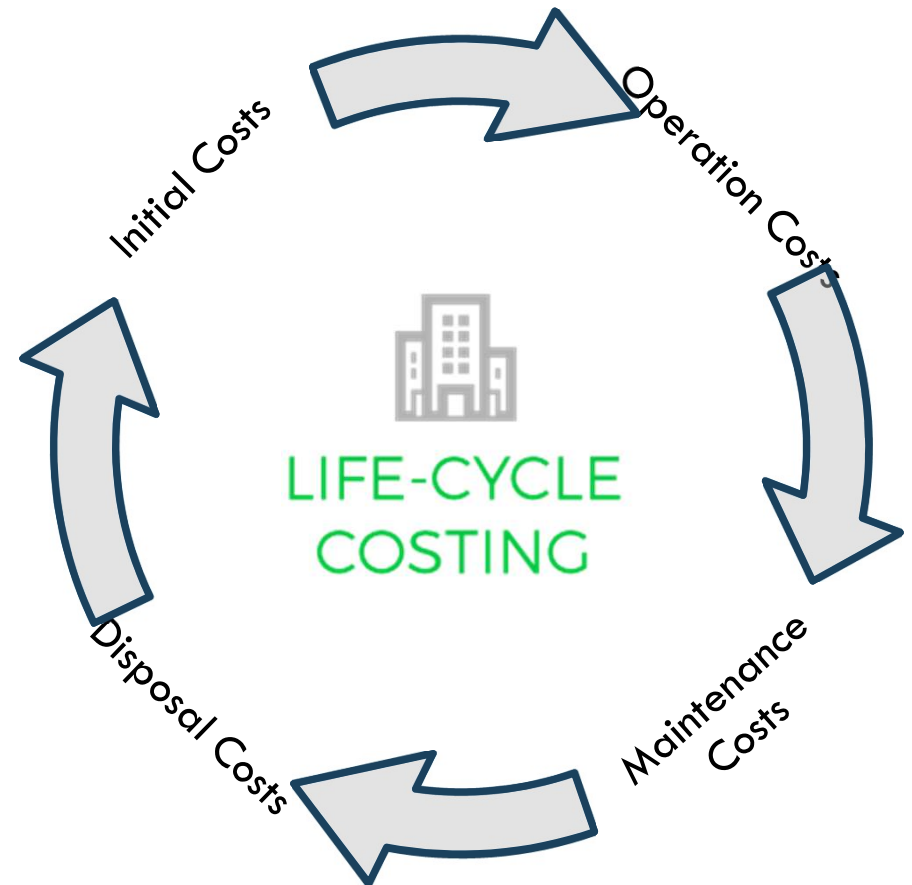
| TIPOLOGIA (***) |             | GESTITO DA TERZI (****) |                  |                  |            |
|-----------------|-------------|-------------------------|------------------|------------------|------------|
| CODICE CER      | DESCRIZIONE | QUANTITATIVO [t]        | COSTO [€/t] (**) | COSTO TOTALE [€] | NOMINATIVO |
|                 |             |                         |                  | € -              |            |

(\*\*) indicare con segno negativo i ricavi; (\*\*\*) identificare con codice CER e descrizione i rifiuti appartenenti a questa categoria; (\*\*\*\*) compilare se la gestione dei rifiuti è stata affidata a terzi e non si conosce il destino.



QUESTIONARIO  
PER ACQUISIZIONE DATI  
DA IMPIANTI DI RICICLAGGIO

Scorporare i costi dal guadagno dell'impianto



## STEP 2 – ANALISI SPERIMENTALE

- Verrà studiata la correlazione tra la tipologia di demolizione applicata, l'accuratezza della progettazione preliminare della demolizione e la qualità del rifiuto in ingresso all'impianto di riciclo e dell'aggregato riciclato ottenuto.
- Verranno valutati i diversi scenari plausibili, modificando di volta in volta le modalità di demolizione e verificando la qualità del rifiuto generato.

### POTENZIALI RISULTATI

- Predisporre delle linee guida per la demolizione e gli impianti di riciclo di modo che si possa arrivare all'effettivo reinserimento nel mercato delle risorse utilizzate nella costruzione del manufatto poi demolito, in un'ottica di economia circolare.
- L'approccio presentato offre una base per lo sviluppo di progetti simili in altre Regioni che necessitano di migliorare il riciclaggio degli inerti da C&D e il sistema circolare locale per il settore dell'edilizia e delle costruzioni.



# Pillole di circolarità e decarbonizzazione

## Le attività del gruppo AWARE



**POLITECNICO**  
MILANO 1863

**GRAZIE!**



*Federica Carollo*  
*federicacarla.carollo@polimi.it*

*Lucia Rigamonti*  
*lucia.rigamonti@polimi.it*