



ORDINE DEGLI INGEGNERI  
DELLA PROVINCIA DI PALERMO



Università  
degli Studi  
di Palermo



dipartimento  
di ingegneria  
unipa

## Seminario tecnico

# “Il riuso irriguo delle acque reflue depurate: applicazione in Sicilia del Regolamento EU n.741/2020”

Palermo, 23 Settembre 2022

## COSTI E BENEFICI DEL RECUPERO E RIUSO DELLE ACQUE REFLUE

*Claudio Arena*

Dipartimento di Ingegneria - Università degli Studi di Palermo





## Introduzione

- Analogamente ad altri Regolamenti europei approvati negli ultimi anni, anche il regolamento UE 741/2020 intende imprimere una forte accelerazione nei processi di economia circolare e di riuso delle risorse naturali a scala europea;
- Probabilmente, l'elemento più innovativo del regolamento è il fatto che il riuso delle acque diventa (art. 2) l'opzione di default a monte dello scarico nei corpi idrici ricettori ed è compito degli Stati Membri (tramite le Autorità di Distretto) giustificare eventuali esenzioni;
- Il riuso delle acque reflue, peraltro con i diversi livelli di qualità possibili previsti dal Regolamento, rappresenta in se una opportunità, ma per prendere il volo e non trasformarsi in una occasione sprecata devono essere adeguatamente analizzate le condizioni economiche/organizzative e gestionali che presiedono l'articolata filiera che porta dall'impianto di depurazione all'utente finale;
- Questa presentazione intende fornire un inquadramento generale dell'economia del riuso e delle metodologie con cui analizzare, sotto il profilo economico, i progetti di investimento richiesti dal Regolamento.

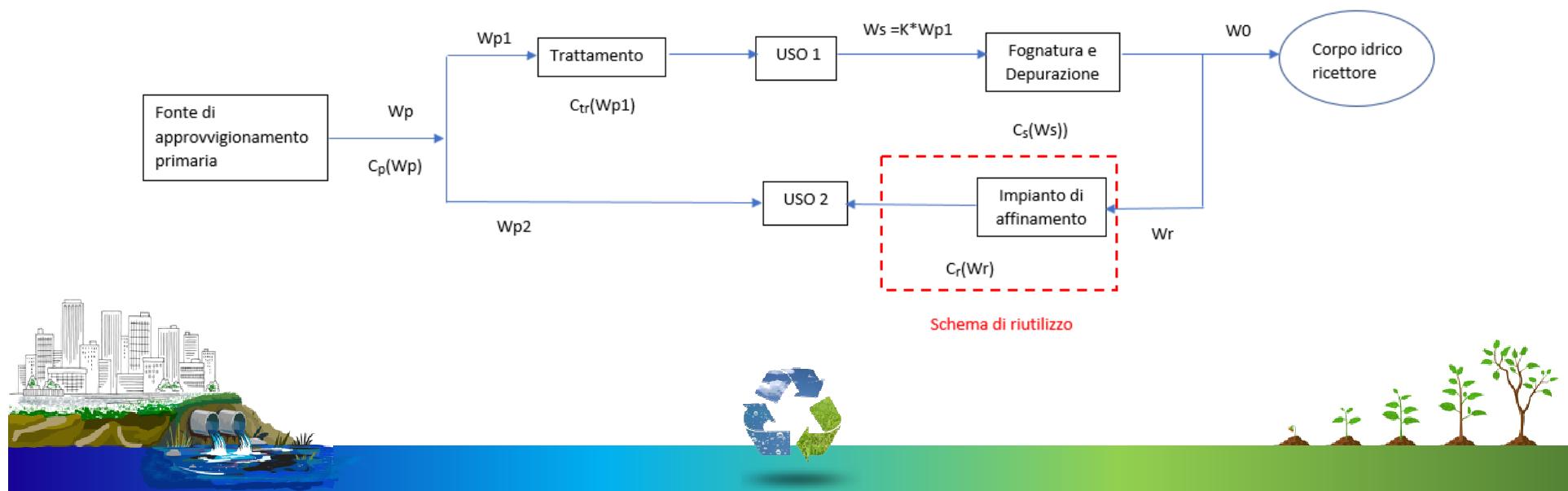




## L'economia del riuso delle acque reflue nel contesto di sistemi multi-risorse multi-qualità

Nelle condizioni più generali, le acque reflue affinate sono una risorsa idrica non convenzionale che può essere utilizzata come integrazione/alternativa ad altre risorse idriche (superficiali, sotterranee) per usi che richiedono livelli di qualità diversi.

Restringiamo il problema al caso in cui desideriamo determinare la quantità ottimale di risorsa da prelevare da **una fonte di approvvigionamento** per due usi che richiedono livelli di qualità diverse, uno dei quali è caratterizzato dalla possibilità di un recupero, parziale o totale, dei volumi utilizzati





## L'economia del riuso delle acque reflue nel contesto di sistemi multi-risorse multi-qualità

Il sistema è così caratterizzato dal punto di vista dei costi e dei volumi:

$$C_{tot} = C_p(W_p) + C_{tr}(W_{p1}) + C_s(W_s) + C_r(W_r)$$

$$W_p = W_{p1} + W_{p2}$$

$$W_{p1} = Uso_1$$

$$W_{p2} + W_r = Uso_2$$

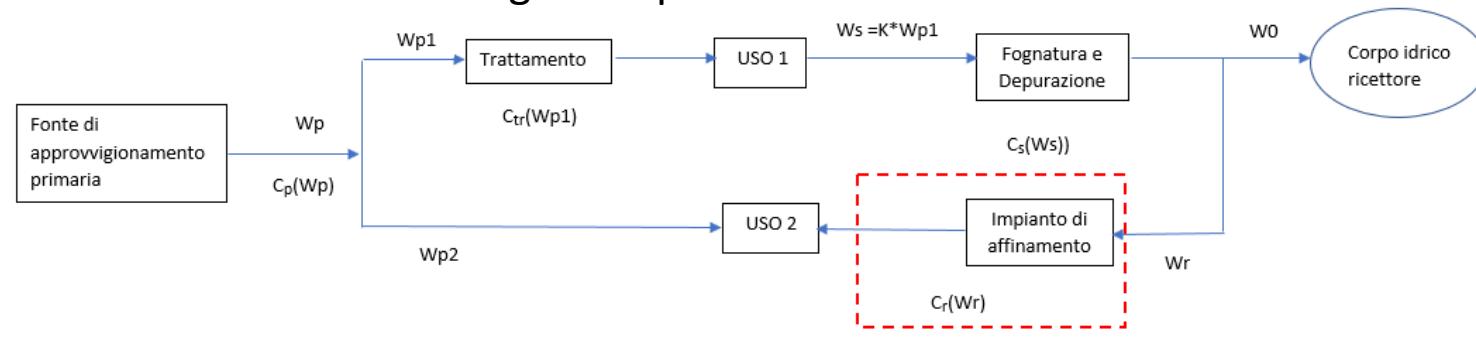
$$W_s = k * W_{p1}$$

$$W_r = W_s - W_0$$

**Domanda per l'uso 1**

**Domanda per l'uso 2**

Guardiamo alla condizione di **minimo costo** per questo schema di approvvigionamento che si ottiene come soluzione del seguente problema:





## L'economia del riuso delle acque reflue nel contesto di sistemi multi-risorse multi-qualità

$$\text{Min}[\text{Ctot} = \text{Cp}(\text{Wp}) + \text{Ctr}(\text{Wp1}) + \text{Cs}(\text{Ws}) + \text{Cr}(\text{Wr})]$$

s.t.

$$W_p = W_{p1} + W_{p2}$$

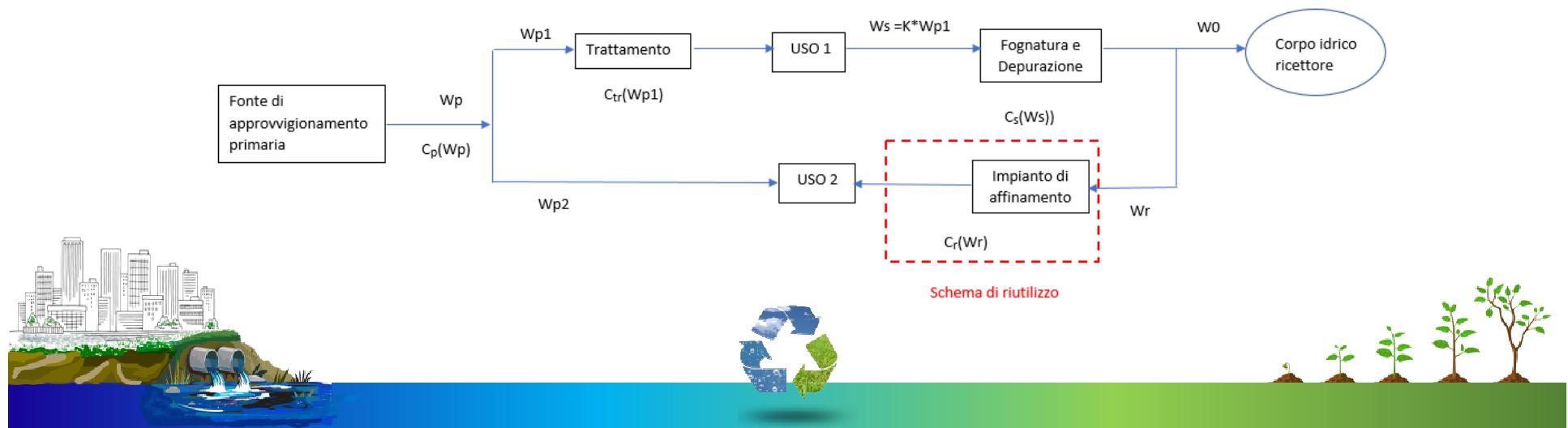
$$W_{p1} = U_{so1}$$

$$W_p + W_r = U_{so\ 2}$$

$$W_s = k^* W_{p1}$$

$$W_r = W_s - W_0$$

Ovvero: Min L = Ctot -  $\lambda_1 * (Wp - Wp1 - Wp2)$  -  $\lambda_2 * (Wp1 - Uso1)$  -  $\lambda_3 * (Wp2 + Wr - Uso2)$  -  $\lambda_4 * (Ws - k * Wp1)$  -  $\lambda_5 * (Wr - Ws + W0)$





## L'economia del riuso delle acque reflue nel contesto di sistemi multi-risorse multi-qualità

Le condizioni di primo ordine:  $\partial L/\partial W_p = 0$ ;  $\partial L/\partial W_{p1} = 0$ ;  $\partial L/\partial W_{p2} = 0$ ;  $\partial L/\partial W_s = 0$ ;  $\partial L/\partial W_0 = 0$ ;  $\partial L/\partial W_r = 0$ ;  $\partial L/\partial \lambda_i = 0$  i = 1,...5

Portano a:

$$\lambda_1 = \partial C_p / \partial W_p$$

$$\partial C_{tr}/\partial W_{p1} + \lambda_1 - \lambda_2 + \lambda_4 * K = 0 \rightarrow \lambda_2 = \partial C_p / \partial W_p + \partial C_{tr}/\partial W_{p1} + \partial C_s(K * W_s)/\partial W_s$$

$$\lambda_1 - \lambda_3 = 0$$

$$\partial C_s(W_s)/\partial W_s - \lambda_4 + \lambda_5 = 0 \rightarrow \lambda_3 = \partial C_r(W_r) / \partial W_r = \lambda_1 = \partial C_p / \partial W_p \text{ cioè}$$

$$\lambda_5 = 0$$

$$\partial C_r(W_r) / \partial W_r - \lambda_3 - \lambda_5 = 0$$

Il costo marginale del SII!

$$\frac{\partial C_p}{\partial W_p} = \frac{\partial C_r}{\partial W_r}$$

Una condizione di ottimo implica che in un sistema con riuso il costo marginale del riuso sia lo stesso del costo marginale dell'approvvigionamento primario → ha senso sviluppare un progetto di riuso in contesti socio-economici/climatici in cui il costo dell'approvvigionamento idrico è confrontabile con quello del riuso, cioè è già abbastanza alto. Questo spiega ovviamente il motivo per cui i paesi in cui il riuso è più sviluppato sono Israele, gli Stati Uniti Sud-Ovest, Australia, etc.





## L'economia del riuso delle acque reflue

$$\frac{\partial C_p}{\partial W_p} = \frac{\partial C_r}{\partial W_r}$$

Alcuni elementi che possono fare variare i due membri di questa uguaglianza:

- Il cambiamento climatico – che può fare aumentare il primo membro (p.e. minore ricarica degli acquiferi con abbassamento del livello delle falde con conseguenti maggiori costi di sollevamento)
- L'innovazione tecnologica – che può ridurre il secondo membro
- Una combinazione di questi elementi che può rendere il riuso un'opzione sempre più sostenibile anche da un punto di vista finanziario

Inoltre, il modello visto sopra è schematico, perché ha guardato solo ai costi, ma non tiene conto dei **benefici** che possono essere generati dal riuso. I benefici sono intimamente legati alla presenza di una **domanda** che, nel caso del riuso, non è detto sia esclusivamente per l'acqua irrigua. Per tenere conto di questi aspetti è necessario uno strumento di analisi: lo strumento di elezione della valutazione tecnico-economica dei progetti di riuso è appunto **l'Analisi Costi - Benefici**





## Analisi della domanda per un progetto di riuso

L'analisi della domanda è uno passaggio fondamentale nella valutazione tecnico-economica di un investimento, a prescindere dalla metodologia di valutazione adottata.

Il primo passo per l'analisi è l'identificazione dei **beneficiari** del progetto, cioè di coloro che possono domandare i beni o i servizi generati dal progetto stesso.

Nel caso di un progetto per riuso irriguo, i beneficiari sono certamente i **consorzi irrigui**, o enti simili, che erogano il servizio di irrigazione ai consorziati.

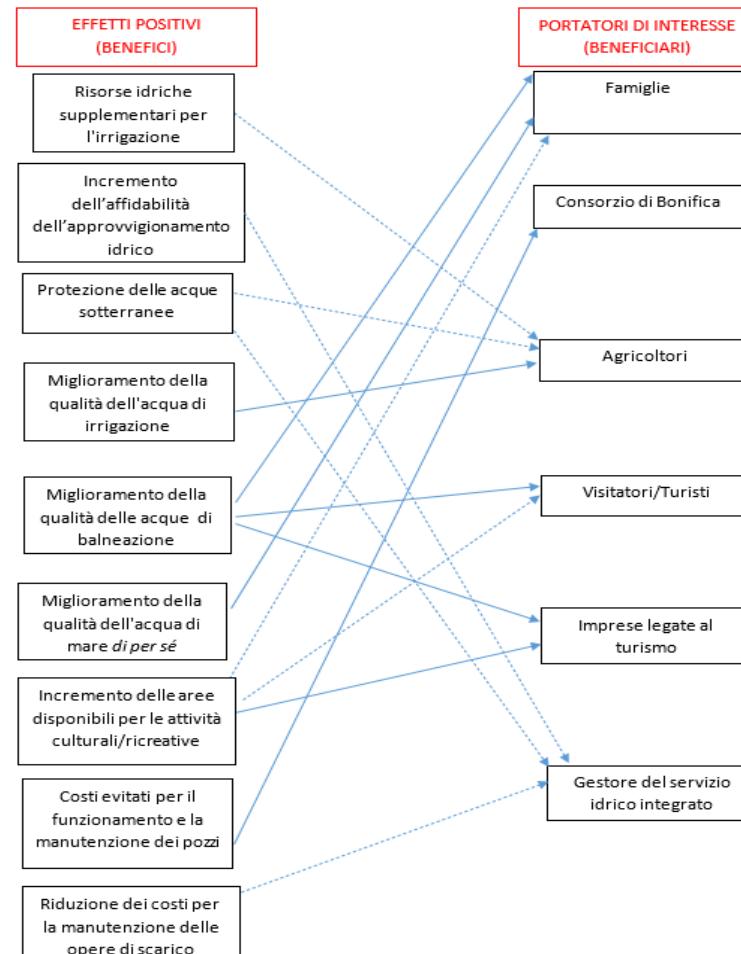
In alcuni casi (p.e. nelle aree costiere, ma anche in bacini idrografici con serbatoi ad uso multiplo) i beneficiari possono essere anche costituiti dalla collettività perché il progetto di riuso, sottraendo il refluo allo scarico, può ridurre i **rischi** legati allo scarico e quindi migliorare la qualità dei corpi idrici ricettori dal punto di vista della qualità delle acque (con ripercussioni p.e. anche per l'approvvigionamento civile) e della qualità estetico/riconcreta di aree ripariali e costiere.

Per il primo tipo di beneficiari, l'analisi della domanda mira, in ultima istanza, ad accertare i volumi idrici, e la loro distribuzione nel tempo, richiesti attualmente e nel corso della vita dell'investimento da parte delle aree irrigue che possono essere approvvigionate dall'impianto di riuso.





## Analisi della domanda per un progetto di riuso – identificazione dei beneficiari



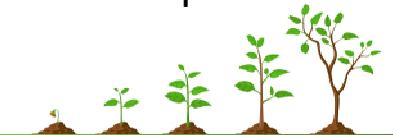


## Analisi della domanda per un progetto di riuso a scopo irriguo

Per la **domanda per uso irriguo** l'analisi della domanda presuppone l'acquisizione delle seguenti informazioni:

1. Estensione delle aree irrigue approvvigionabili con l'impianto [ha]
2. Serie storiche dei volumi idrici erogati
3. Serie storiche delle aree irrigate
4. Fonti di approvvigionamento attuali (consortili e no)
5. Tipologie culturali presenti
6. Tecnologie di irrigazione
7. Fabbisogno idrico colturale [ $m^3/ha$ ]
8. Stagione irrigua e distribuzione del fabbisogno idrico colturale
9. Livello di efficienza delle reti consortili
10. Produzione Standard (SO)

L'analisi dei punti 1.-4. merita particolare attenzione perché da esso dipende la comprensione dell'effetto che avrà l'investimento: o permetterà *un incremento* delle aree attualmente irrigate (perché esiste una potenziale domanda inespressa a causa della mancanza di risorsa) o permetterà una *sostituzione* delle risorse attualmente utilizzate, per esempio perché qualitativamente degradate o più costose di quelle affinate.





## Analisi della domanda per un progetto di riuso a scopo irriguo

In particolare, l'analisi del punto 4. è importante perché spesso le aziende agricole preferiscono alle risorse consortili risorse proprie (sotterranee, superficiali immagazzinate in laghetti collinari) che hanno caratteristiche di maggiore regolarità e affidabilità: se il refluo affinato ha costi competitivi con i costi di esercizio e manutenzione di queste risorse proprie, le aziende potrebbero decidere di utilizzare il refluo affinato.

Chiarito il quadro delle aree che beneficeranno dell'intervento e i suoi effetti (ampliamento delle aree irrigate/sostituzione di risorse idriche), è possibile:

- valutare **la domanda idrica** [ $\text{m}^3/\text{anno}$ ] attuale e la sua articolazione nel corso dell'anno;
- svolgere ipotesi **sull'evoluzione della domanda** lungo l'orizzonte di pianificazione, che deve essere confrontabile con la vita utile dell'impianto.

Tale evoluzione può essere legata a:

- ri-orientamenti colturali in atto e documentabili o potenziali (legati alla conversione da asciutto a irriguo);
- ipotesi su variazioni dei fabbisogni idrici colturali per effetto del cambiamento climatico;
- livello di efficienza delle reti per effetto di recuperi di efficienza legati a investimenti dei consorzi (con riduzione dei volumi domandati).

Tutti questi elementi si combinano per creare **un profilo di domanda** lungo il periodo di valutazione





## Analisi della domanda per un progetto di riuso a scopo irriguo

### Domanda per altri usi

In generale, i benefici ambientali/ricreativi/culturali derivanti da un progetto di riuso vanno valutati caso per caso: le relative domande che li generano, e dalla cui entità dipendono i benefici stessi, possono essere così sintetizzate:

- Domanda di migliore qualità dell’acqua irrigata (p.e in aree costiere con problemi di intrusione salina nella falda);
- Domanda di migliore qualità dell’acqua nei corpi idrici ricettori per ridurre il rischio di contaminazione di acque da destinare ad uso potabile;
- Domanda di migliore qualità dell’acqua nei corpi idrici ricettori per migliorare la fruizione estetica/ricreativa/culturale dei corpi idrici

Bisogna tenere presente che, in generale, l’attivazione di questi benefici comporterà la realizzazione di alcune infrastrutture: per esempio, se l’obiettivo è l’eliminazione dello scarico in un corpo idrico ricettore (con l’attivazione dei conseguenti benefici) sarà necessario prevedere adeguate capacità di compenso per conservare le acque affinate.





## I principi dell'Analisi Costi – Benefici (ACB)

L'ACB è un esercizio di equilibrio economico parziale o generale in cui la capacità di un progetto o di una politica (in ogni caso, un investimento, che implica dei *costi aggiuntivi*) di aumentare il benessere generale viene analizzato **con riferimento ad una situazione controfattuale** caratterizzata dall'equilibrio esistente tra domanda e offerta di uno o più beni o servizi (**approccio incrementale**).

L'obiettivo dell'analisi è quindi comprendere se l'investimento riesce a determinare uno spostamento del punto di equilibrio tra domanda e offerta **nella direzione di un incremento del benessere generale**.

Gli impatti sono tutti espressi in termini monetari o come costi (impatti negativi) o come entrate/benefici (impatti positivi) (nell'analisi finanziaria) o benefici.

Poiché gli impatti del progetto si manifesteranno lungo il periodo di N anni, è necessario omogeneizzare il flusso dei benefici netti (benefici meno costi) attraverso il un fattore di attualizzazione.





## I principi dell'analisi costi – benefici : analisi finanziaria e analisi economica

L'analisi viene svolta in due passaggi: analisi finanziaria e analisi economica.

**L'analisi finanziaria** è il primo step dell'analisi costi – benefici e consente di:

- valutare la redditività del progetto nel suo complesso;
- valutare la redditività del progetto per il promotore e per i principali stakeholder;
- verificare la sostenibilità finanziaria del progetto, una condizione chiave per la fattibilità di qualunque progetto;
- delineare i flussi di cassa che sottendono al calcolo dei costi e dei benefici socio-economici

**Nell'analisi economica** l'impatto dell'investimento non viene valutato solamente dal punto di vista dei costi finanziari e dei ricavi da tariffa per i servizi generati, ma è visto in una dimensione più ampia, che coinvolge l'intero benessere sociale. In questa prospettiva, il concetto chiave su cui si basa l'analisi economica di un investimento è rappresentato dal *prezzo ombra*, ovvero il prezzo che riflette il **costo opportunità** di beni e servizi: a causa di una serie di distorsioni, infatti, i prezzi osservati sul mercato possono non coincidere con il costo opportunità.





## I principi dell'analisi costi – benefici: L'Analisi Finanziaria

Nel caso specifico di un progetto di riuso nell'analisi finanziaria il gestore del servizio di irrigazione valuta i flussi di cassa (entrate – uscite) che provengono dalla **vendita** del reffluo affinato ai consorziati, sostenendo i **relativi costi** (di investimento, per la costruzione di condotte, vasche, etc. e di esercizio, compreso l'acquisto del reffluo affinato e gli eventuali costi di sollevamento).

Complessivamente, i risultati dell'analisi possono essere condensati in due indicatori, Valore Attuale Netto Finanziario (VANF) e Tasso di Rendimento Interno Finanziario (TRIF):

$$VANF = -C_0 + \sum_{t=1}^N \frac{R_t - C_t}{(1 + i)^t}$$

$$0 = -C_0 + \sum_{t=1}^N \frac{R_t - C_t}{(1 + TRIF)^t}$$

In cui

- $C_0$  è il costo di investimento (in questo caso, se si guarda al gestore del servizio irriguo, solamente le infrastrutture aggiuntive di pertinenza del Consorzio)
- $C_t$  sono i costi di gestione, manutenzione e sostituzione nell'anno  $t$  (compreso quindi il costo del reffluo affinato)
- $R_t$  sono le **entrate finanziarie** legate ai pagamenti effettuati dagli utenti dei servizi prodotti dall'investimento nell'anno  $t$ ,
- $i$  è il tasso di interesse finanziario (4,5% come valore di riferimento secondo la Guida UE)
- $B_t$  comprende anche il valore residuo del investimento alla fine del periodo di analisi ( $t = N$ ).





## I principi dell’analisi costi – benefici : l’Analisi economica

**Nell’analisi economica** l’impatto dell’investimento non viene valutato solamente dal punto di vista dei costi finanziari e dei ricavi da tariffa per i servizi generati, ma è visto in una dimensione più ampia, che coinvolge l’intero benessere sociale. In questa prospettiva, il concetto chiave su cui si basa l’analisi economica di un investimento è rappresentato dal *prezzo ombra*, ovvero il prezzo che riflette il **costo opportunità** di beni e servizi: a causa di una serie di distorsioni, infatti, i prezzi osservati sul mercato possono non coincidere con il costo opportunità. Le cause alla base delle distorsioni del mercato possono essere molteplici, per esempio:

- mercati non efficienti;
- tariffe amministrate tenendo conto delle esigenze di accessibilità ed equità;
- prezzi che includono componenti fiscali come ad esempio dazi sulle importazioni, accise, IVA;
- effetti della realizzazione di progetti per i quali non esiste un mercato né, di conseguenza, un prezzo, per esempio la riduzione dell'inquinamento dell'aria, il ravvenamento delle falde, il risparmio di tempo, etc.

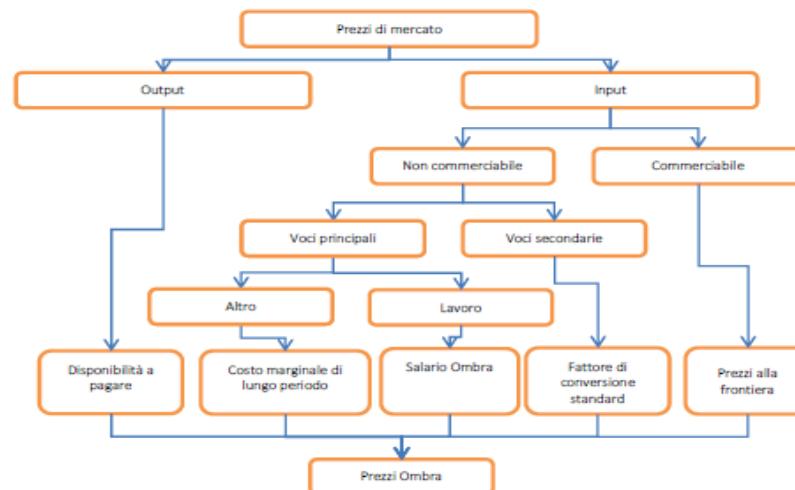




## I principi dell'analisi costi – benefici: l' analisi economica

L'approccio standard, coerente con la pratica internazionale, prevede l'elaborazione dell'analisi economica *a partire dall'analisi finanziaria*, attraverso i seguenti adeguamenti da applicare alle grandezze finanziarie così come sviluppate nell'analisi del rendimento sull'investimento:

- correzioni fiscali;
- conversione dei prezzi di mercato in prezzi ombra attraverso i **Fattori di Conversione** (FC);
- valutazione degli impatti non di mercato e correzione per le esternalità.





## I principi dell'analisi costi – benefici: l'analisi economica

Anche in questo caso, i risultati dell'analisi possono essere condensati in due indicatori, Valore Attuale Netto Economico (VANE) e Tasso di Rendimento Interno Economico (TRIE):

$$VANE = -C_0 + \sum_{t=1}^N \frac{B_t - C_t}{(1+i)^t}$$
$$0 = -C_0 + \sum_{t=1}^N \frac{B_t - C_t}{(1+TRIE)^t}$$

$C_0$  rappresenta adesso il costo di investimento **complessivo dell'intero schema di riutilizzo** (affinamento + infrastrutture di collegamento e stoccaggio) valutato ai prezzi ombra degli input (lavoro, materiali, servizi, etc.) ottenuti a partire dai prezzi finanziari applicando i fattori di conversione;

$C_t$  sono i costi di gestione, manutenzione e sostituzione **dell'intero schema di riutilizzo** per l'anno  $t$ , **anch'essi valutati con i prezzi ombra** + le eventuali **esternalità negative indotte dal progetto** (gli impatti negativi che non ricorrono nell'ambito delle transazioni tra produttore e consumatore dei servizi del progetto, ma ricadono su terzi non compensati, p.e. la collettività, l'ambiente)

$B_t$  sono i **benefici diretti generati dal progetto** (benefici irrigui valutati facendo riferimento alla curva della domanda dell'acqua irrigua) + le esternalità **positive indotte dal progetto** (p.e. la eventuale riduzione dei consumi energetici valutata in termini di riduzione di  $CO_2$  ai sensi della Comunicazione della Commissione Europea 2021/C 373/01, gli impatti positivi sull'ambiente già esaminati nelle slides precedenti)

i è in questo caso il **tasso di attualizzazione sociale**, posto pari dalla Guida CE al **3%**





## I principi dell’analisi costi – benefici : sostenibilità economica e finanziaria

Indici di performance **economica** positivi (VANE >0, TRIE > 3%) assicurano che il progetto è economicamente sostenibile **dal punto di vista sociale** e permettono quindi la valutazione/progettazione di politiche di sostegno/incentivazione rivolte a rendere possibile la **sostenibilità finanziaria** del progetto stesso, cioè a creare le condizioni perché i flussi finanziari degli attori del progetto (essenzialmente il gestore dell’impianto di affinamento e il consorzio di bonifica o altro ente incaricato della distribuzione e stoccaggio delle risorse affinate fino all’utilizzatore finale) permettano **l’innesto e l’efficace funzionamento della filiera produttiva** che porta dall’impianto di affinamento all’utente finale, evitando squilibri finanziari.

Ovviamente, più semplice è tale filiera, più semplice sarà che essa funzioni correttamente: impianti di affinamento costruiti e gestiti da gestori affidatari del servizio idrico integrato operanti nell’ambito territoriale ottimale di pertinenza, selezionati ai sensi del d.lgs. 152/06 ed enti gestori del servizio di irrigazione con capacità gestionali e realizzative tali da assicurare l’esecuzione degli interventi infrastrutturali necessari e la loro gestione appaiono la necessaria premessa perché ciò avvenga.

L’ ACB, per il fatto di basarsi sulla Disponibilità a Pagare degli stakeholders, permette di comprendere le forme di incentivazione più appropriate.





## Implicazioni del Regolamento UE 2020/741 sulla valutazione tecnico-economica degli impianti di riuso

Art. 2 - Uno Stato membro **può decidere che non è opportuno riutilizzare l'acqua a fini irrigui** in agricoltura in uno o più dei suoi distretti idrografici o parti di essi, tenendo conto dei criteri seguenti:

- a) le condizioni geografiche e climatiche del distretto idrografico o parti di esso;
- b) le pressioni sulle altre risorse idriche e lo stato di queste ultime, compreso lo stato quantitativo dei corpi idrici sotterranei di cui alla direttiva 2000/60/CE;
- c) le pressioni sui corpi idrici superficiali in cui le acque reflue urbane trattate sono scaricate e lo stato di tali corpi idrici;
- d) i costi ambientali e in termini di risorse che comportano le acque affinate e altre risorse idriche (*the environmental and resource costs of reclaimed water and of other water resources*)

In altre parole, il riuso è considerato **l'opzione di default** a valle degli impianti di trattamento delle acque reflue e spetta agli Stati membri l'onere della richiesta di un'esenzione.





## Implicazioni del Regolamento UE 2020/741 sulla valutazione tecnico-economica degli impianti di riuso

### Allegato I – Sezione 2 Prescrizioni Minime – Tabella 2

Tabella 2 — Prescrizioni di qualità delle acque affinate a fini irrigui in agricoltura

Classe di qualità delle acque affinate	Obiettivo tecnologico indicativo	Prescrizioni di qualità				
		E. coli (numero/100 ml)	BOD <sub>5</sub> (mg/l)	TSS (mg/l)	Torbidità (NTU)	Altro
A	Trattamento secondario, filtrazione e disinfezione	≤ 10	≤ 10	≤ 10	≤ 5	Legionella spp.: < 1 000 ufc/l se vi è rischio di diffusione per via aerea
B	Trattamento secondario e disinfezione	≤ 100	In conformità della direttiva 91/271/CEE (allegato I, tabella 1)	In conformità della direttiva 91/271/CEE (allegato I, tabella 1)	-	Nematodi intestinali (uova di elmidati): ≤ 1 uovo/l per irrigazione di pascoli o colture da foraggio
C	Trattamento secondario e disinfezione	≤ 1 000			-	
D	Trattamento secondario e disinfezione	≤ 10 000			-	

Il Regolamento fornisce quindi anche gli obiettivi tecnologici indicativi per il soddisfacimento dei requisiti minimi. In generale, non sono previsti trattamenti terziari. Ciò può comportare, in generale, un beneficio aggiuntivo in termini di riutilizzo dei nutrienti presenti nelle acque affinate.

Il Regolamento prevede anche costi di aggiuntivi di pianificazione e monitoraggio che non appaiono discriminanti, se inseriti in realtà che si occupano in modo industriale della gestione dei reflui urbani e del servizio di irrigazione.





## Analisi costi – benefici del riuso: i costi

Ma quali sono i costi del riuso?





## Analisi costi – benefici: i costi

### Costi di investimento ed esercizio per il gestore dell'impianto di affinamento

Tecnologia di trattamento	Classe indicativa di qualità delle acque affinate secondo il Regolamento	E. Coli (CFU/100 ml)	SS [mg/l]	Torbidità [NTU]	Costi di investimento [€/(m³/giorno)]	Costi operativi [€/m³]
Filtrazione a membrana + Disinfezione	A	Assenti	5 - 10	1 - 2	229-493	0,17-0,25
Filtrazione multistrato + disinfezione	B	100 - 200	20	10	35-60	0,07-0,11
Filtrazione tradizionale + disinfezione	C - D	1000 - 10.000	20 - 35	10 - 15	11 - 27	0,05-0,09

Range di costi disponibili in studio del JRC<sup>1</sup> della UE relativi a impianti di riuso spagnoli e riferiti al 2010. Rivalutati al 2022 con coefficienti di rivalutazione ISTAT

Il parametro sui costi di investimento è un valore equivalente annuo dell'investimento calcolato su una vita utile di 20 anni con un tasso di interesse del 5% e standardizzato sui m<sup>3</sup>/giorno prodotti dall'impianto

P.e., per un impianto per la produzione di 2.000 m<sup>3</sup>/giorno di acqua affinata di classe A, il range dei costi di investimento è  $(229*2000) * (P/A, 0,05, 20) = 4,61 \text{ M€} \div (493*2000) * (P/A, 0,05, 20) = 12,29 \text{ M€}$

Un impianto con la stessa potenzialità per la produzione di acqua di classe B dovrebbe avere costi di investimento nel range tra 0,8 e 1,5 M€

$$\text{Fattore di equivalenza} = [(1 + i)^n - 1] / [i*(1+i)^n]$$



<sup>1</sup> Pistocchi, A., Aloe, A., Dorati, C., Alcalde Sanz, L., Bouraoui, F., Gawlik, B., Grizzetti, B., Pastori, M., Vigiak, O., The potential of water reuse for agricultural irrigation in the EU. A Hydro-Economic Analysis, EUR 28980 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2018, ISBN 978-92-79-77210-8, doi:10.2760/263713, JRC109870





## Analisi costi – benefici: i costi

### Costi di investimento ed esercizio per l’utente finale

1. Costo di costruzione di nuove condotte di collegamento tra impianti e vasche consortili
2. Costo di costruzione di eventuali nuovi tratti di rete consortile
3. Costo di costruzione di eventuali nuove capacità di accumulo
4. Costo di eventuali nuovi impianti di sollevamento

Punti 2. – 4. opzionali, e dipendenti dal contesto territoriale. Punto 1. verosimilmente inevitabile per permettere l’incontro tra domanda e offerta della risorsa affinata. L’equilibrio tra i costi incrementali (a vita intera) delle nuove infrastrutture e i benefici fornirà indicazioni in merito alle condizioni per una effettiva sostenibilità economica (e a valle, finanziaria) del progetto.

E’ necessario sottolineare che nella valutazione dei costi incrementali, l’ACB prende in considerazione una condizione di riferimento efficiente – in altre parole, se per esempio le infrastrutture consortili esistenti non sono adeguate a permettere la distribuzione del refluo affinato, bisognerà considerare tra i costi anche il costo di rimessa in efficienza.



## Analisi costi – benefici: i benefici



Benefici diretti	Descrizione	Metodo di valutazione
Irrigazione	Incremento della produzione irrigua	Incremento della produzione irrigua da valutare in termini di Standard Output o utilizzando una curva della domanda per l'acqua irrigua
	Miglioramento della qualità dell'acqua per irrigazione (p.e. per riduzione della salinità dell'acqua)	Incremento della produzione irrigua da valutare in termini di Standard Output
	Minori costi di approvvigionamento (p.e. per costi evitati di estrazione dall'acquifero)	Costi evitati (minori costi) per la potabilizzazione - i costi energetici vanno stimati in termini di €/tonn CO2 evitata ai sensi della Comunicazione della Commissione Europea 2021/C 373/01
Benefici esterni	Descrizione	Metodo di valutazione
Approvvigionamento idrico civile	Miglioramento della qualità dell'acqua nei corpi idrici ricettori	Costi evitati (minori costi) per la potabilizzazione - i costi energetici vanno stimati in termini di €/tonn CO2 evitata ai sensi della Comunicazione della Commissione Europea 2021/C 373/01
Ambiente	Miglioramento della qualità dell'acqua nei corpi idrici ricettori	Metodo dei prezzi edonici, Metodo dei costi di viaggio, Valutazione Contingente

...Alcuni di questi benefici sono relativi ad una riduzione del **rischio** di contaminazione di corpi idrici ricettori e vanno quindi valutati tenendo conto della probabilità di contaminazione



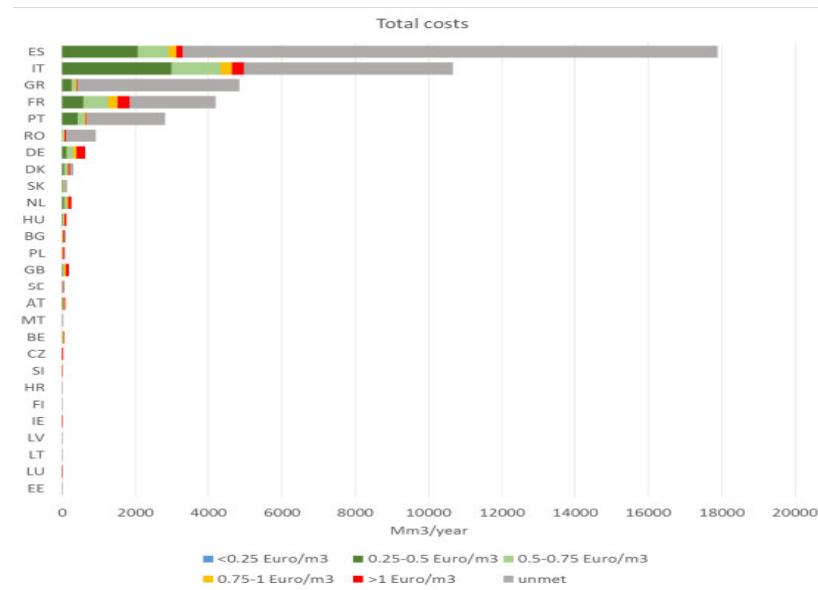
Questi impatti possono anche essere negativi! (e diventare costi)





## Risultati dello studio JRC per l’Italia...

Il JRC (Joint Research Center) dell’UE ha condotto nel 2017 uno studio idroeconomico sulle potenzialità di riuso negli Stati membri dell’Unione.



Costi di trasporto e sollevamento calcolati per distanze tra centri di domanda e di offerta < 10 km e per dislivelli < 200 m – considerati costi per l’accumulo



Country <sup>13</sup>	Potential contribution of reuse to total irrigation demand	Availability at WWTPs	Total that can be allocated near WWTPs at cost <0.50 Euro/m³	Total that can be allocated near WWTPs at cost <0.75 Euro/m³	Total that can be allocated near WWTPs at cost <1.00 Euro/m³	Total that can be allocated near WWTPs, regardless of cost
EE	0%	80,710,881	0	0	0	0
LU	>100%	42,159,474	0	0	0	291,747
LT	32%	180,393,800	0	0	0	50,601
LV	52%	351,587,408	0	0	0	104,500
IE	>100%	1,199,386,263	0	0	151,544	1,019,289
FI	55%	320,255,823	0	49,322	49,322	304,968
HR	72%	254,634,919	0	106,241	527,974	1,716,665
SI	>100%	63,329,276	10,738	1,261,988	1,845,014	7,864,075
CZ	>100%	830,070,479	984,502	3,662,037	8,867,334	28,279,623
DE	>100%	466,779,792	9,988,330	33,642,062	47,647,722	67,571,968
MT	11%	3,248,802	2,105,120	3,220,615	3,220,615	3,248,802
AT	>100%	831,719,537	16,311,278	42,743,783	60,239,583	78,986,625
SE	57%	764,770,821	4,210,681	13,981,552	21,773,475	43,679,832
GB	>100%	5,785,815,226	15,500,235	58,601,739	96,543,751	185,791,041
PL	70%	2,028,581,131	3,642,971	8,007,047	15,176,989	59,899,677
BG	64%	1,163,546,557	5,081,551	21,790,825	33,979,099	63,463,880
HU	>100%	692,694,899	14,492,705	50,824,172	76,741,542	125,040,578
NL	>100%	961,098,462	55,384,515	136,019,148	174,624,874	264,433,029
SK	41%	191,797,107	23,263,986	41,306,224	45,132,670	54,429,211
DK	66%	609,431,705	49,627,876	147,432,734	178,523,742	199,487,876
DE	>100%	6,759,616,101	114,005,271	307,973,324	391,759,987	624,227,536
RO	11%	743,414,782	7,069,214	46,117,963	62,122,308	99,146,222
PT	23%	1,278,557,567	419,548,259	615,287,198	642,864,618	660,784,949
FR	44%	4,998,793,967	585,455,579	1,268,202,301	1,523,413,127	1,845,451,653
GR	9%	1,153,447,397	262,661,751	365,334,342	389,279,661	417,500,899
IT	47%	9,769,661,947	2,975,901,472	4,322,660,101	4,633,978,319	4,962,268,684
ES	18%	7,114,641,769	2,054,500,907	2,916,624,439	3,113,292,590	3,295,147,922
TOTAL		48,640,145,892	6,619,746,941	10,404,849,158	11,521,755,863	13,090,191,851

Dei 9,8 Mld m³/anno prodotti dai depuratori, 4,9 Mld sono disponibili per il riuso

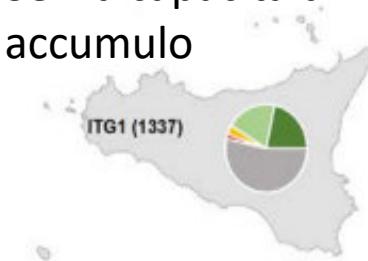




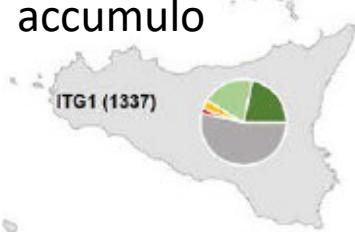
## .... e per la Sicilia

Analisi svolta a livello di NUTS 2 (NUTS = Nomenclatura delle Unità Territoriali Statistiche; 2 è la scala regionale)

Senza capacità di accumulo



Con capacità di accumulo



I costi dell'approvvigionamento irriguo primario in Sicilia da fonti centralizzate (da PGDI 2016) [€/m<sup>3</sup>]  
– costi rivalutati al 2022

	Media	Mediana	Minimo	Max
11 dighe gestite dal DAR	0,17	0,29	0,047	5,9
3 dighe gestite dai CdB	0,24	0,05	0,041	16,6

Costo medio unitario sul complesso dei consorzi del servizio d'irrigazione consortile: 0,50 €/m<sup>3</sup>.

Unmet = Domanda irrigua non approvvigionabile da impianti di riuso perché manca l'offerta





## Aspetti emergenti e conclusioni

Il Regolamento 741/2020 ribalta la prospettiva consolidata sul riuso delle acque reflue per l’irrigazione, prescrivendolo come opzione di default;

L’analisi tecnico – economica degli interventi di riuso, in particolare basata sull’Analisi Costi – Benefici, rimane in ogni caso fondamentale per diversi motivi:

- alla scala di Distretto Idrografico per indicare criteri generali, adatti al contesto territoriale e socio-economico regionale, di proporzionalità/disproporzionalità dei costi del riuso rispetto ai benefici;
- alla scala di Distretto per comprendere le componenti dei costi e dei benefici e potere quindi definire in modo più consapevole misure di incentivo/finanziamento;
- Alla scala del singolo intervento per descrivere le transazioni finanziarie tra i soggetti coinvolti nella gestione dello schema di riutilizzo dell’acqua e comprendere le condizioni di effettiva sostenibilità del progetto (esistenza della domanda irrigua, esistenza di eventuali altri benefici, costi di investimento specifici per lo schema considerato – compresi gli investimenti «*do minimum*» per rendere/mantenere le infrastrutture esistenti a livelli adeguati allo svolgimento del servizio). Si tratta di valutazioni fortemente «site-specific»





## Aspetti emergenti e conclusioni

- Il Regolamento 741/2020 non entra nel merito della ripartizione dei costi (chi paga per l'affinamento? Gli utenti del Servizio Idrico Integrato o gli utilizzatori finali?) Nel metodo tariffario vigente, MTI-3, l'ARERA inserisce il riuso nel novero delle «altre attività idriche», cioè l'insieme delle attività attinenti ai servizi idrici (p.e. spurgo pozzi neri, il trasporto e la vendita di acqua con autobotte o altri mezzi su gomma per le situazioni non emergenziali), ivi incluse quelle relative ad obiettivi di sostenibilità energetica ed ambientale, **diverse da quelle comprese nel SII** (e non considera quindi i costi di investimento per l'affinamento);
- Il Regolamento sembra indicare come criterio di esenzione dal riuso il confronto tra l'attuale costo dell'approvvigionamento e i costi ambientali e delle risorse, proponendo un confronto, in termini generalizzati, simile a quello visto nelle prime slides...ma la considerazione dei costi di investimento, specialmente di quelli per collegare la domanda con l'offerta, appare irrinunciabile.





ORDINE DEGLI INGEGNERI  
DELLA PROVINCIA DI PALERMO

### Seminario tecnico

“Il riuso irriguo delle acque reflue depurate:  
applicazione in Sicilia del Regolamento EU n.741/2020”



Università  
degli Studi  
di Palermo

dij  
dipartimento  
di ingegneria  
unipa



# Grazie dell'attenzione!

[claudio.arena@unipa.it](mailto:claudio.arena@unipa.it)

