

Sviluppo e applicazione di metodologie di benchmark ideali dei consumi energetici dei principali settori energivori italiani

Prof. Andrea L. Facci - Responsabile della ricerca

Università degli Studi della Tuscia

Centro Interuniversitario per l'innovazione Tecnologica e lo Sviluppo del Territorio



UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DELLA
TUSCIA

Roma, 2 Dicembre 2021

Sviluppo e applicazione di metodologie di benchmark ideali dei consumi energetici dei principali settori energivori italiani

Obiettivo: Definizione di indicatori di prestazione ideali specifici per i principali settori energivori italiani, utili per la quantificazione dei margini di miglioramento delle prestazioni energetiche.

Riferimento termodinamico:
NO benchmark come confronto con altri players.

Metodologia: Strumento per le imprese

Customizabile: Possibilità di considerare effetti di diversi prodotti/processi.

Sviluppo e applicazione di metodologie di benchmark ideali dei consumi energetici dei principali settori energivori italiani

1 Studio dei processi produttivi del settore, analizzando le fasi principali del processo, parametri di influenza e vettori energetici utilizzati.



2 Definizione della metodologia specifica per lo sviluppo di indicatori di prestazione di riferimento ideali per il settore.



3 Calcolo dei diversi indicatori di prestazione di riferimento per il settore, andando a recepire le differenze proprie dei processi e settori applicativi.



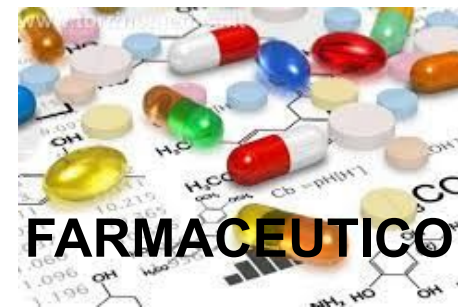
4 Condivisione e validazione dei risultati attraverso contatti con le imprese e con le associazioni di categoria.



5 Analisi dei risultati a supporto dell'individuazione di strategie di miglioramento delle prestazioni.



Sviluppo e applicazione di metodologie di benchmark ideali dei consumi energetici dei principali settori energivori italiani



Sviluppo e applicazione di metodologie di benchmark ideali dei consumi energetici dei principali settori energivori italiani



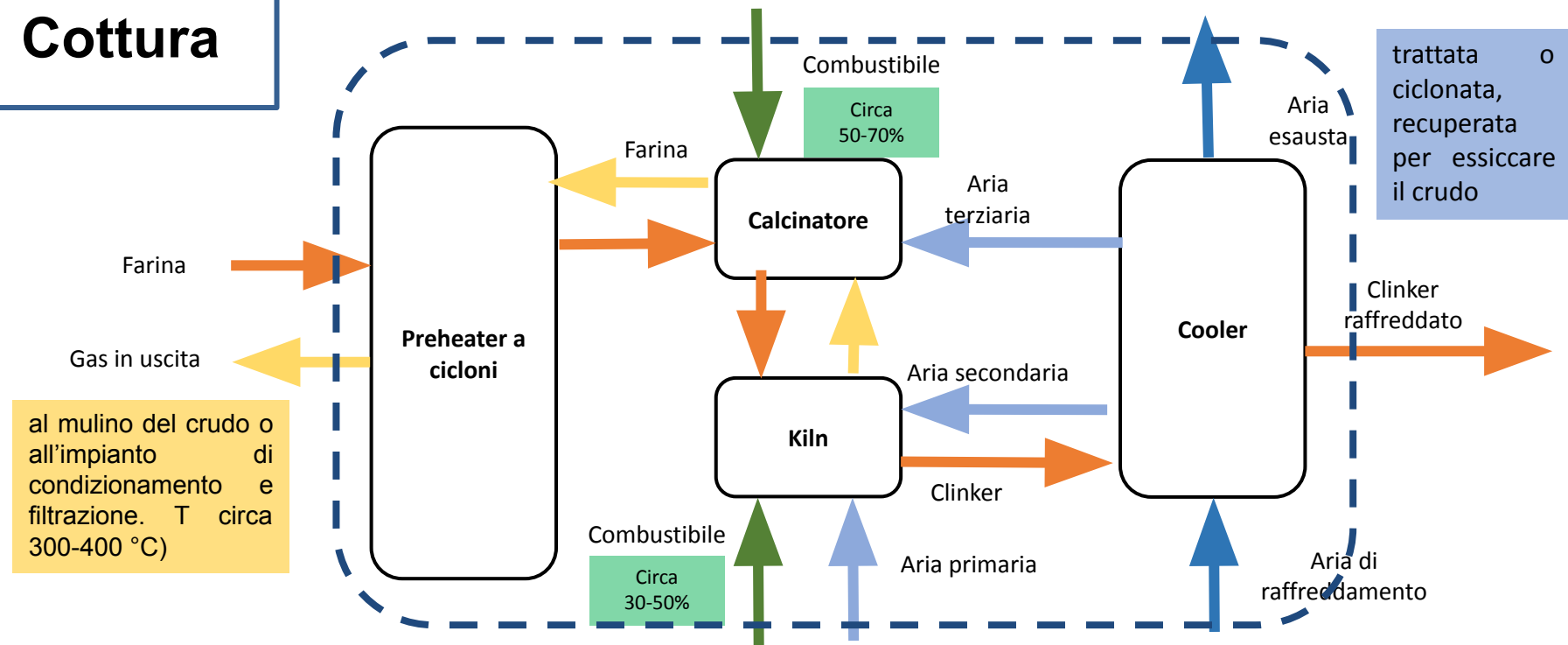
Cottura

**Macinazione
"Crudo"**

**Macinazione
"Cotto"**

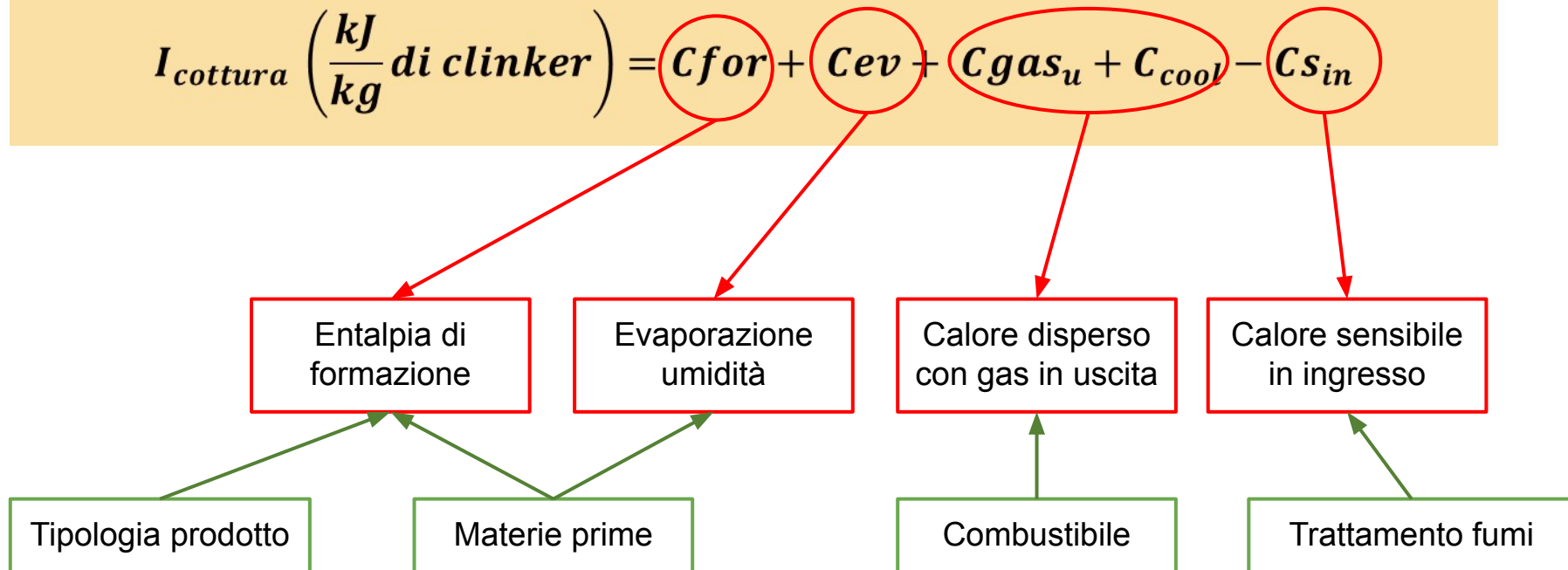
Sviluppo e applicazione di metodologie di benchmark ideali dei consumi energetici dei principali settori energivori italiani

Cottura



Sviluppo e applicazione di metodologie di benchmark ideali dei consumi energetici dei principali settori energivori italiani

$$I_{cottura} \left(\frac{kJ}{kg} \text{ di clinker} \right) = C_{for} + C_{ev} + C_{gas_u} + C_{cool} - C_{s_{in}}$$



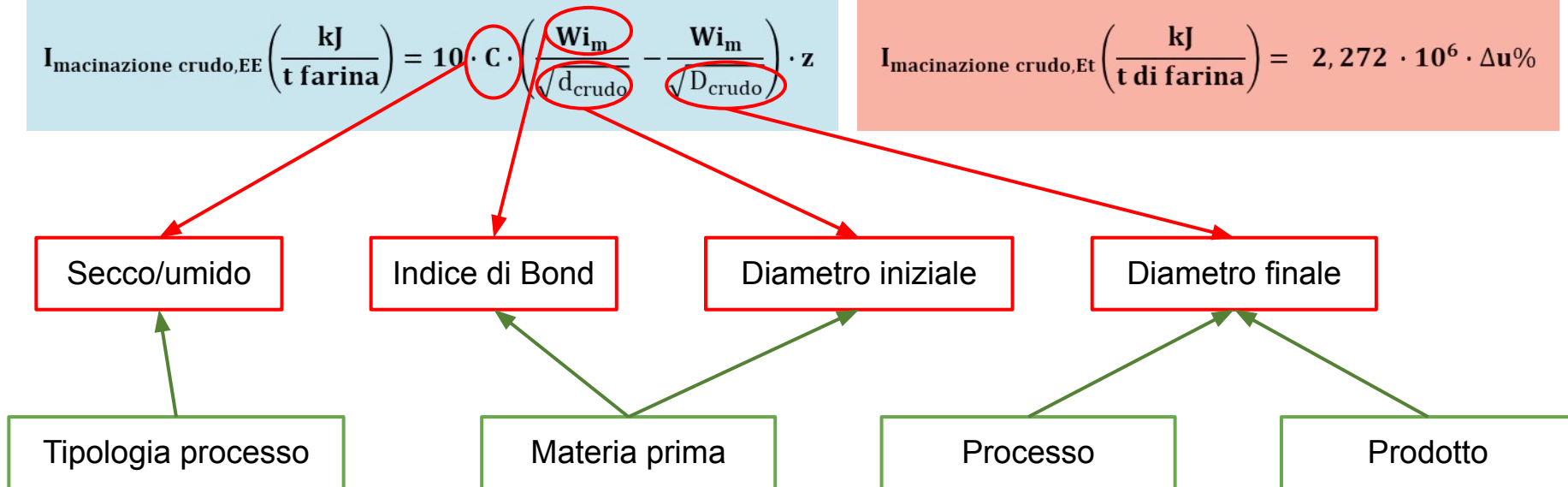
Sviluppo e applicazione di metodologie di benchmark ideali dei consumi energetici dei principali settori energivori italiani

Energia elettrica

$$I_{\text{macinazione crudo,EE}} \left(\frac{\text{kJ}}{\text{t farina}} \right) = 10 \cdot C \cdot \left(\frac{W_{i_m}}{\sqrt{d_{\text{crudo}}}} - \frac{W_{i_m}}{\sqrt{D_{\text{crudo}}}} \right) \cdot Z$$

Energia termica

$$I_{\text{macinazione crudo,Et}} \left(\frac{\text{kJ}}{\text{t di farina}} \right) = 2,272 \cdot 10^6 \cdot \Delta u\%$$



Sviluppo e applicazione di metodologie di benchmark ideali dei consumi energetici dei principali settori energivori italiani



Fusione

Soffiaggio

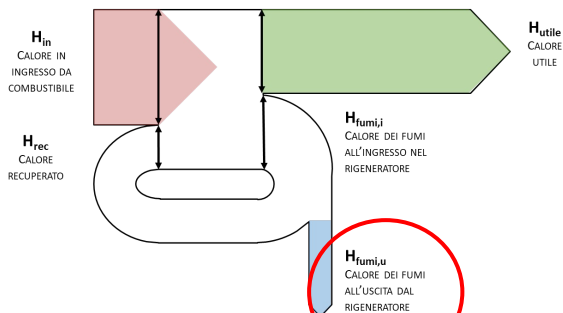
Laminazione

Sviluppo e applicazione di metodologie di benchmark ideali dei consumi energetici dei principali settori energivori italiani

Fusione

Soffiaggio

Laminazione



$$I_{soffiaggio} \left(\frac{kJ}{kg \text{ di vetro}} \right) = p \cdot \frac{V_{id}}{w_{id}} \cdot 10^{-3}$$

$$I_{float} \left(\frac{kJ}{kg \text{ di vetro}} \right) = C_{fus,Sn} + C_{H_2} + C_{N_2}$$

Trattamento fumi

Legislazione

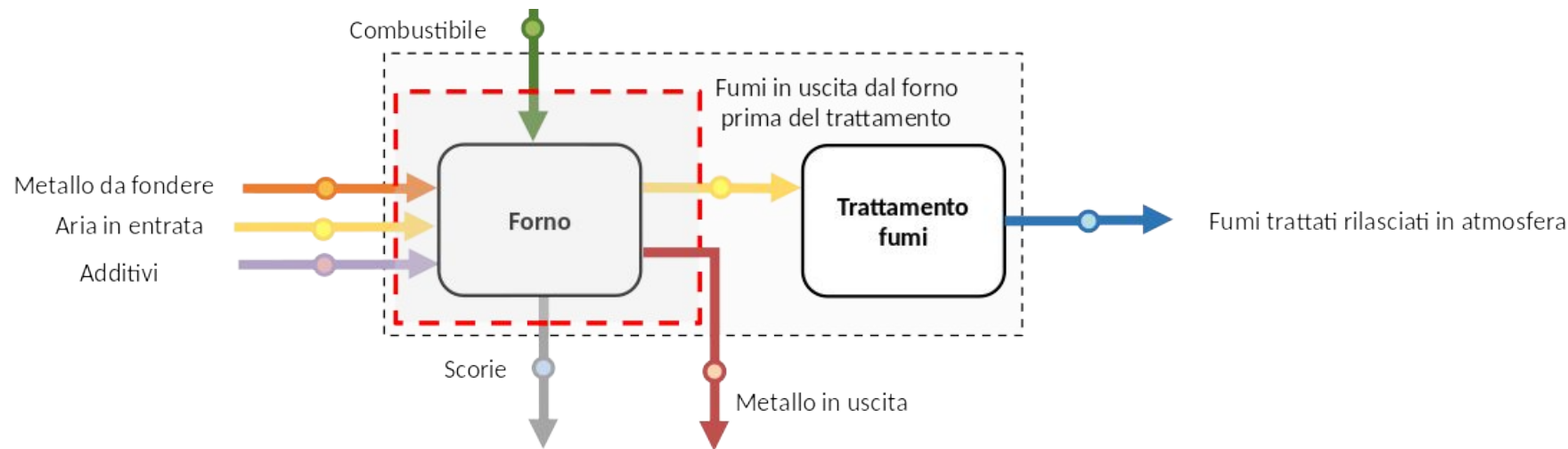
Contributo da elementi chimici
non combustibili

Sviluppo e applicazione di metodologie di benchmark ideali dei consumi energetici dei principali settori energivori italiani



Fusione

Sviluppo e applicazione di metodologie di benchmark ideali dei consumi energetici dei principali settori energivori italiani



$$I_{fusione} \left(\frac{kJ}{kg \text{ di metallo}} \right) = C_{chim} + C_{lat_{miscela}} + C_{s_{scorie}} + C_{s_{metallo \text{ in uscita}}} + C_{gas_u} - C_{s_a}$$

Sviluppo e applicazione di metodologie di benchmark ideali dei consumi energetici dei principali settori energivori italiani



HVAC

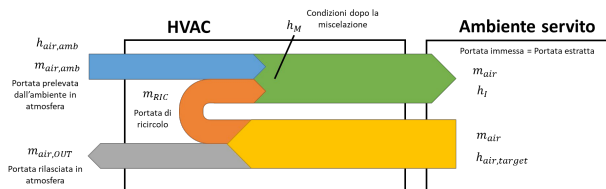
Black Utilities

Sviluppo e applicazione di metodologie di benchmark ideali dei consumi energetici dei principali settori energivori italiani

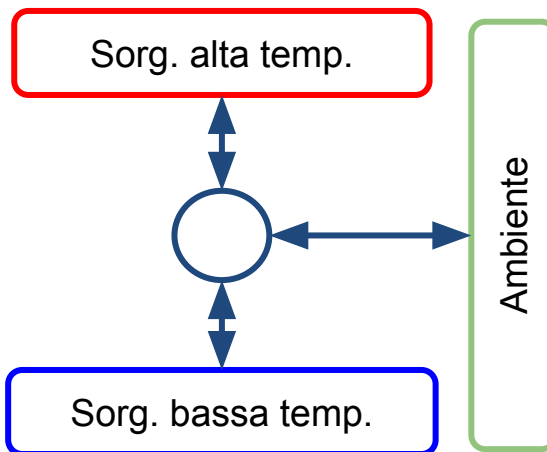
HVAC

Calore - Freddo

Aria compressa



$$I_{HVAC,t,est} \left(\frac{kJ}{Nm^3} \right) = \frac{Q_{HVAC,est}}{V_{air}}$$



$$EE_{COMPR}(kJ) = V_{air,compr} \frac{k}{k-1} p_1 \left[\left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right]$$

Compressione isoentropica ideale

Sviluppo e applicazione di metodologie di benchmark ideali dei consumi energetici dei principali settori energivori italiani

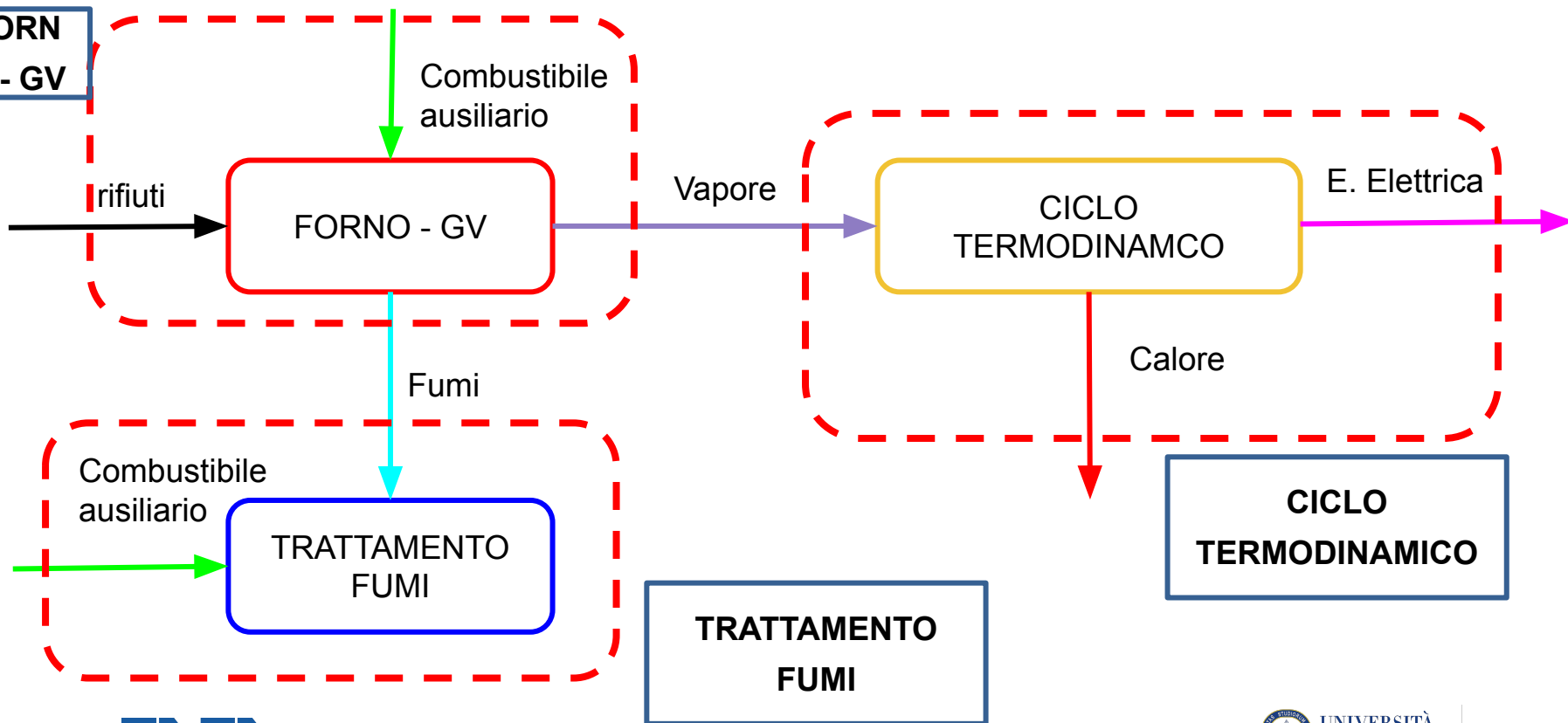


**FORNO -
GENERATORE DI
VAPORE**

**CICLO
TERMODINAMICO**

**TRATTAMENTO
FUMI**

Sviluppo e applicazione di metodologie di benchmark ideali dei consumi energetici dei principali settori energivori italiani



Sviluppo e applicazione di metodologie di benchmark ideali dei consumi energetici dei principali settori energivori italiani

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

Prof. Andrea L. Facci - Responsabile della ricerca

Università degli Studi della Tuscia

Centro Interuniversitario per l'innovazione Tecnologica e lo Sviluppo del Territorio



**UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI DELLA
TUSCIA**

Roma, 2 Dicembre 2021



Accordo di Programma MiSE- ENEA "Ricerca di Sistema Elettrico" PTR 2019-21

