

**Corso di**

---

**IMPIANTI TECNICI per l'EDILIZIA**

**Esercitazione**  
**Scambiatori di calore**



Prof. Paolo ZAZZINI  
Dipartimento INGEO  
Università "G. D'Annunzio" Pescara  
[www.lft.unich.it](http://www.lft.unich.it)

Uno scambiatore di calore a tubi concentrici con un coefficiente globale di scambio termico (UA) pari a 320 W/K consente lo scambio termico tra olio ed acqua con le seguenti caratteristiche. Calcolare la potenza termica scambiata e le temperature di uscita dei due fluidi nelle due ipotesi di equi e controcorrente

**Olio:**

$$C_p = 2300 \text{ J/kg K}; \quad t_{ci} = 85 \text{ °C}; \quad \dot{M} = 0,15 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

**Acqua**

$$C_p = 4186 \text{ J/kg K}; \quad t_{fi} = 35 \text{ °C}; \quad \dot{M} = 0,1 \frac{\text{kg}}{\text{s}}$$

Per calcolare la potenza termica scambiata è necessario determinare l'efficienza  $\varepsilon$  dello scambiatore

$$\dot{Q} = \varepsilon \cdot C_{min} \cdot (t_{c,i} - t_{f,i})$$

$$C_{acqua} = 0,1 \cdot 4186 = 418,6 \frac{\text{W}}{\text{K}}$$

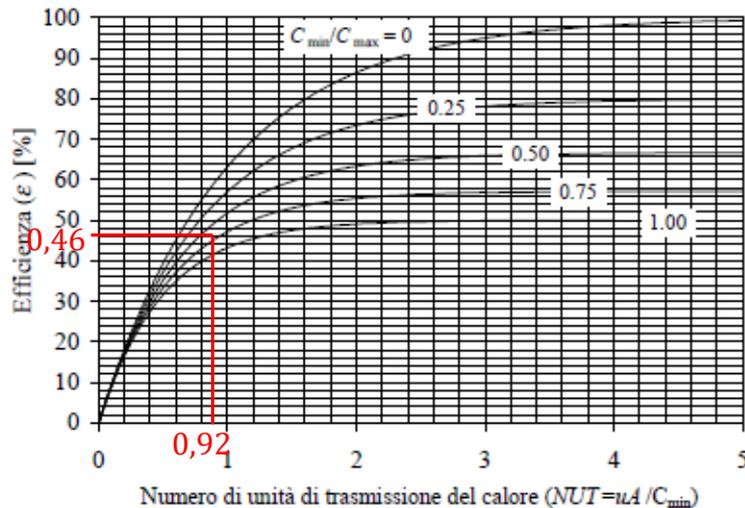
$$C_{olio} = 0,15 \cdot 2300 = 345 \frac{\text{W}}{\text{K}}$$

$$C_{min} = C_{olio} = 345 \frac{\text{W}}{\text{K}}$$

$$NUT = \frac{UA}{C_{min}} = \frac{320}{345} = 0,92$$

$$\frac{C_{min}}{C_{max}} = \frac{345}{418,6} = 0,82$$

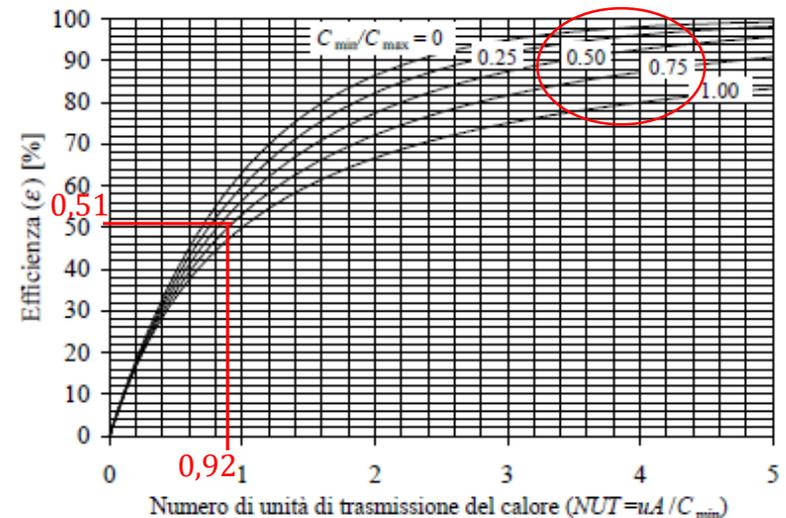
### Equicorrente



$$\epsilon = 0,46$$

$$\dot{Q} = 0,46 \cdot 345 \cdot (85 - 35) = 7935 \text{ W}$$

### Controcorrente



$$\epsilon = 0,51$$

$$\dot{Q} = 0,51 \cdot 345 \cdot (85 - 35) = 8797,5 \text{ W}$$

## Soluzione in equicorrente

Temperatura di uscita dell'acqua

$$\dot{Q} = C_{acqua} \cdot (t_{f,u} - t_{f,i}) \Rightarrow t_{f,u} = t_{f,i} + \frac{\dot{Q}}{C_{acqua}} =$$

$$35 + \frac{7935}{418,6} = 35 + 18,9 = 53,9 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Temperatura di uscita dell'olio

$$\dot{Q} = C_{olio} \cdot (t_{c,i} - t_{c,u}) \Rightarrow t_{c,u} = t_{c,i} - \frac{\dot{Q}}{C_{olio}} =$$

$$85 - \frac{7935}{345} = 85 - 23 = 62 \text{ } ^\circ\text{C}$$

## Soluzione in controcorrente

Temperatura di uscita dell'acqua

$$\dot{Q} = C_{acqua} \cdot (t_{f,u} - t_{f,i}) \Rightarrow t_{f,u} = t_{f,i} + \frac{\dot{Q}}{C_{acqua}} =$$
$$35 + \frac{8797,5}{418,6} = 35 + 21 = 56 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Temperatura di uscita dell'olio

$$\dot{Q} = C_{olio} \cdot (t_{c,i} - t_{c,u}) \Rightarrow t_{c,u} = t_{c,i} - \frac{\dot{Q}}{C_{olio}} =$$
$$85 - \frac{8797,5}{345} = 85 - 25,5 = 59,5 \text{ } ^\circ\text{C}$$

L'ipotesi di controcorrente consente di aumentare la potenza scambiata di circa il 10 % e di aumentare i  $\Delta t$  dei due fluidi della stessa entità.

	<b>Scambiatore in equicorrente</b>	<b>Scambiatore in controcorrente</b>
Potenza termica scambiata (W)	7935	8797, 5
Temperatura di uscita acqua °C	53,9	56
Temperatura di uscita olio °C	62	59,5
$\Delta t$ acqua °C	18,9	21
$\Delta t$ olio °C	23	25,5

In entrambe le soluzioni il salto termico subito dall'olio è maggiore di quello relativo all'acqua poiché la sua capacità termica è inferiore.