

Controllo dell'umidità nell'industria tipografica

Dati tecnici e confronto economico



Impianto fog Nephos presso la Tipografia Stazione di Locarno.

Dati tecnici

I processi di produzione di una tipografia richiedono un tasso di umidità costante. L'utilizzo di grandi quantità di carta, combinato al calore sviluppato dalle macchine tipografiche e dai sistemi di climatizzazione rende l'aria particolarmente secca. È quindi indispensabile umidificare gli spazi correttamente e in modo controllato.

Nephos ha sviluppato un sistema silenzioso di nebulizzazione ultra-sottile dell'acqua ad alta pressione, che permette di ottenere un'umidità costante e uniformemente diffusa, di abbattere l'elettricità statica e la polvere, senza bagnare né diffondere batteri.

Caratteristiche e vantaggi

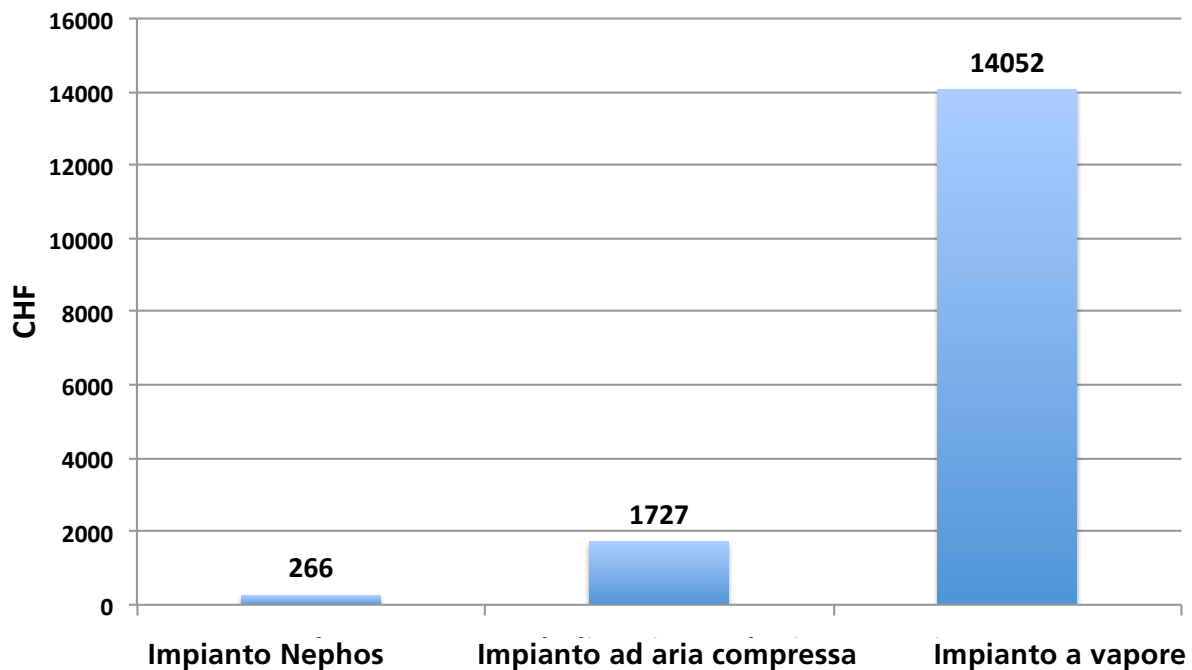
- Umidità costante e diffusa grazie a linee fog modulari, che possono essere dislocate nello spazio con grande flessibilità.
- Abbattimento di elettricità statica e polveri in sospensione.
- Raggiungimento rapido delle condizioni ideali di umidità, anche in situazioni instabili o in seguito ad interruzioni prolungate e riattivazioni del processo tipografico.
- Il sistema non bagna! La nebulizzazione ultra sottile dell'acqua, gli ugelli provvisti di dispositivo anti-goccia e una corretta installazione impediscono la formazione di gocce d'acqua.
- Le centraline di pompaggio e gli ugelli *nephos* sono silenziosi, a differenza degli impianti di umidificazione ad aria compressa e acqua.
- Nessun riscaldamento degli spazi di lavoro.
- Gli ugelli *nephos* sono smontabili e facilmente pulibili.
- L'impianto richiede l'addolcimento dell'acqua solo in caso di durezza elevata o in ambienti sensibili.
- Massima igiene! Ad ogni accensione un ciclo automatico di spurgo delle linee *fog* garantisce la pulizia dei tubi, il ricambio dell'acqua, l'eliminazione di eventuali ristagni e odori sgradevoli, evitando la formazione di batteri.
- Consumo elettrico circa 10 volte inferiore ad un impianto ad aria compressa e acqua e almeno 75 volte inferiore ad un impianto a vapore.
- Costi di manutenzione contenuti.
- Nephos progetta, costruisce e installa i suoi impianti e assicura l'assistenza dopo vendita.

Confronto economico

I valori sono stati misurati presso la Tipografia Salvioni di Bellinzona, dove Nephos ha installato il suo primo impianto di controllo dell'umidità nell'industria tipografica all'inizio del 2014. Situata in uno spazio di 2'600 metri cubi, la tipografia è dotata di numerosi macchinari. Per garantire un'umidità costante dell'aria al 50% sono stati impiegati mediamente **83'000 litri** di acqua di rete all'anno, con un consumo di corrente di **0.86 MWh**.

Vengono confrontati i costi operativi (acqua + corrente elettrica) di tre soluzioni per il controllo dell'umidità:^a

- Impianto Nephos di nebulizzazione dell'acqua ad alta pressione
- Impianto ad aria compressa e acqua
- Impianto a vapore



I costi operativi medi dell'impianto Nephos ammontano **266 CHF/anno**. Risultano nettamente inferiori alle altre soluzioni comunemente impiegate come i sistemi ad aria compressa e acqua (**1'727 CHF/anno**) e quelli a vapore (**14'052 CHF/anno**).

Il costo dell'acqua è indipendente dal sistema di umidificazione impiegato. Ammonta a circa **100 CHF**, considerando un costo unitario di 1.20 CHF/m³ per 83 metri cubi.^b

^a Gli umidificatori centrifughi non sono stati considerati in quanto ritenuti inadatti per l'impiego in tipografia.

^b Costo indicativo di fornitura per privati ed aziende, Aziende Industriali di Lugano (AIL) SA, 2016.

Calcolo del costo elettrico impianto Nephos

Un ugello *nephos* richiede 10 Wh per nebulizzare 1 litro di acqua.^c
 Il costo legato all'elettricità basato su una tariffa di 0.20 CHF/kWh ammonta a:^d

$$83'000 \text{ l} \cdot 0.010 \frac{\text{kWh}}{\text{l}} \cdot 0.2 \frac{\text{CHF}}{\text{kWh}} = 166 \text{ CHF}$$

Calcolo del costo elettrico impianto ad aria compressa e acqua

Il principio è l'atomizzazione dell'acqua mediante l'espansione di aria, precedentemente compressa a 10 bar. Generalmente sono necessari 0.8 metri cubi di aria compressa per ogni litro di acqua.^e
 Assumendo una compressione ideale adiabatica in condizioni standard (25°C, 1 atm), l'energia necessaria per nebulizzare 83 metri cubi di acqua ammonta a:

$$E = \frac{k}{k-1} \cdot R \cdot T_1 \cdot \left(\left(\frac{p_2}{p_1} \right)^{\frac{k-1}{k}} - 1 \right) \cdot m = 2.2 \cdot 10^7 \text{ kJ} = 6.1 \text{ MWh}$$

k	coefficiente di dilatazione adiabatica dell'aria	= 1.4
R	costante universale dei gas	= 8.314 J/mol · K
T1	temperatura iniziale	= 25°C
p1	pressione iniziale	= 1 bar
p2	pressione finale	= 10 bar

Dove m sono le moli di aria da comprimere:

$$m = 83'000 \text{ l}_{\text{acqua}} \cdot 800 \frac{\text{l}_{\text{aria}}}{\text{l}_{\text{acqua}}} \cdot \frac{d}{M} = 2.71 \cdot 10^6 \text{ mol}$$

d	densità dell'aria a 25°C, 1 atm:	= 1.184 g/l
M	massa molare dell'aria	= 28.96 g/mol

Ad una tariffa oraria di 0.20 CHF/kWh per l'elettricità^f e un'efficienza media di 0.75 per il compressore, il costo operativo di questo genere di impianto corrisponde a:

$$\frac{6'100 \text{ kWh}}{0.75} \cdot 0.2 \frac{\text{CHF}}{\text{kWh}} = 1'627 \text{ CHF}$$

^c Consumo accertato e misurato durante l'utilizzo di impianti Nephos con ugelli tipo *nephos-2-100*.

^d Tariffa indicativa fornita da Swissgrid, 2016.

^e Valore indicativo.

^f Valore indicativo.

Calcolo del costo elettrico impianto a vapore

L'impianto utilizza delle resistenze per riscaldare l'acqua fino a portarla a evaporazione. È pertanto necessaria energia per portare l'acqua fino alla temperatura di ebollizione e farla evaporare.

L'entalpia di evaporazione dell'acqua a 100°C e 1 atm corrisponde a 40.7 kJ/mol, equivalenti a 627.5 kWh/m³, mentre sono richiesti 1.16 kWh per aumentare di un 1°C la temperatura di un metro cubo di acqua.⁹

Trasformare 83 metri cubi di acqua ad una temperatura ambiente di 25°C in vapore richiede quindi:

$$83 \text{ m}^3 \cdot 1.16 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^3 \text{ } ^\circ\text{C}} \cdot 75^\circ\text{C} + 83 \text{ m}^3 \cdot 627.5 \frac{\text{kWh}}{\text{m}^3} = 59.3 \text{ MWh}$$

Assumendo una tipica efficienza media di 0.85 per un boiler, il costo annuo totale corrisponde a:^h

$$\frac{59'300}{0.85} \text{ kWh} \cdot \frac{0.2 \text{ CHF}}{\text{kWh}} = 13'952 \text{ CHF}$$

⁹ È necessaria 1 kcal per alzare di 1°C la temperatura di un grammo di acqua. Cambiando le unità di misura, sono necessari 1.16 kWh per incrementare di 1°C la temperatura di 1 metro cubo d'acqua.

^h Valore indicativo.