

# Rilevatori di CO<sub>2</sub> per le scuole

Leonardo Reyna Salas – Paolo Bagozzi

10 marzo 2023

Recentemente le scuole altoatesine hanno ricevuto dei fondi per permettere l'acquisto di rilevatori di anidride carbonica, ma i sensori sul mercato sono molti e diversi ed è quindi difficile per gli istituti capire quale offerta sia la migliore tenuto conto dei requisiti dell'Agenzia per l'ambiente della Provincia Autonoma di Bolzano. Lo scopo di questa tesi è dunque illustrare una possibile soluzione economica ed affidabile che copra tutti i bisogni scolastici.

## Perché rilevare la CO<sub>2</sub>

Rilevare i livelli di diossido di carbonio nelle aule è essenziale per prendersi cura e preservare la salute e il benessere degli studenti; un'aria non fresca e ricca di anidride carbonica può causare diversi problemi anche gravi alla salute di tutti, però anche prima che questa raggiunga livelli tossici per l'uomo influisce negativamente sulle attività che vengono svolte nelle aule scolastiche diminuendo la concentrazione e peggiorando quindi le prestazioni degli alunni. Inoltre la recente pandemia ha ricordato a tutti l'importanza della purezza dell'aria che respiriamo; il controllo dei livelli di anidride carbonica è molto utile nel contrasto alla diffusione delle malattie trasmissibili per via aerea data la relazione fra l'aumento di anidride carbonica in un ambiente per effetto della respirazione e l'emissione dell'aerosol da parte delle persone. Volendo sintetizzare, mantenere a un livello elevato la qualità dell'aria è vitale per il benessere, la salute e la

concentrazione degli studenti.

## Come rilevarla

I sensori di anidride carbonica sono degli strumenti che misurano i livelli di diossido di carbonio presenti in un ambiente, ne esistono di diverse tipologie, ma i più diffusi si basano sugli infrarossi. Il sensore è composto da un canale che ha installato ad un estremo un emettitore di luce infrarossa e all'altro un ricevitore, oltre a due fori tali da consentire il passaggio dell'aria in modo che quella all'interno del canale sia uguale a quella ambientale; mediante una specifica lunghezza d'onda, che viene assorbita unicamente dall'anidride carbonica, è possibile calcolare la sua quantità nell'aria grazie alla variazione di luce registrata dal ricevitore.

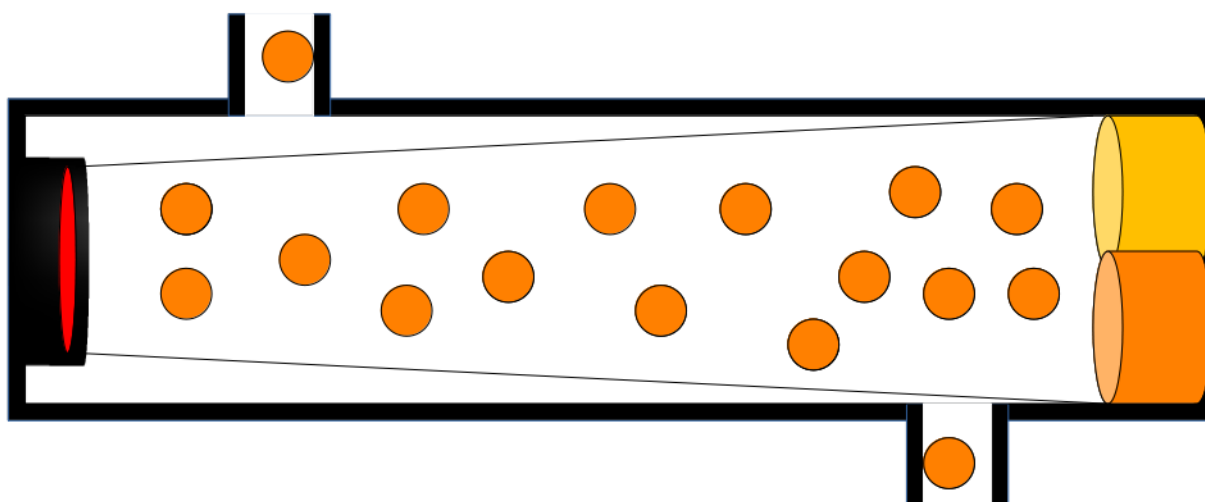


Figura 1: Rappresentazione di un sensore di CO2 ad infrarossi.

La scelta di un sensore può essere ardua dato il grande numero di dispositivi in commercio. Sebbene esistano sensori più complessi che misurano diverse grandezze, non sempre questi sono l'opzione migliore per il nostro scopo, meglio optare invece per dispositivi che rilevino la grandezza richiesta sulla base delle specifiche indicate dall'Agenzia per

l'ambiente<sup>1</sup>. Tra queste la necessità di avere un display per visualizzare i dati rilevati e la possibilità di “registrare i dati memorizzati nella memoria o nel cloud”.

Un problema dei dispositivi che si collegano alla rete (cosiddetti dispositivi IoT o IdC<sup>2</sup>) è che non si può essere certi se questi raccolgano dei dati dalla rete locale e se li inviino a terzi presentando quindi un problema di sicurezza per una rete istituzionale che deve essere sicura per tutelare la sicurezza e la privacy di docenti e alunni.

Restando in tema sicurezza è anche fondamentale che il software che viene utilizzato per la raccolta dei dati sia libero, in modo tale che chiunque possa verificarne il funzionamento (*auditability*) e si sia certi che i dati raccolti non vengano diffusi al di fuori dell'istituzione scolastica, ma anche affinché sia possibile adattare tale software alle proprie esigenze redistribuirlo ad altre istituzioni (scolastiche) pubbliche in pieno spirito “Public Money? Public Code!”<sup>3</sup>.

## Come Muoversi

La proposta di questa tesi è, dunque, quella di impiegare un sensore di anidride carbonica sufficientemente robusto, affidabile e contenuto nel prezzo, collegabile via USB ai PC delle aule scolastiche e da cui sia possibile ottenere i dati rilevati tramite un semplice script in Python. Tale script deve poi inviare le rilevazioni a un server all'interno della rete scolastica (o anche esterno ma sotto il controllo dell'istituzione scolastica) per memorizzarli ed analizzarli con semplici cruscotti configurabili.

---

1 L'Agenzia provinciale per l'ambiente e la tutela del clima, dopo un'indagine ed una valutazione tecnica per individuare quali fossero i segnalatori-semafori di CO<sub>2</sub> più adatti da collocare nelle scuole, ha consigliato l'acquisto di prodotti con le seguenti caratteristiche tecniche:

- Range di misura: da 0 a 5000 ppm
- Visualizzazione del dato di concentrazione sullo schermo
- Visualizzazione semaforica dei range di concentrazione (verde, arancione, rosso) e possibilità di impostazione delle soglie p.e. verde, arancione, rosso dall'utente
- Possibilità di taratura dello strumento dall'utente almeno su una soglia p.e. con aria esterna
- Tempo di risposta del sensore e del display: lo strumento deve reagire velocemente. Nella nostra esperienza non è sufficiente il dato riportato nella scheda tecnica, il prodotto deve essere provato sul campo (ovvero prima dell'acquisto di un grande quantitativo di strumenti il prodotto deve essere testato).
- Possibilità di registrazione dei dati nella memoria o nel cloud

2 IdC o Internet delle cose: [https://it.wikipedia.org/wiki/Internet\\_delle\\_cose](https://it.wikipedia.org/wiki/Internet_delle_cose)

3 Public Money? Public Code!: <https://publiccode.eu/it/>

Col fine di dimostrare che ciò sia possibile ne è stato realizzato uno utilizzando un semplice rilevatore di CO<sub>2</sub> USB (CO2 Monitor AIRCO2NTROL MINI 31.5006<sup>4</sup>) e un Raspberry Pi<sup>5</sup> 3B+ come microcomputer al posto del PC d'aula. Il programma per l'estrazione dei dati dal rilevatore è stato sviluppato in linguaggio Python. I dati ricevuti sono stati inviati ad un server OpenHAB<sup>6</sup>, servizio di domotica open source che è stato installato su di un altro Raspberry Pi 3B+ ed utilizzato per salvare ed analizzare i dati raccolti. Utilizzando poi le porte GPIO sono stati collegati dei LED (ed opportune resistenze da 330 Ω) per riprodurre la segnaletica semaforica, più luminosa e visibile rispetto a quella del rilevatore di CO<sub>2</sub>.



Figura 3: Raspberry PI 3B



Figura 2: CO<sub>2</sub> Monitor AIRCO2NTROL MINI (TFA Dostmann GmbH & Co. KG)

---

4 CO2 Monitor AIRCO2NTROL MINI: <https://www.tfa-dostmann.de/en/product/co2-monitor-airco2ntrol-mini-31-5006/>

5 Raspberry Pi: [https://it.wikipedia.org/wiki/Raspberry\\_Pi](https://it.wikipedia.org/wiki/Raspberry_Pi)

6 OpenHAB: <https://www.openhab.org/>

```

#!/bin/env python3
import time
from openhab import OpenHAB
from datetime import datetime
from CO2Meter import *
from signal import signal, SIGINT
from sys import exit
import RPi.GPIO as GPIO
import time
GPIO.setmode(GPIO.BOARD)

GPIO.setup(12, GPIO.OUT)
GPIO.setup(13, GPIO.OUT)
GPIO.setup(38, GPIO.OUT)

Meter = CO2Meter("/dev/co2mini")
#base_url = 'http://openhabian.local:8080/rest'
base_url = 'http://openhabian:8080/rest'
api_username = 'c'
api_password = ''
openhab = OpenHAB(base_url)
item_co2 = openhab.get_item('CO2')
item_temp = openhab.get_item('CO2_T')

def handler(signal_received, frame):
    print("SIGINT or CTRL-C detected. Exiting gracefully")
    GPIO.cleanup()
    exit(0)

signal(SIGINT, handler)
while True:
    measurement = Meter.get_data()
    #measurement.update({'timestamp': datetime.now()})
    #print(measurement)
    if measurement:
        #print(measurement)
        co2 = measurement["co2"]
        temp = measurement["temperature"]
        timestamp = datetime.now().strftime('%Y-%m-%d %H:%M:%S')
        print("T:" + str(temp) + "°C" + " CO2:" + str(co2) + " Time:" + str(timestamp))
        item_co2.state = co2
        item_temp.state = temp
    if co2 < 800:
        GPIO.output(13, GPIO.HIGH)
        GPIO.output(12, GPIO.LOW)
        GPIO.output(38, GPIO.LOW)
    elif 800 < co2 < 1200:
        GPIO.output(38, GPIO.HIGH)
        GPIO.output(12, GPIO.LOW)
        GPIO.output(13, GPIO.LOW)
    else:
        GPIO.output(12, GPIO.HIGH)
        GPIO.output(13, GPIO.LOW)
        GPIO.output(38, GPIO.LOW)
    time.sleep(10)

```

Figura 4: Listato del programma Python.

Sopra viene mostrato il programma che gestisce la soluzione proposta. Nella prima parte vengono importate tutte le librerie necessarie e preparate le porte GPIO. La seconda si occupa di rilevare tutti i dispositivi di cui necessita, in particolare la prima riga individua il sensore, mentre le altre si connettono a OpenHAB e gli comunicano quali dati verranno inviati. La terza, invece, costituisce il corpo principale dello script ed è compo-

sta da un ciclo infinito che si ripete ogni dieci secondi, dove vengono richiesti i dati al sensore, si controlla che questi esistano e quindi vengono divisi in due variabili indipendenti dato che il sensore oltre all'anidride carbonica che ci interessa, comunica anche la temperatura ambientale. I dati vengono comunicati al server e a quel punto si aprono una serie controlli che determinano quale LED vada acceso. Per finire la 4<sup>a</sup> parte consente l'uscita sicura dal ciclo spegnendo ogni led.



Figura 5: Hardware utilizzato durante il tirocinio.

In Figura 5 è mostrato tutto l'hardware utilizzato: il Raspberry Pi che rappresenta il PC d'aula al quale viene collegato il rilevatore; il secondo Raspberry Pi con OpenHAB che funge da server di domotica ed una *breadboard*<sup>7</sup> con LED e resistenze per la segnaletica connessa via cavo flat alla GPIO del primo Raspberry.

<sup>7</sup> Breadboard: <https://it.wikipedia.org/wiki/Breadboard>





Figura 6: Cruscotto di OpenHAB che mostra il grafico giornaliero della CO<sub>2</sub> rilevata.

In Figura 6 viene mostrata l'interfaccia web di OpenHAB con il grafico giornaliero di CO<sub>2</sub> rilevata.

## Ulteriori spunti didattici

Un'ulteriore possibilità offerta da questa specifica tematica sarebbe quella di avviare un progetto didattico anche interscolastico in cui il rilevatore viene costruito usando sensori esistenti sul mercato. Diversi istituti si potrebbero occupare di diverse parti del progetto come la scelta dei sensori, gli aspetti di sviluppo degli script e configurazione di OpenHAB per raccogliere dati da più ambienti, la produzione di un involucro e la decorazione.



Questo documento è distribuito con Licenza [Creative Commons Attribuzione - Condividi allo stesso modo 4.0 Internazionale](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).