

# DISPERSIONE DEL PARTICOLATO ATMOSFERICO IN UN AMBIENTE INDOOR: OSSERVAZIONE SPERIMENTALE

Cinzia Perrino, Luca Tofful

C.N.R. - Istituto sull'Inquinamento Atmosferico, Roma

Agnese Pini, Giovanni Leuzzi, Paolo Monti

Sapienza Università - Dip. Ing. Civile, Edile, Ambientale

Armando Pelliccioni

INAIL - DiMEILA



- Modalità di circolazione degli inquinanti negli ambienti indoor
- Distribuzione del particolato atmosferico al loro interno

### Progetto BRiC INAIL id. 12

Studio integrato dell'esposizione dei lavoratori al particolato atmosferico in ambienti indoor: simulazione numerico-sperimentale di campi fluidodinamici e di concentrazione, in scala reale e di laboratorio; caratterizzazione chimica, morfologica e tossicologica del particolato fine ed ultrafine

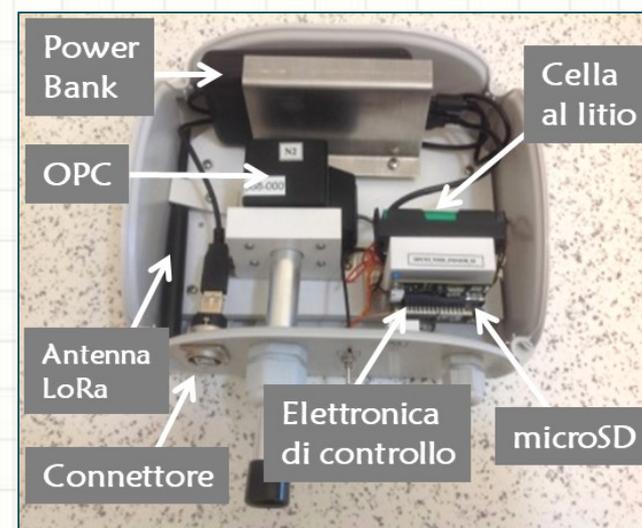
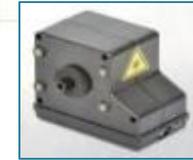


Sapienza Università - Dipartimento di Biologia Ambientale – Aula Giacomini

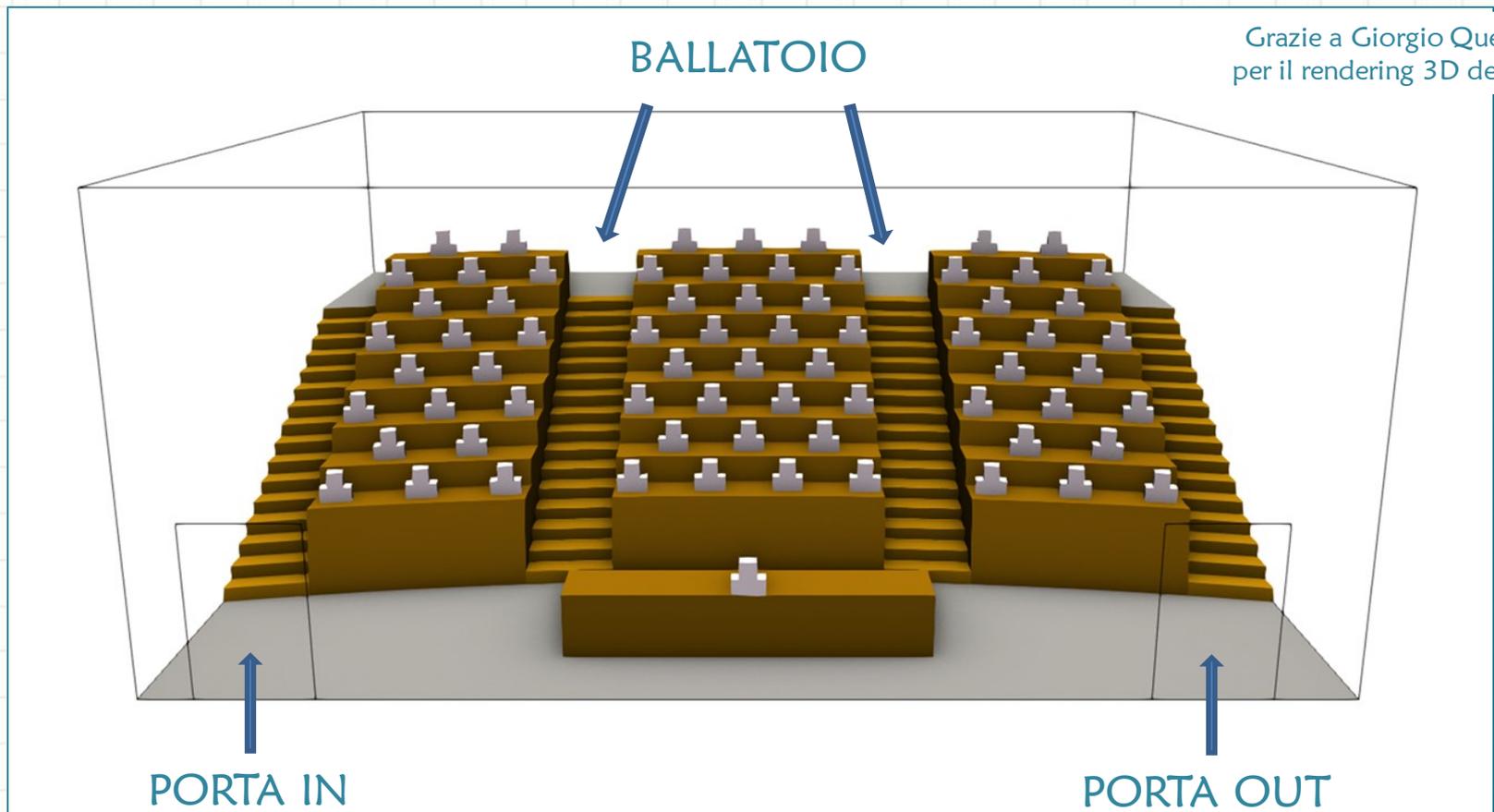
Febbraio – Aprile 2023

## Rete di 10 contatori di particelle in parallelo

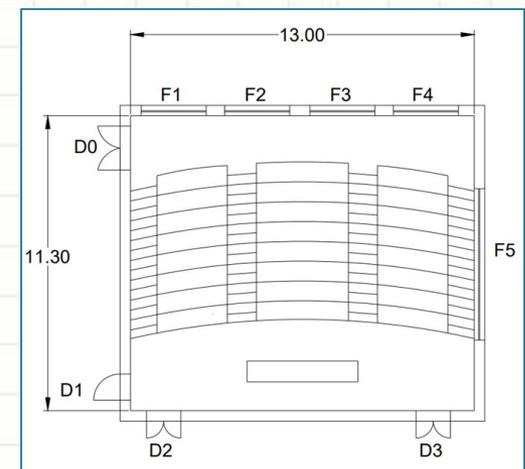
- Basata su sensori Alphasense mod. OPCN3 ingegnerizzati *ad-hoc*
- Principio di misura: light scattering
- Sistema *master-slave*: 1 master acquirente e sincronizzatore delle acquisizioni, 10 nodi misuratori della concentrazione in numero del PM, 1 nodo misuratore di T e RH; i nodi comunicano con il master mediante il sistema LoRa (fino a 2 Km in campo aperto)
- Memorie microSD per la conservazione dei dati
- Funzionamento a corrente o con batterie ricaricabili
- 24 canali nel range dimensionale 0.38 – >37  $\mu\text{m}$  (0.38 – 0.54  $\mu\text{m}$ )
- Frequenza di misura: 1 minuto



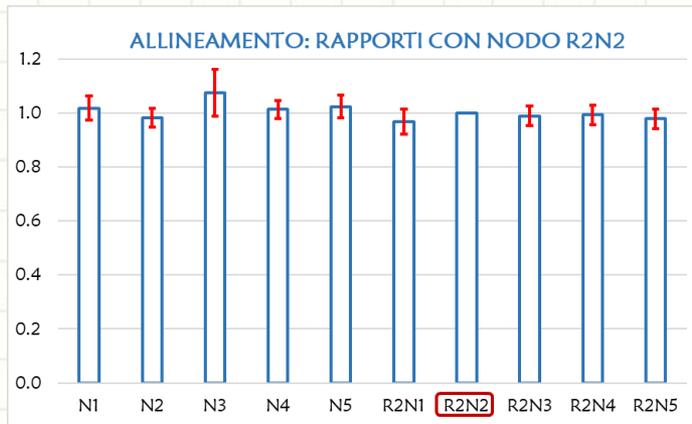
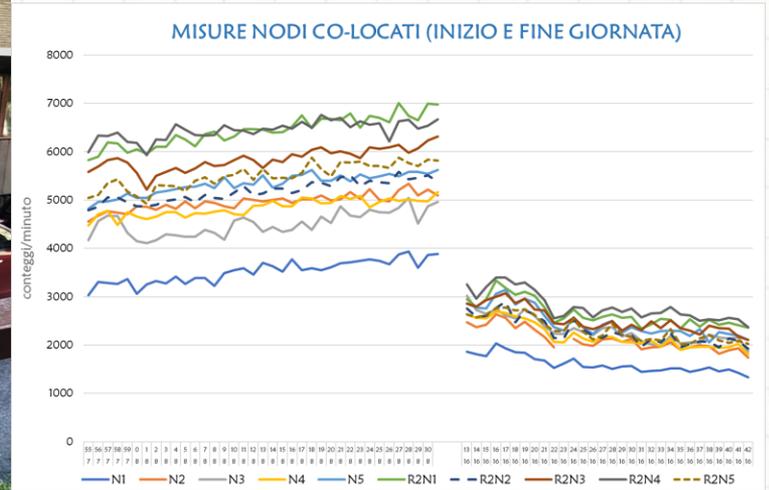
Grazie a Giorgio Querzoli  
per il rendering 3D dell'aula



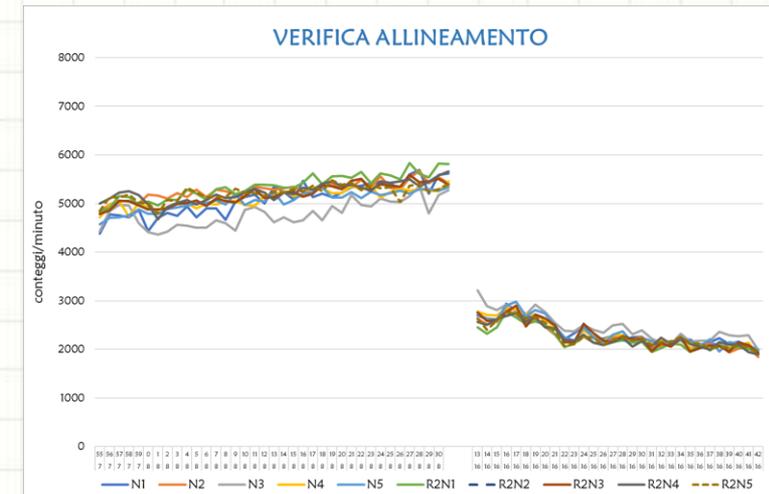
- Rete di 10 contatori di particelle in parallelo
- Rete di 3 anemometri sonici in parallelo
- 8 ventilatori nello specchio della PORTA IN
- Bastoncini di incenso come sorgente di particelle fini
- 2 contatori di particelle DustMonit ConTec Eng.

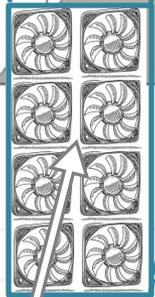
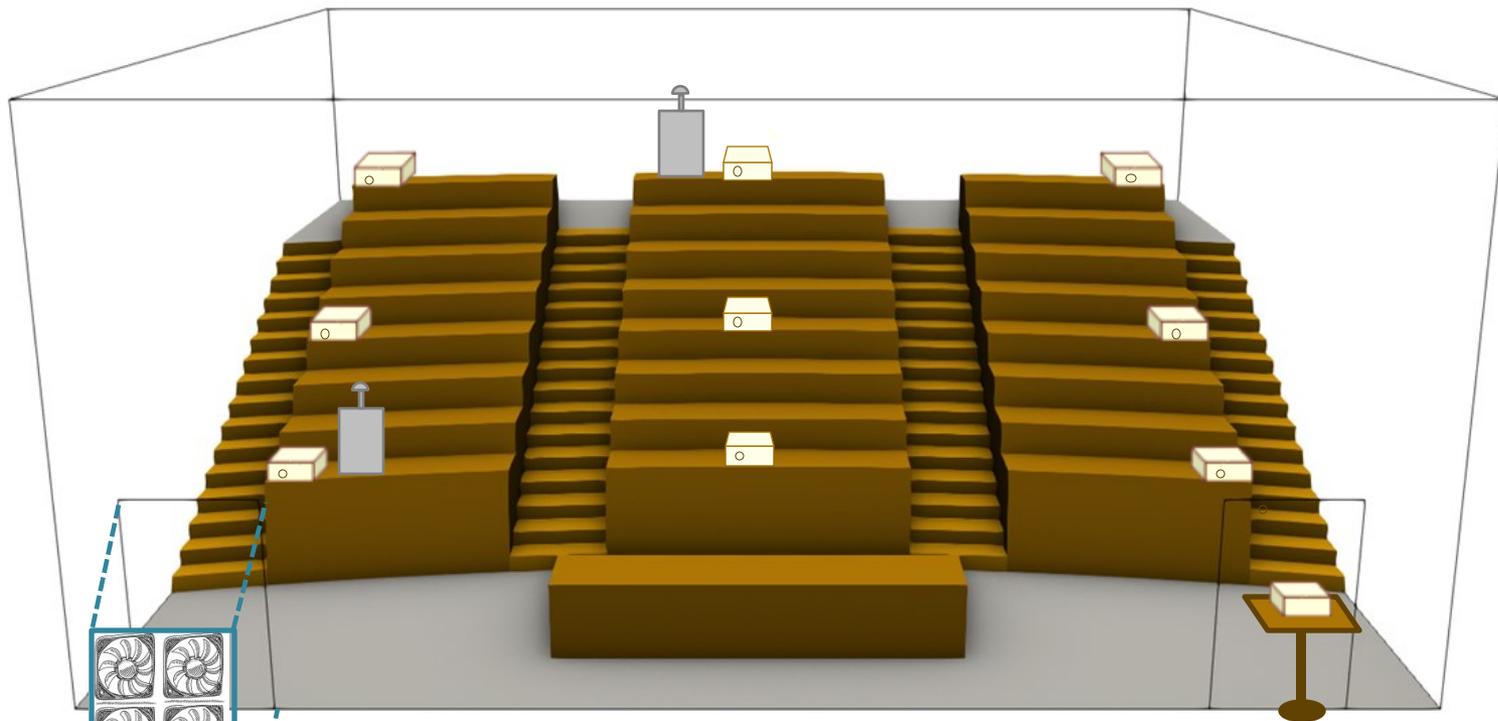


# Allineamento della rete nodi, 30 min prima e dopo ogni giornata di misura



Dev. Std. ~ 4%



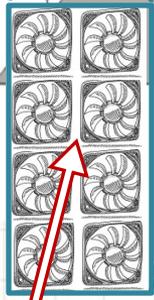
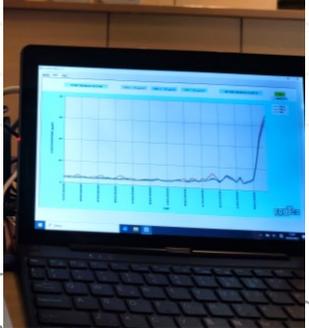
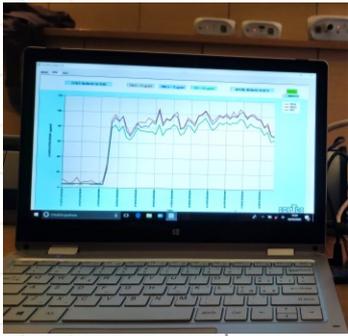


2.2 m

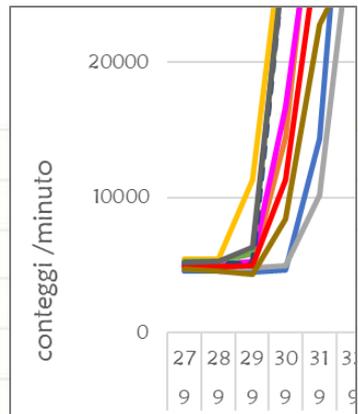
Velocità: 0.76 m/s

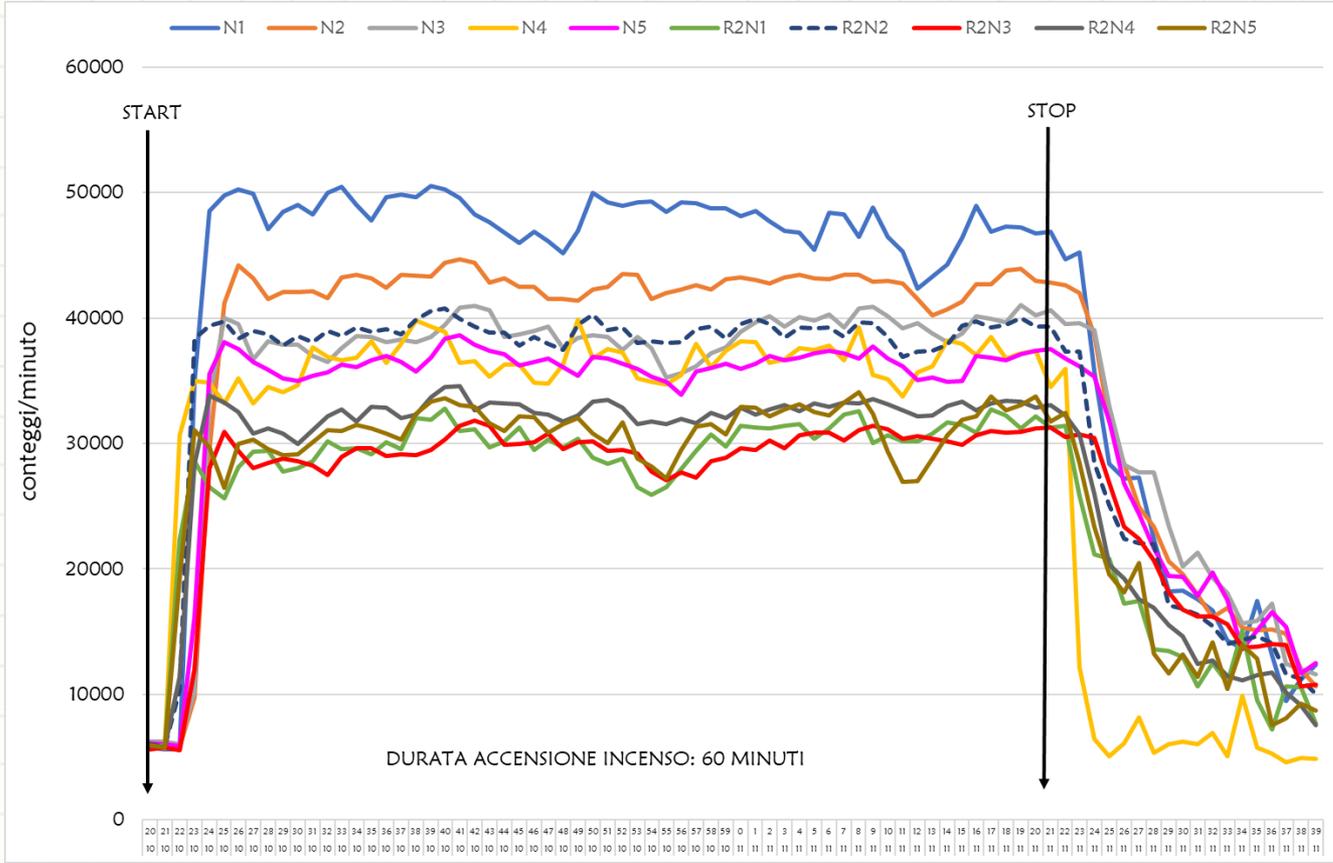
18 sec  
 $PM_{10} 90 \mu\text{g}/\text{m}^3$

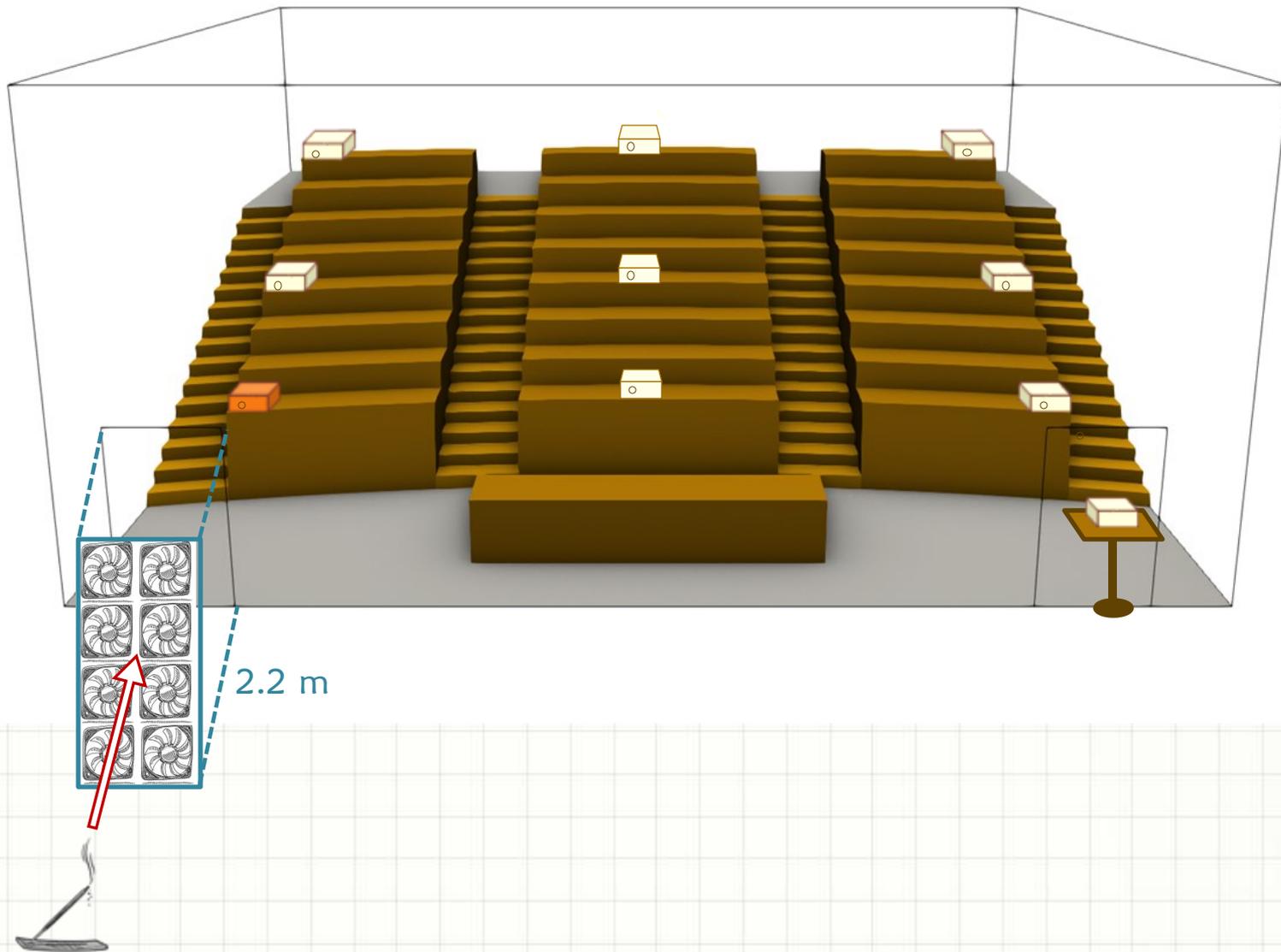
90 sec  
 $PM_{10} 60 \mu\text{g}/\text{m}^3$

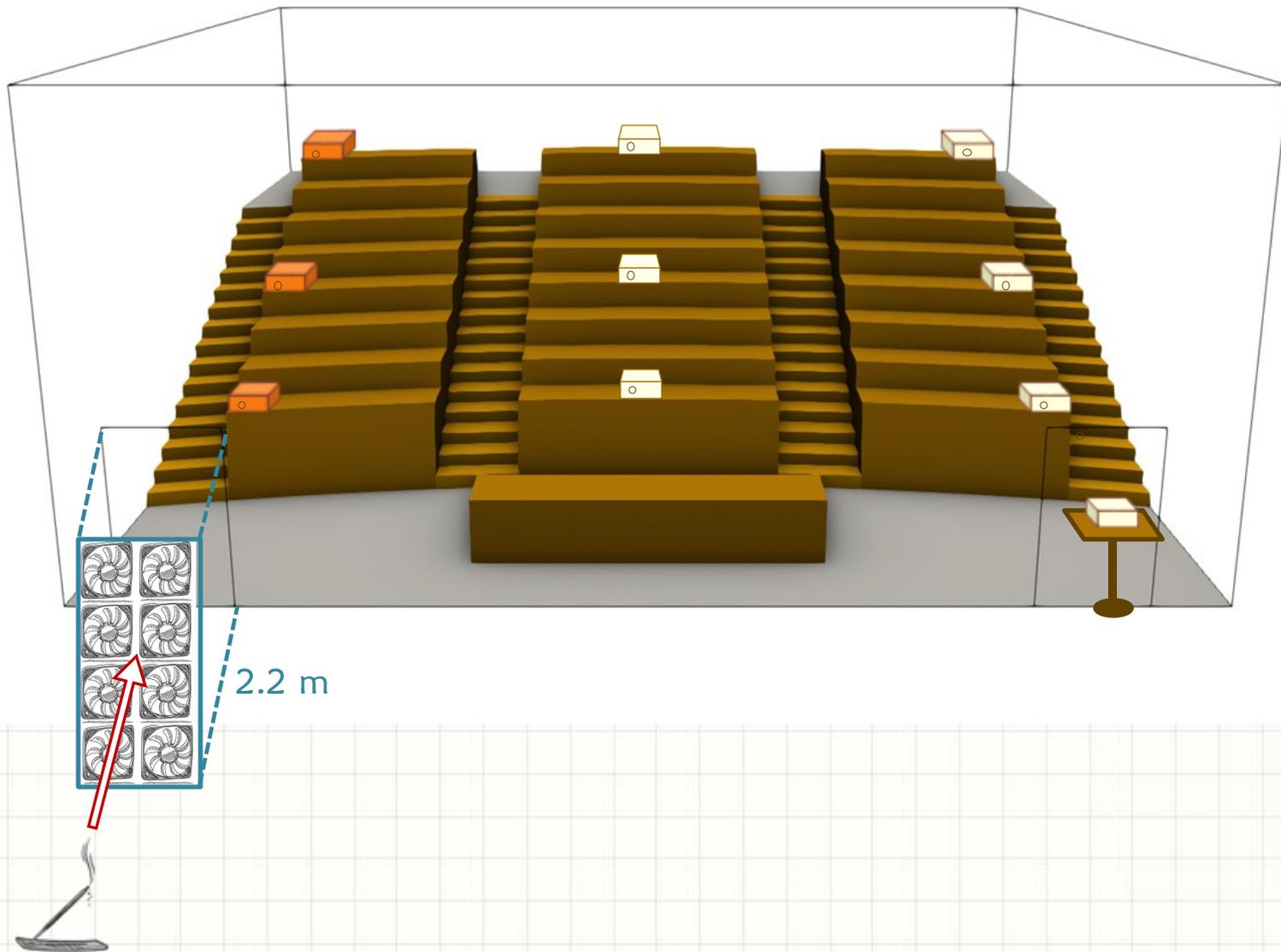


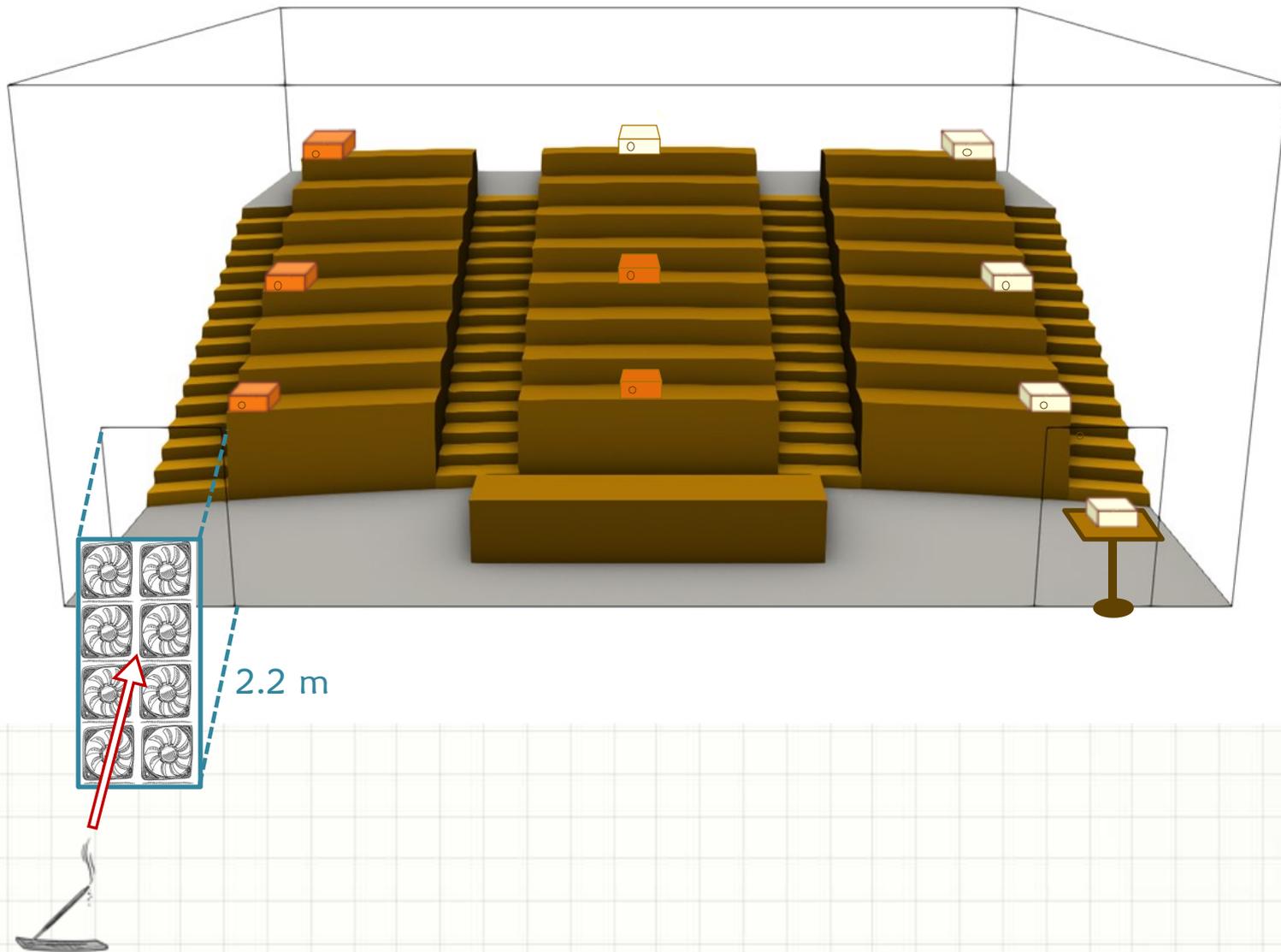
2.2 m

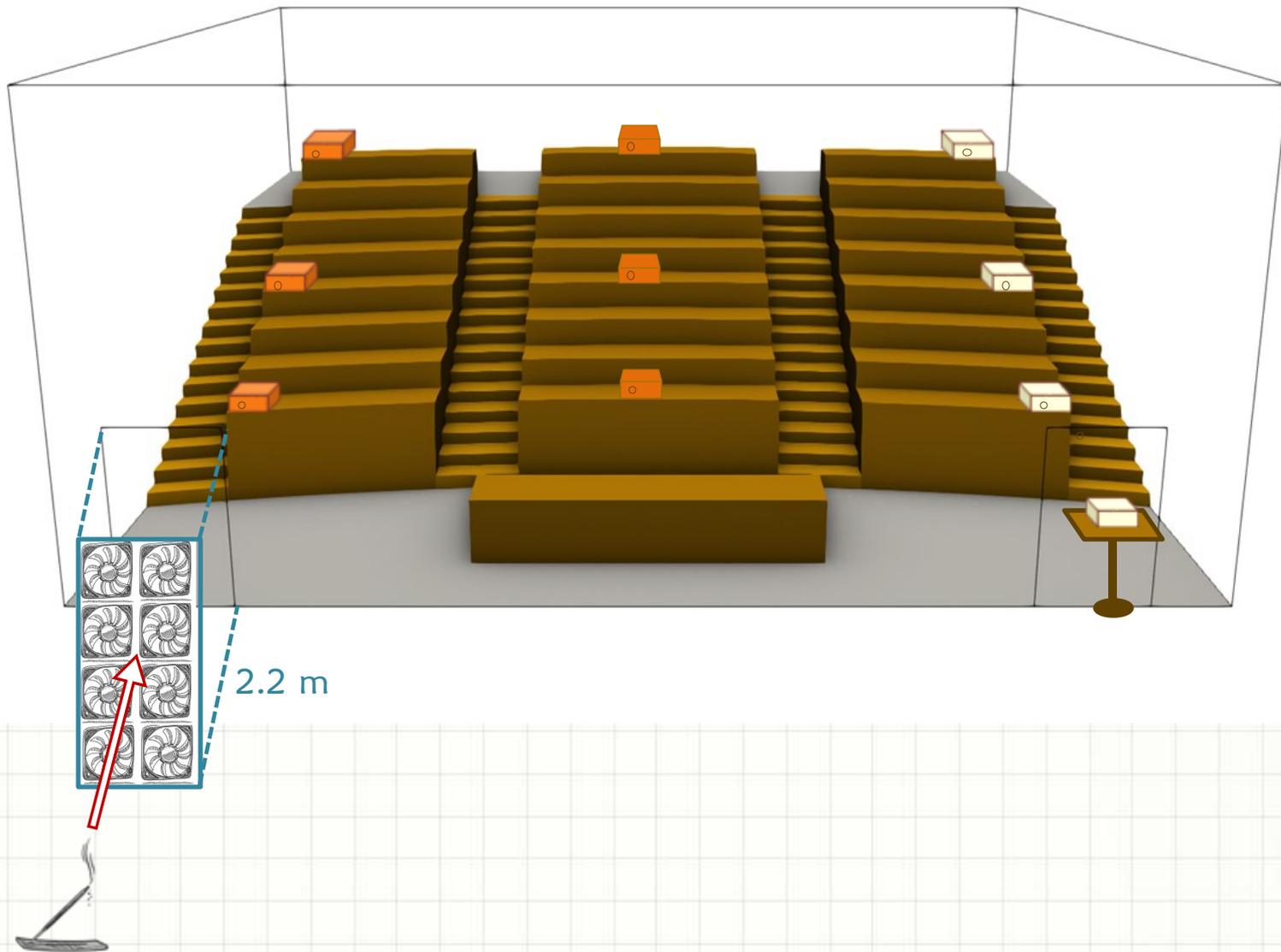


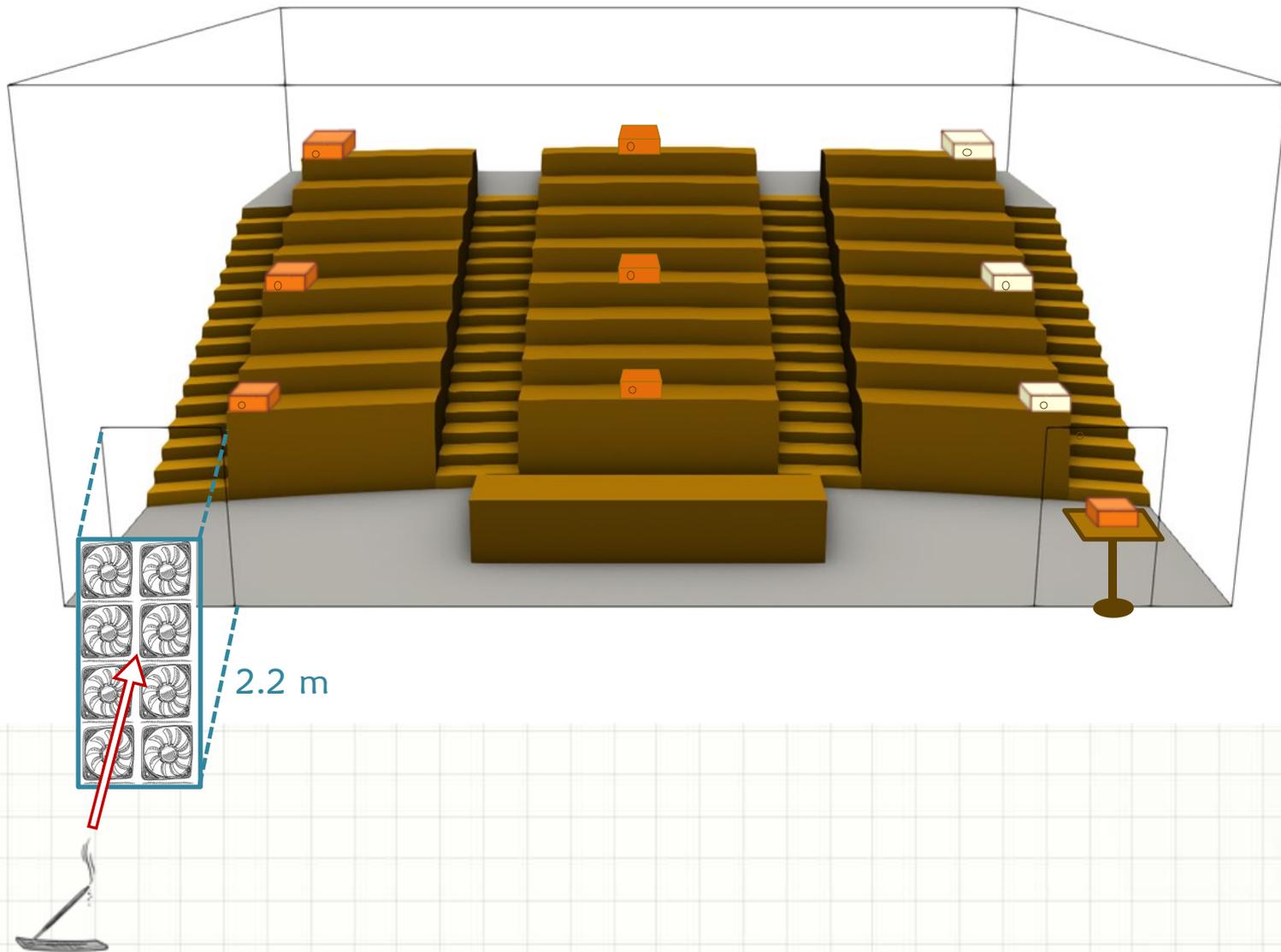


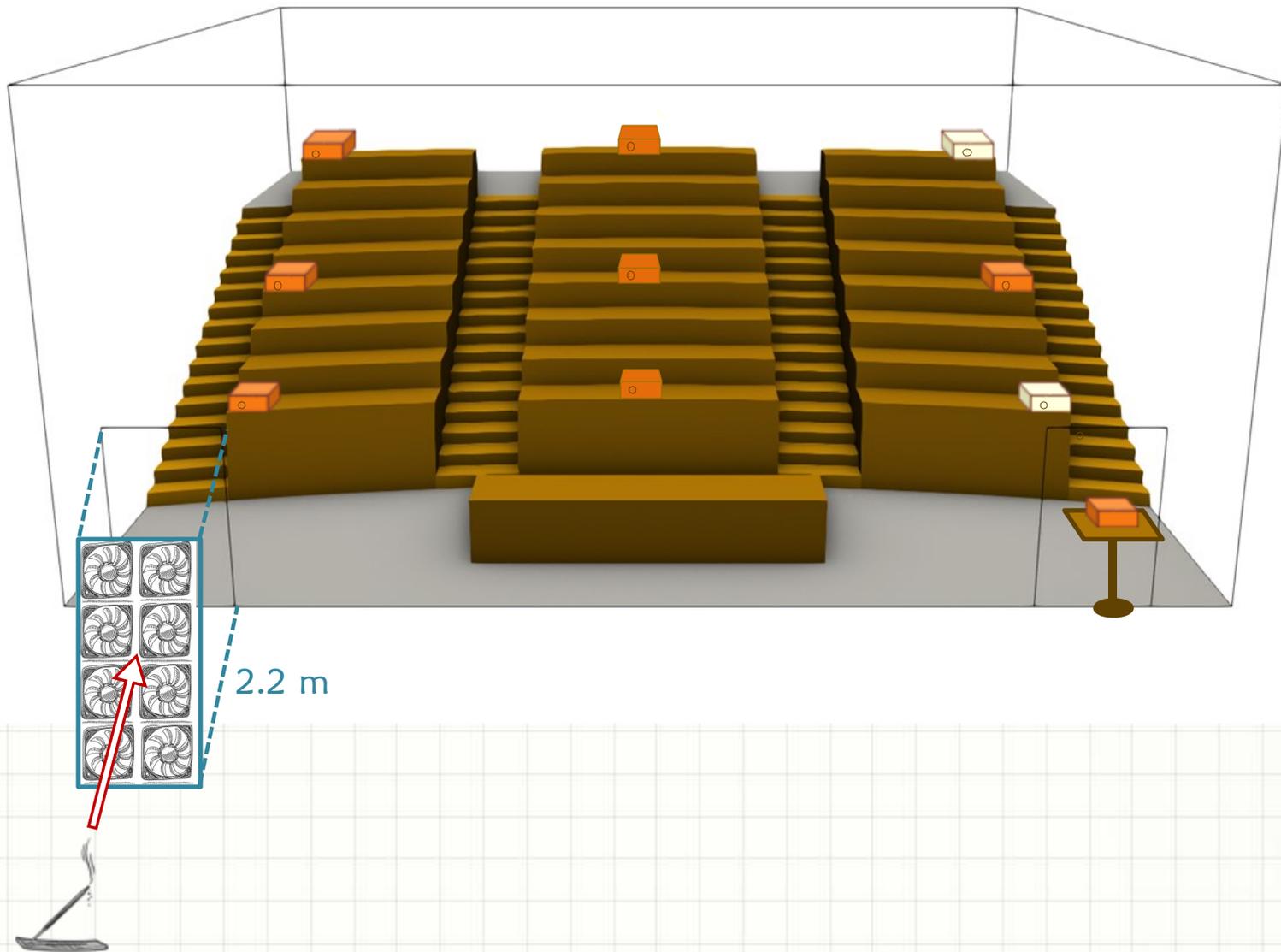


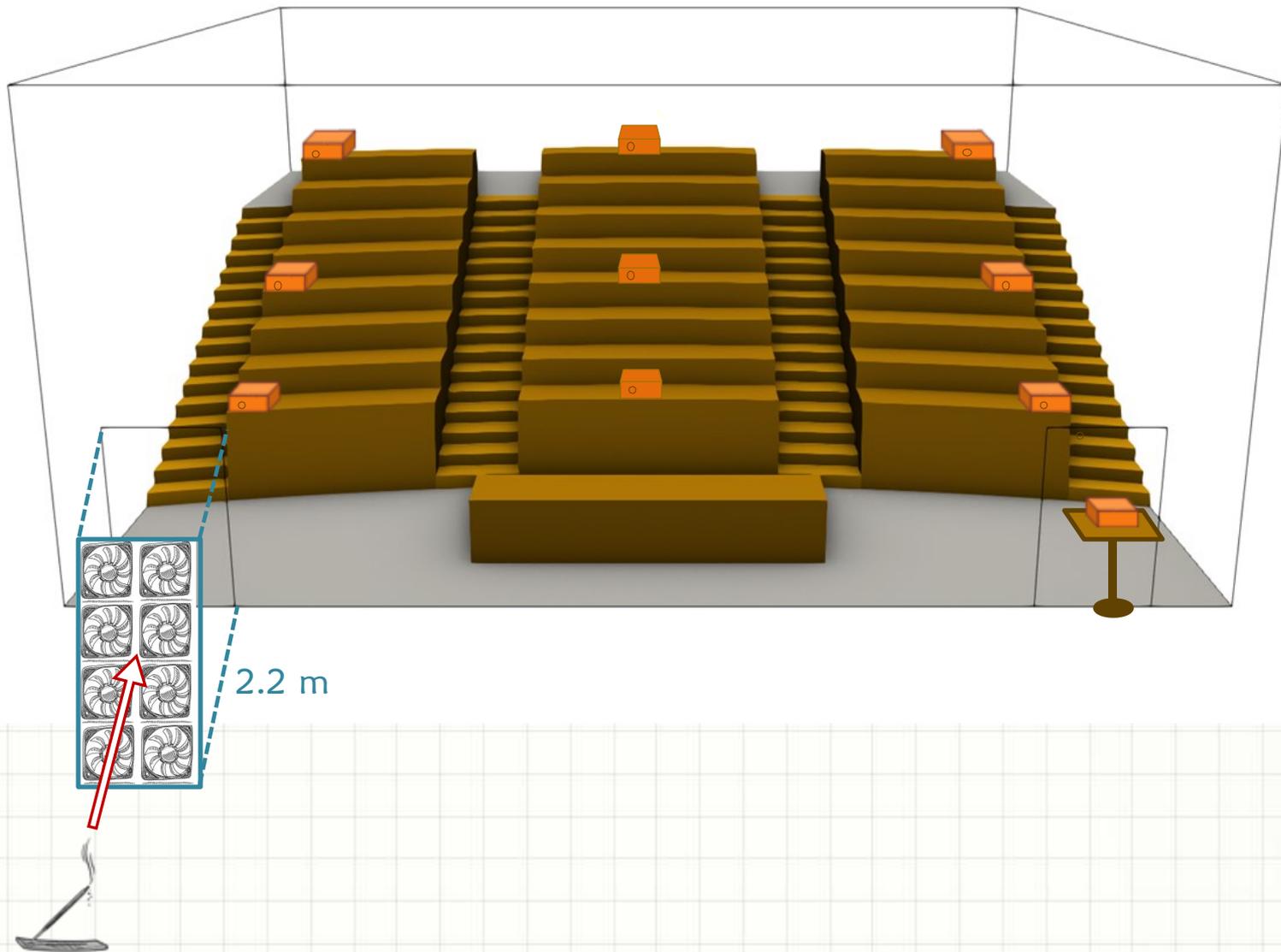


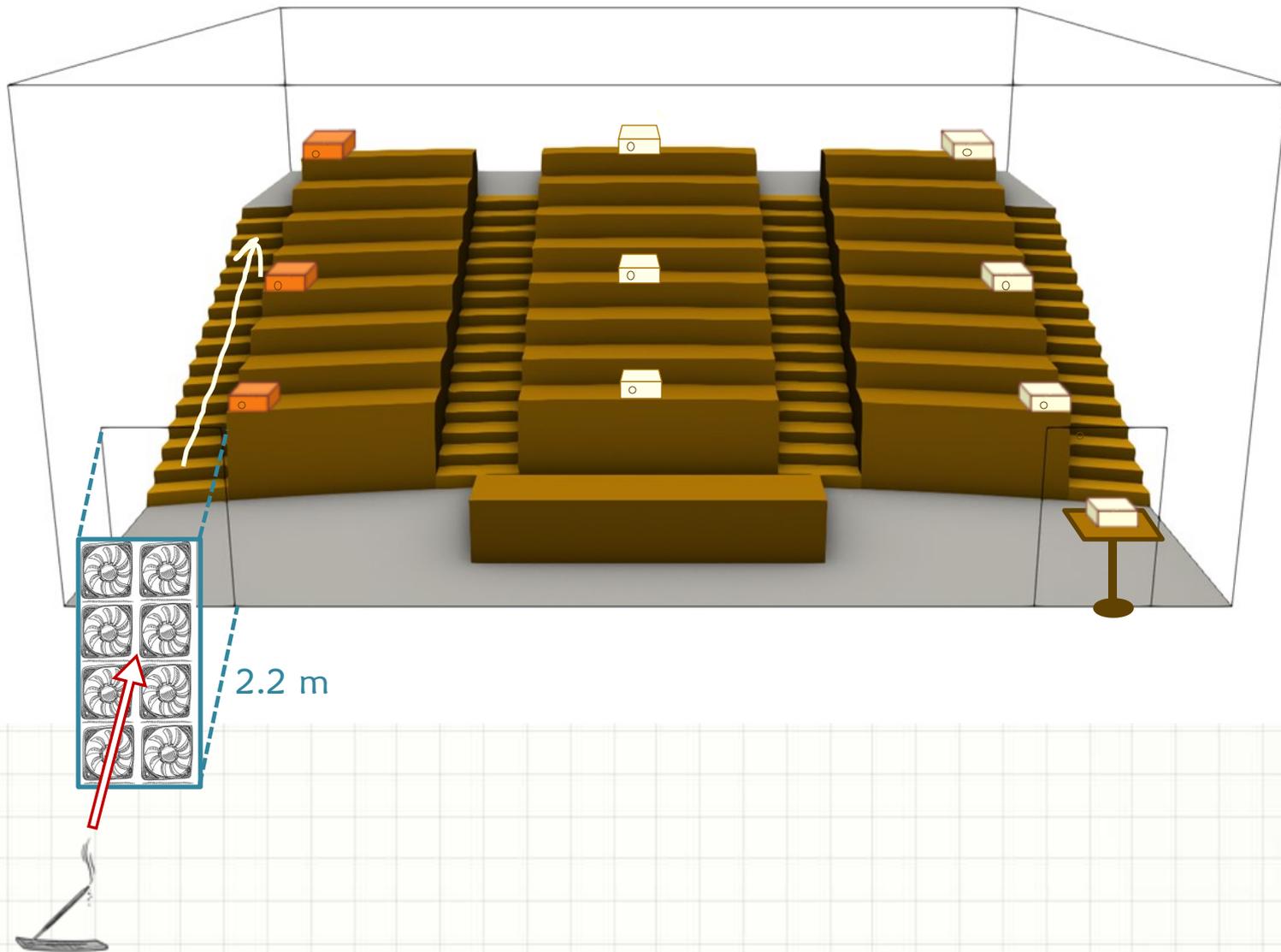


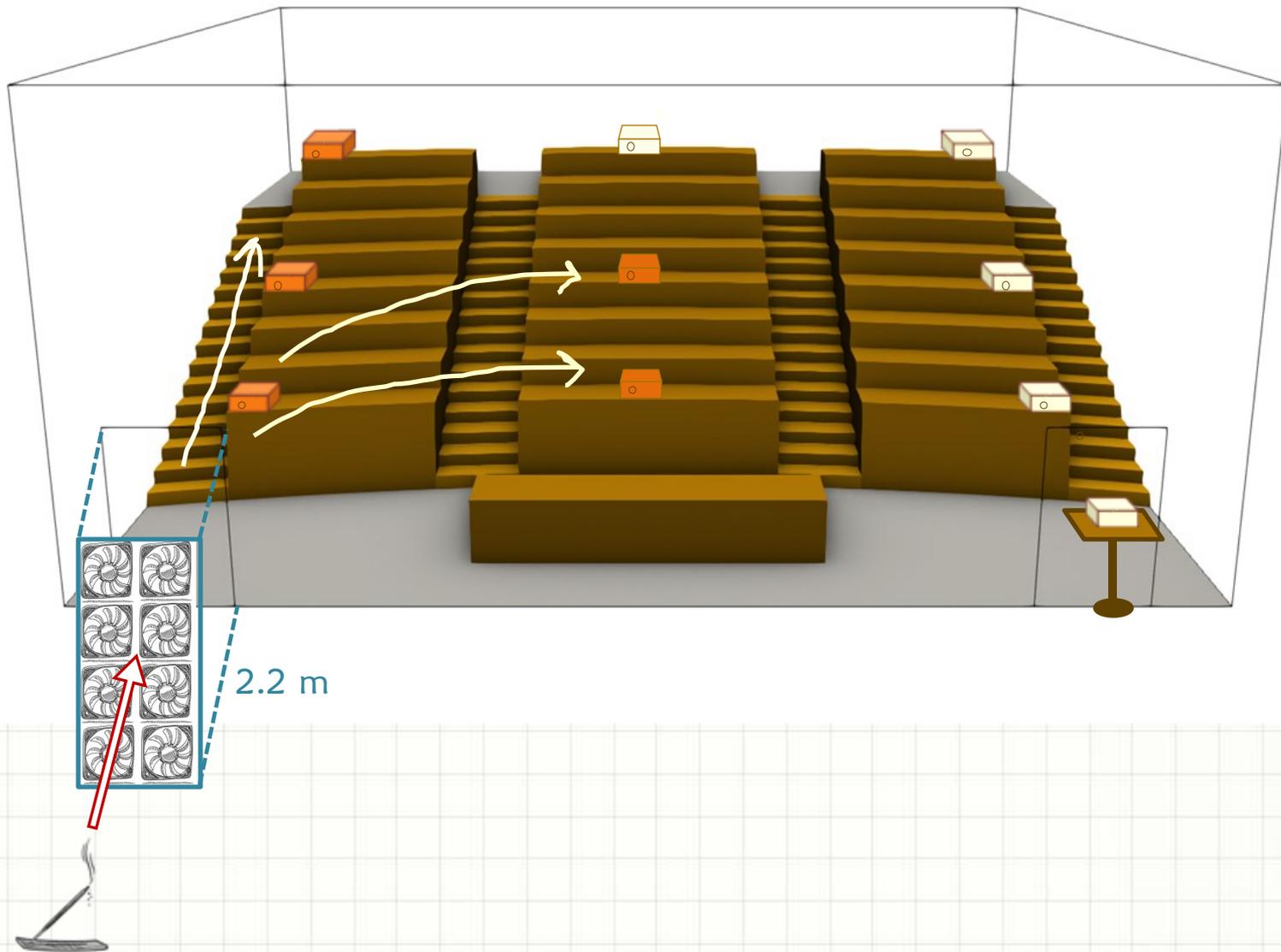


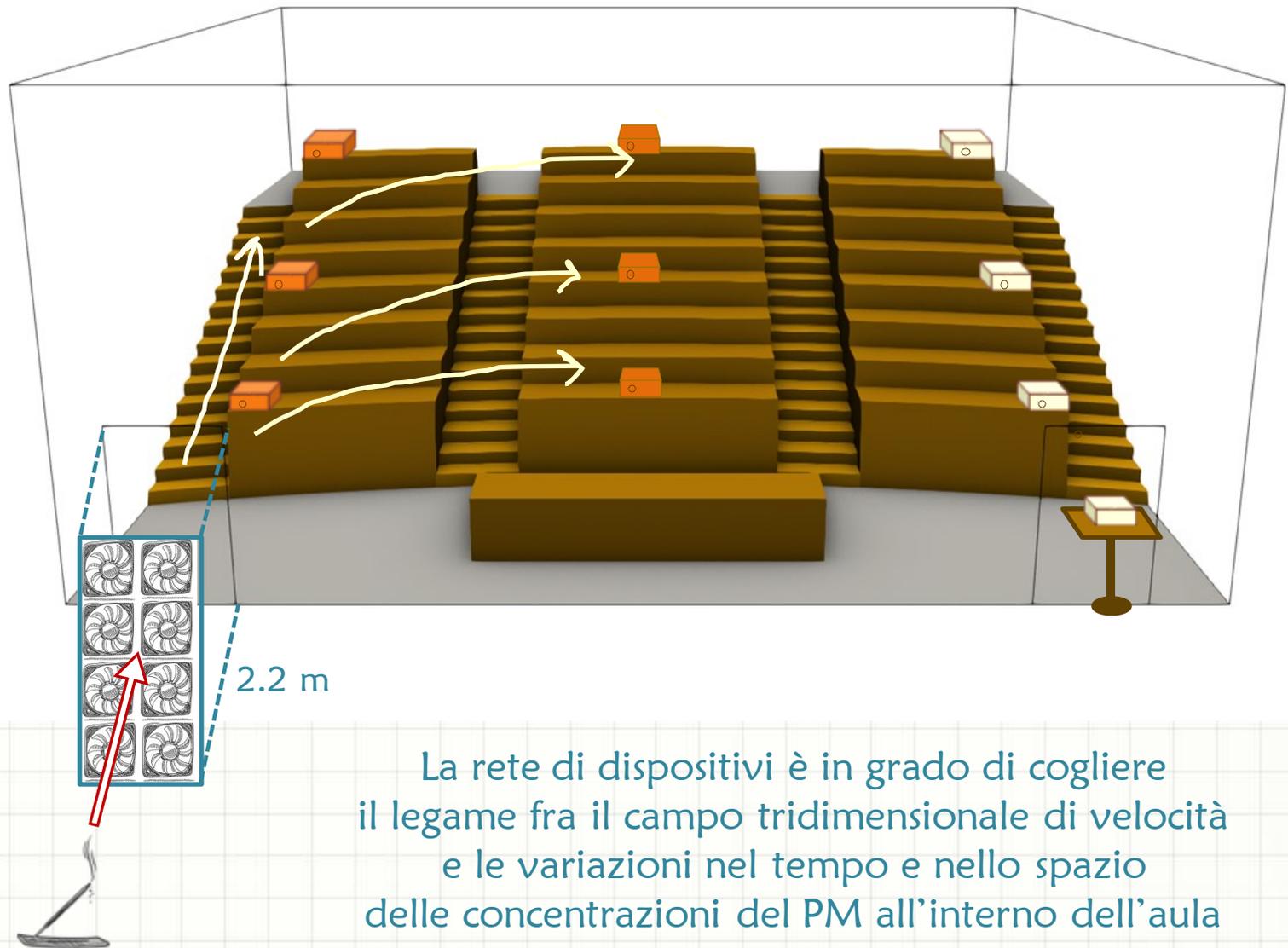




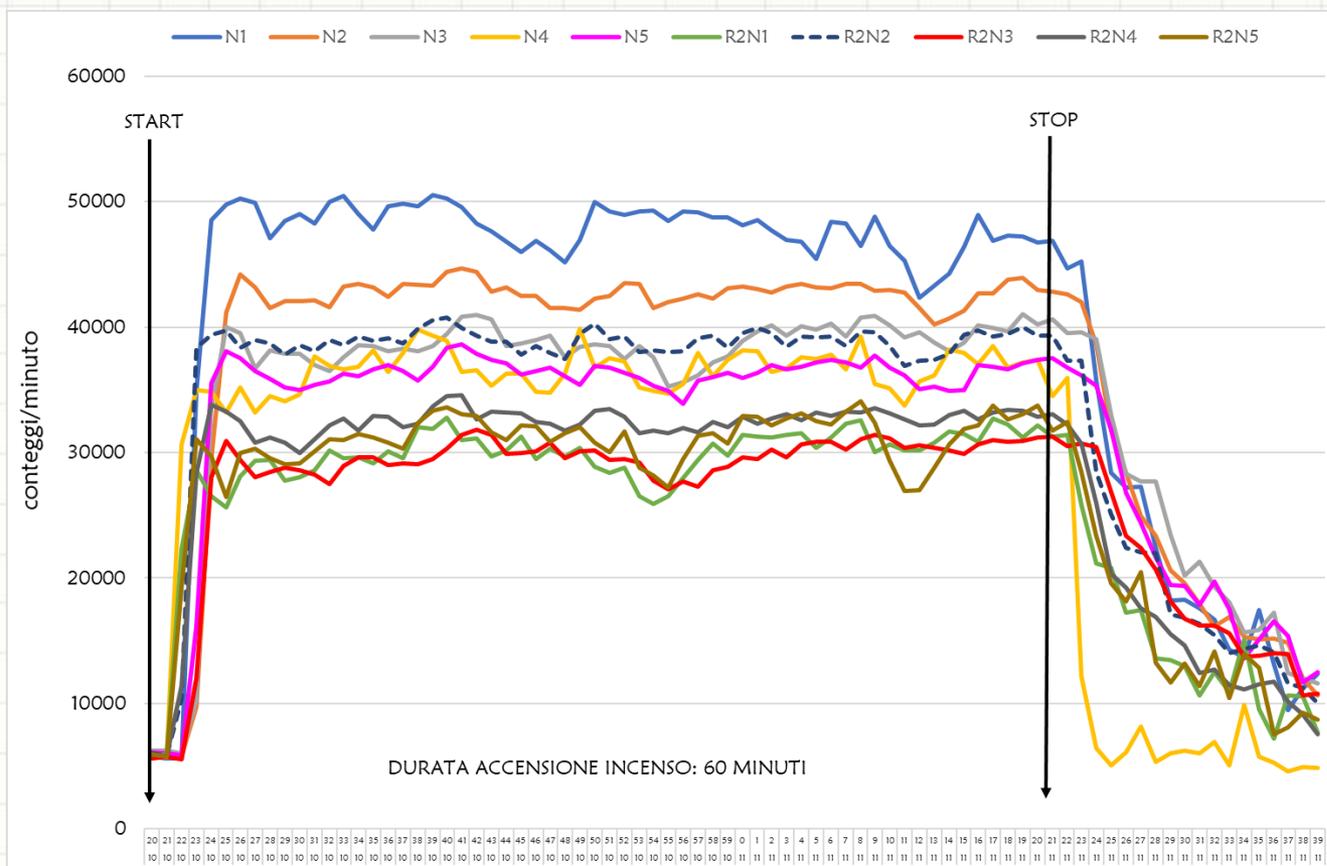




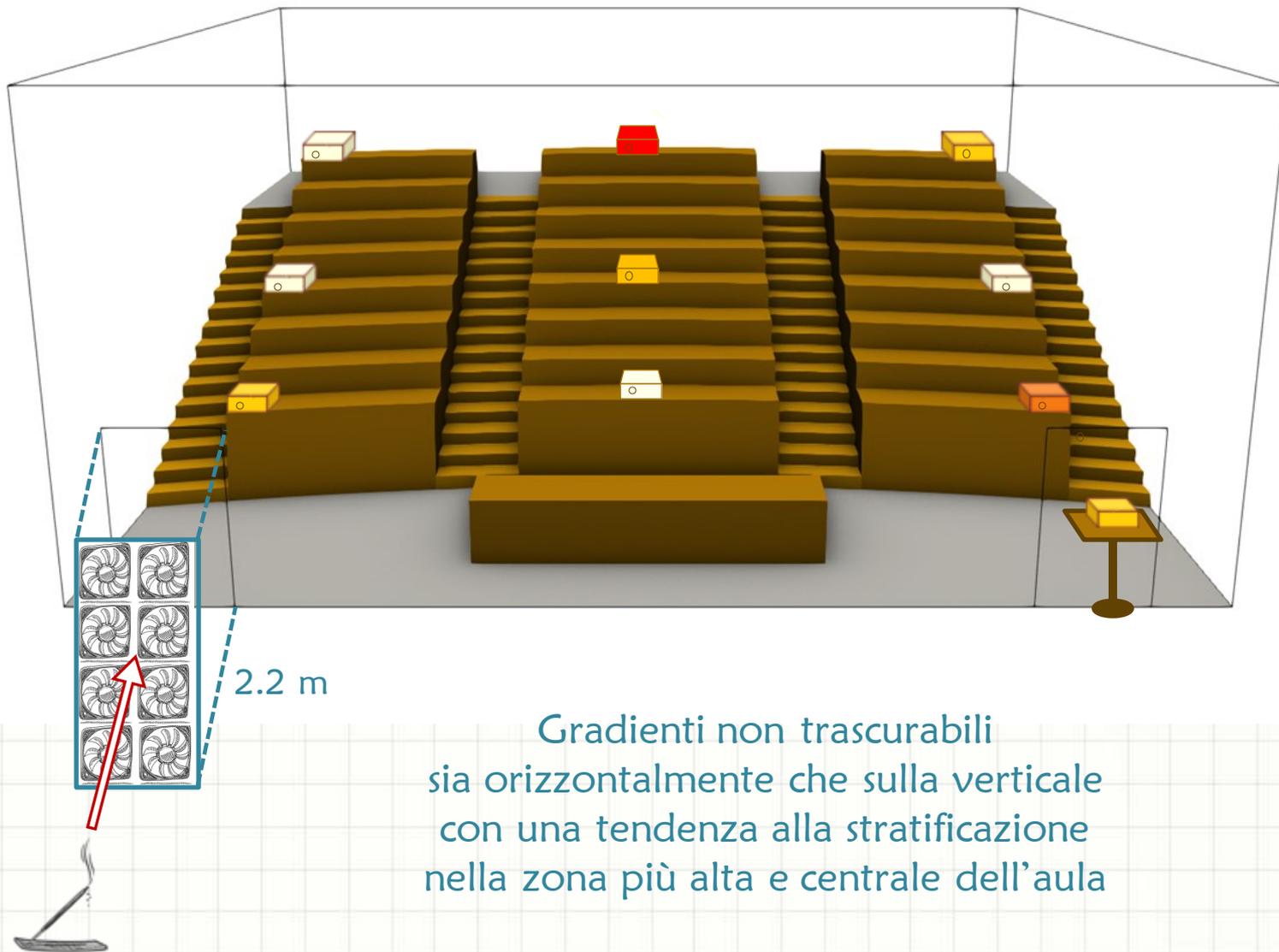




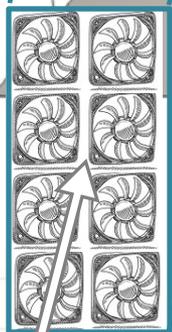
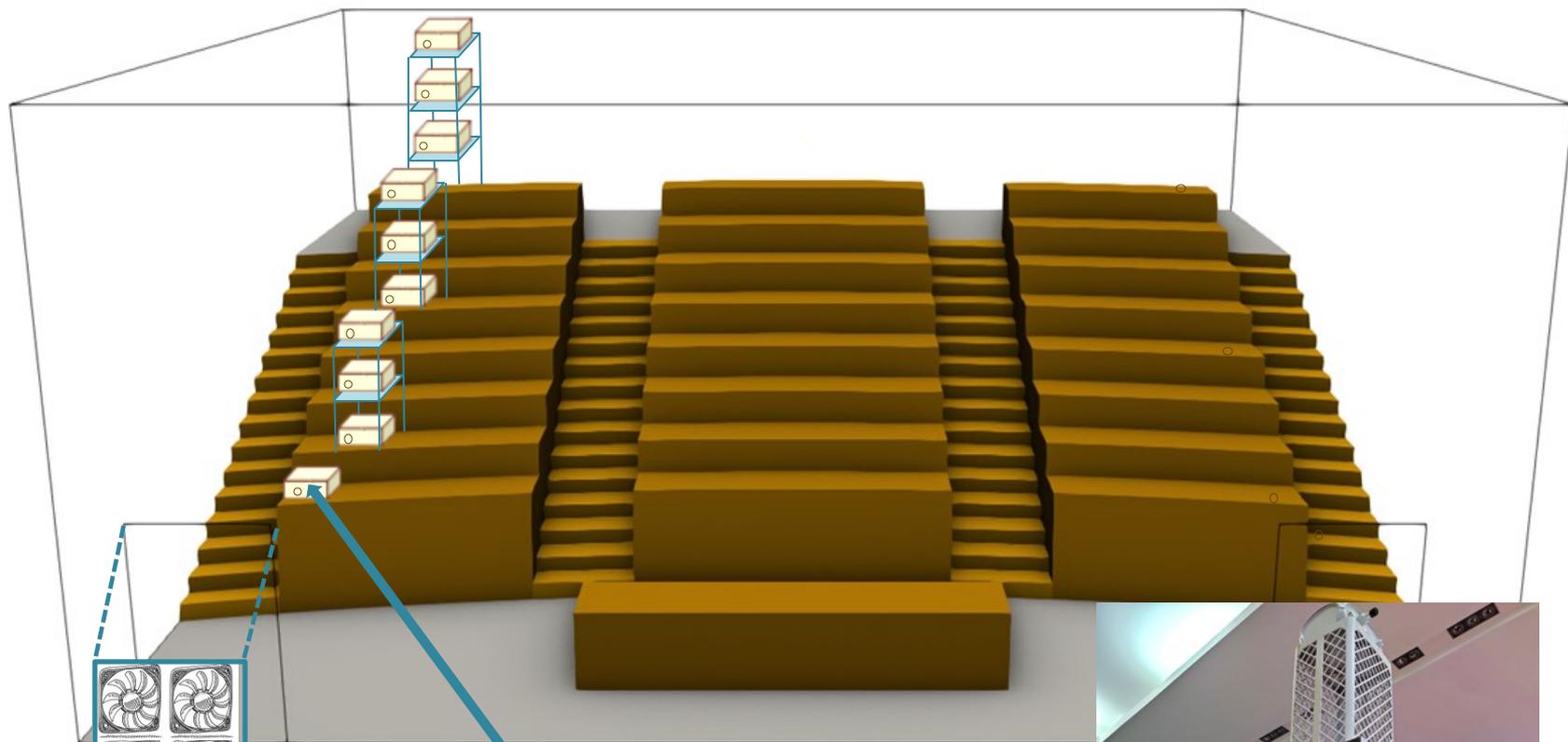
La rete di dispositivi è in grado di cogliere il legame fra il campo tridimensionale di velocità e le variazioni nel tempo e nello spazio delle concentrazioni del PM all'interno dell'aula



Gradienti non trascurabili  
sia orizzontalmente che sulla verticale  
con una tendenza alla stratificazione  
nella zona più alta dell'aula

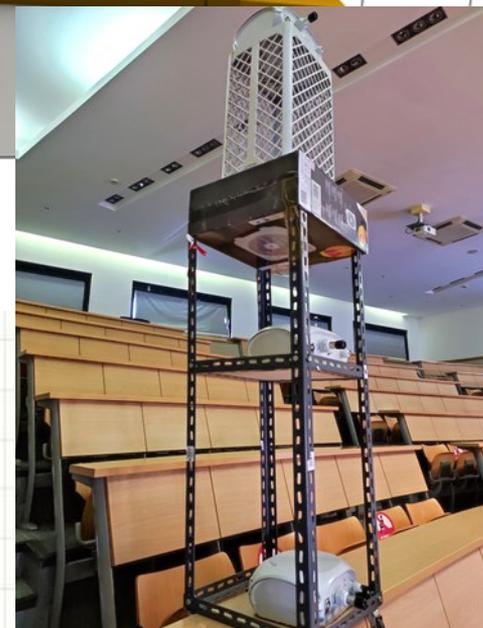


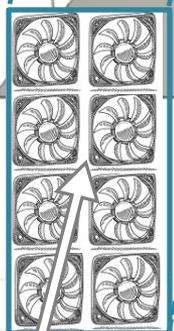
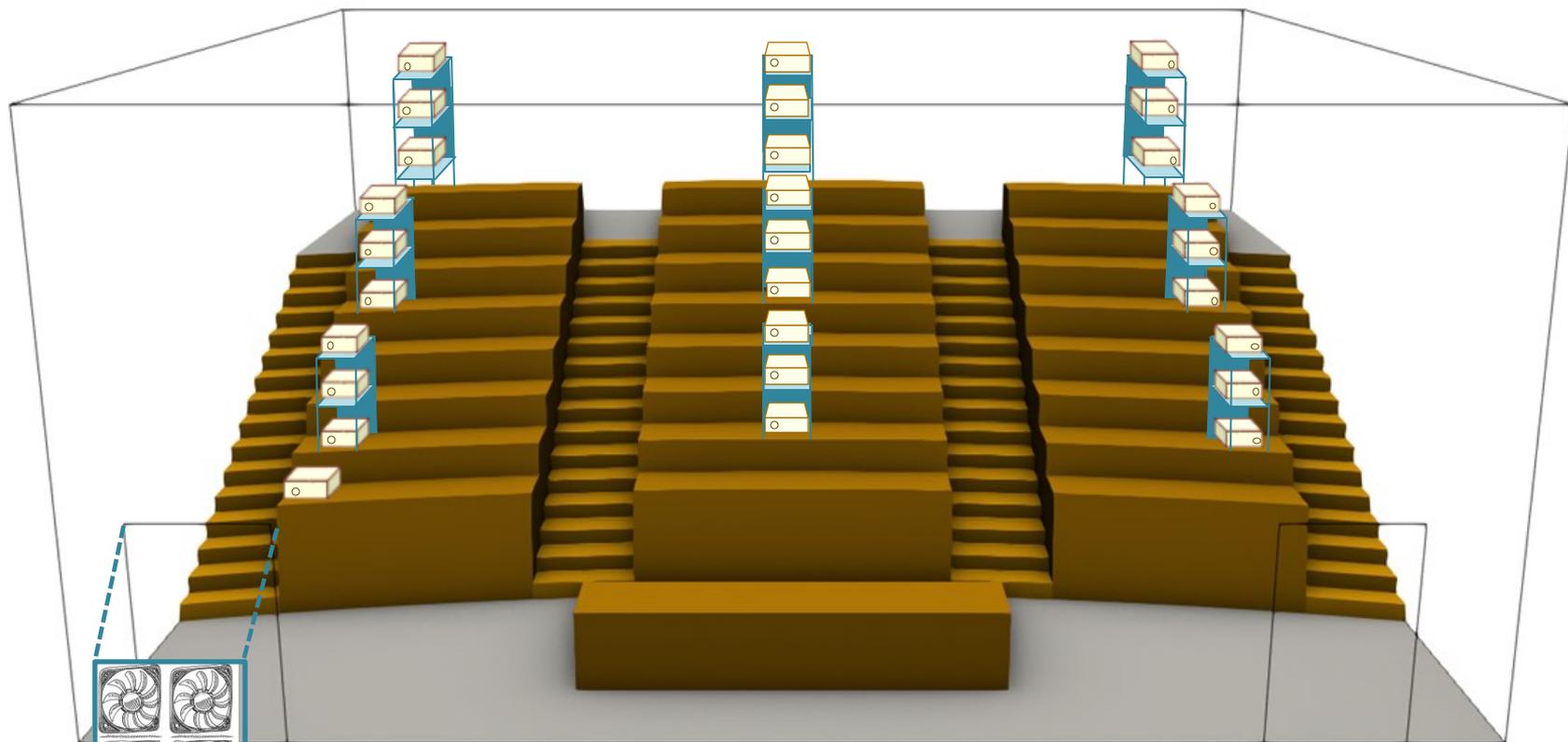
Gradienti non trascurabili  
sia orizzontalmente che sulla verticale  
con una tendenza alla stratificazione  
nella zona più alta e centrale dell'aula



2.2 m

NODO DI CONTROLLO

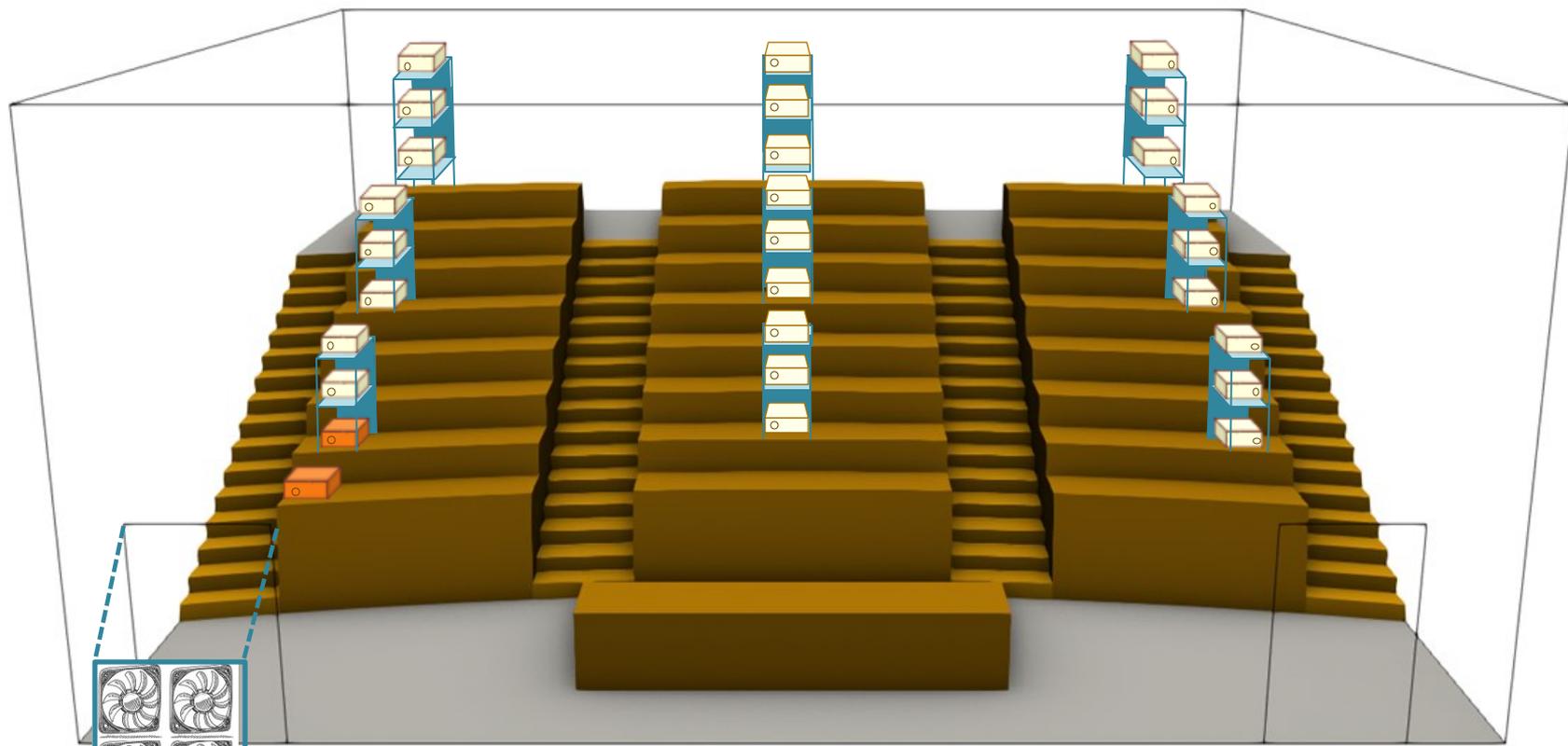




2.2 m

Per le tre torri poste in verticale  
sono stati eseguiti tre esperimenti differenti  
L'andamento sul nodo di controllo  
durante i tre test è assolutamente sovrapponibile

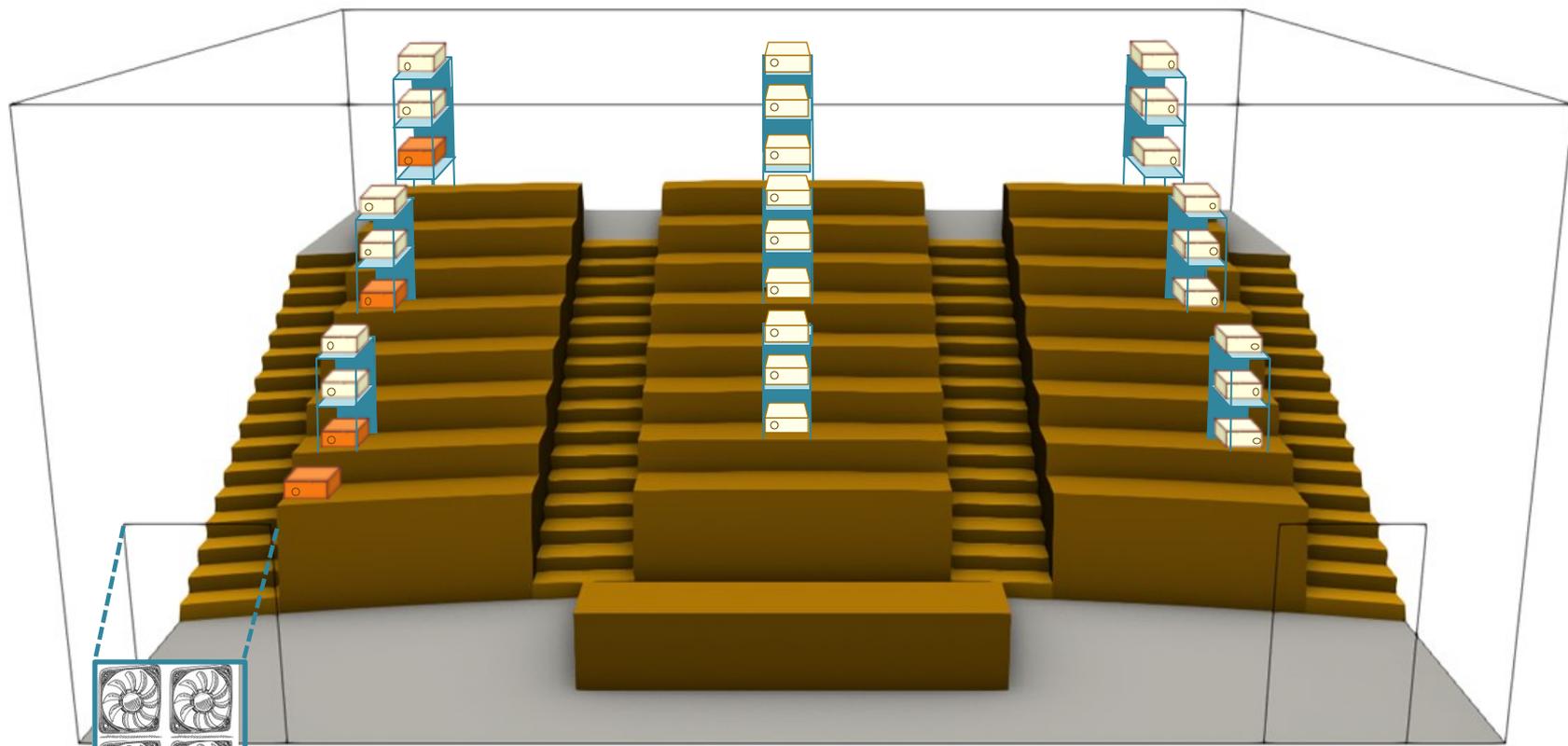




2.2 m

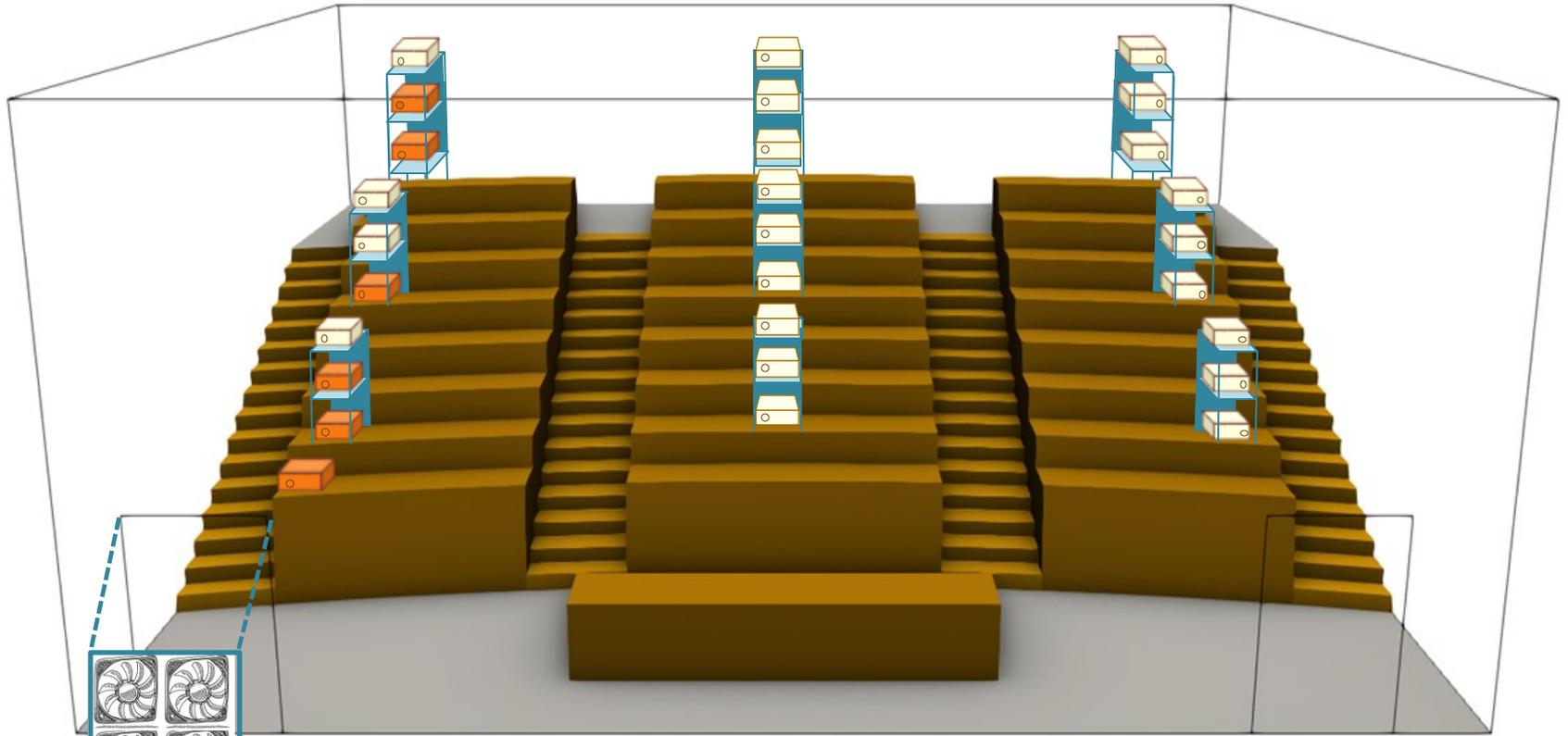
PRIMO MINUTO DALL'ACCENSIONE



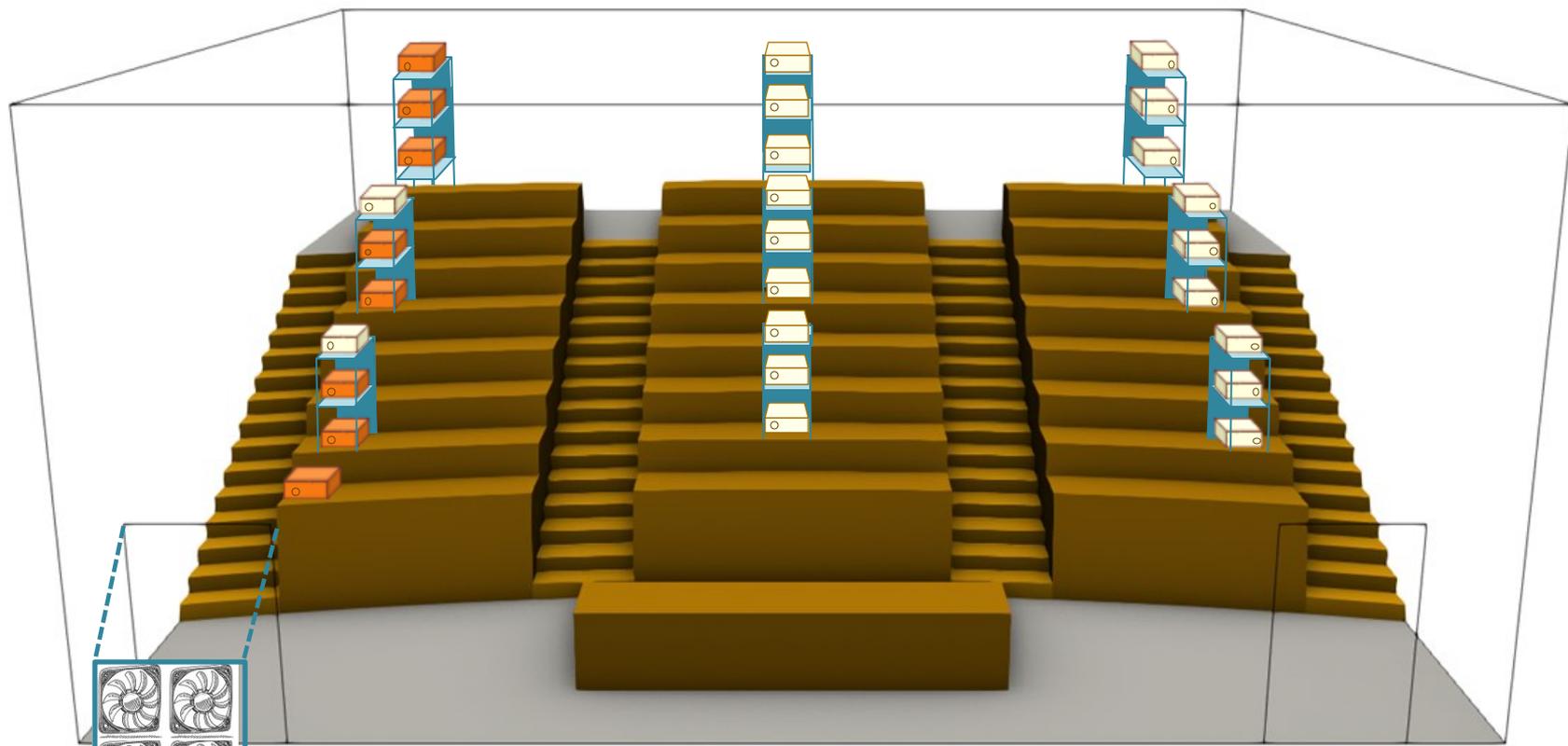


2.2 m

PRIMO MINUTO DALL'ACCENSIONE

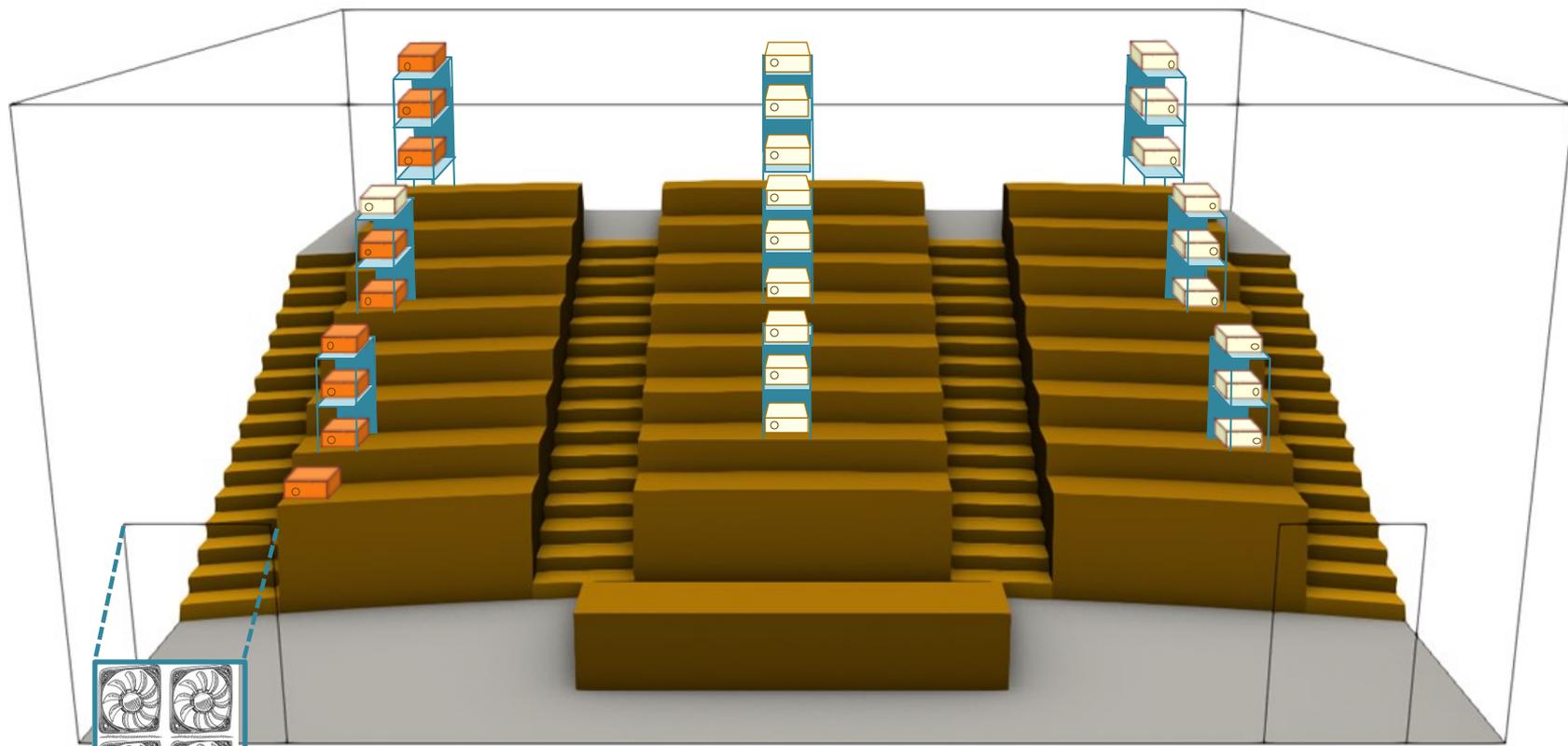


PRIMO MINUTO DALL'ACCENSIONE



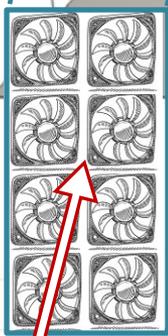
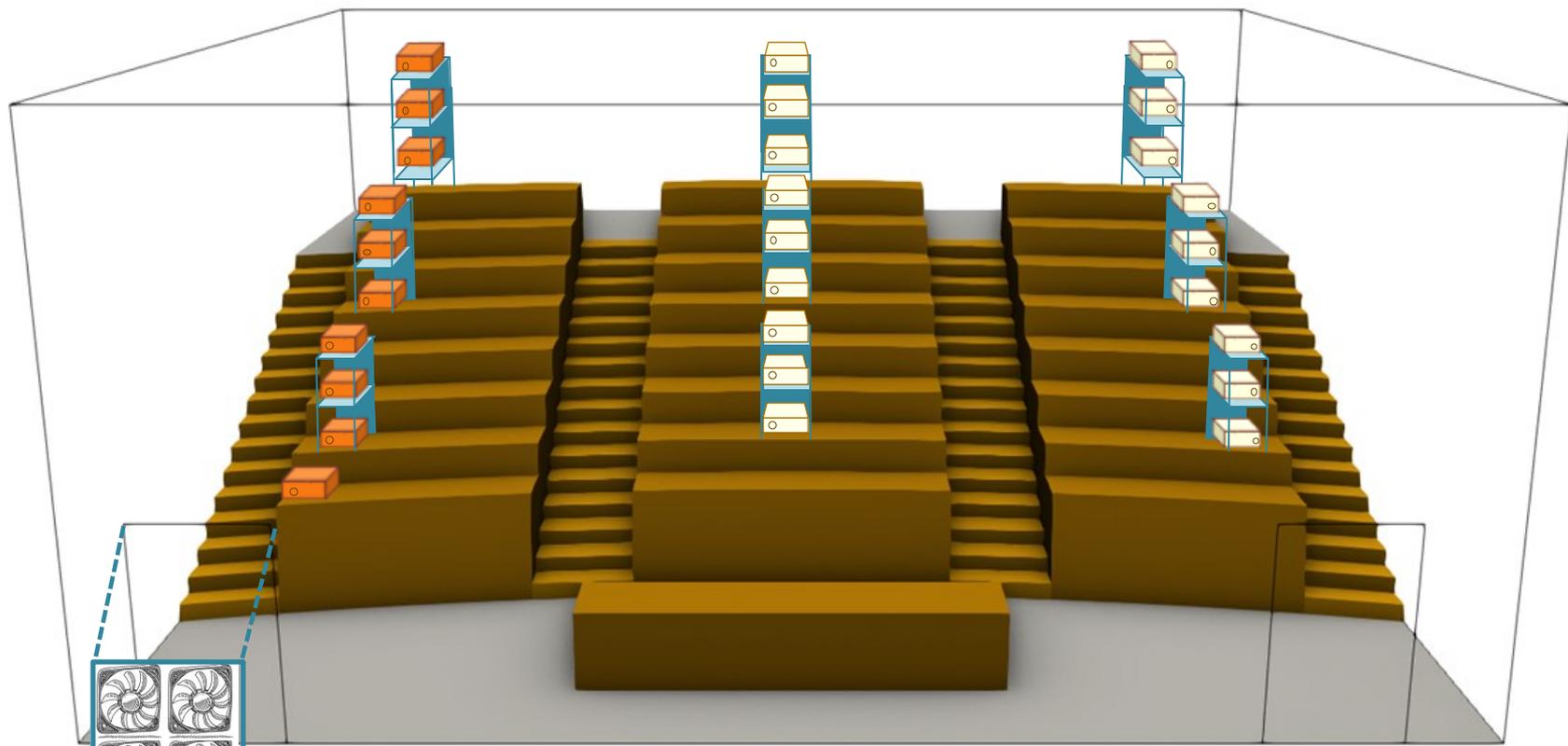
2.2 m

PRIMO MINUTO DALL'ACCENSIONE



2.2 m

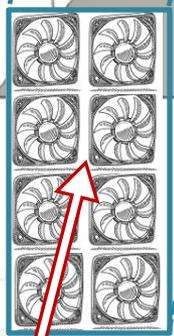
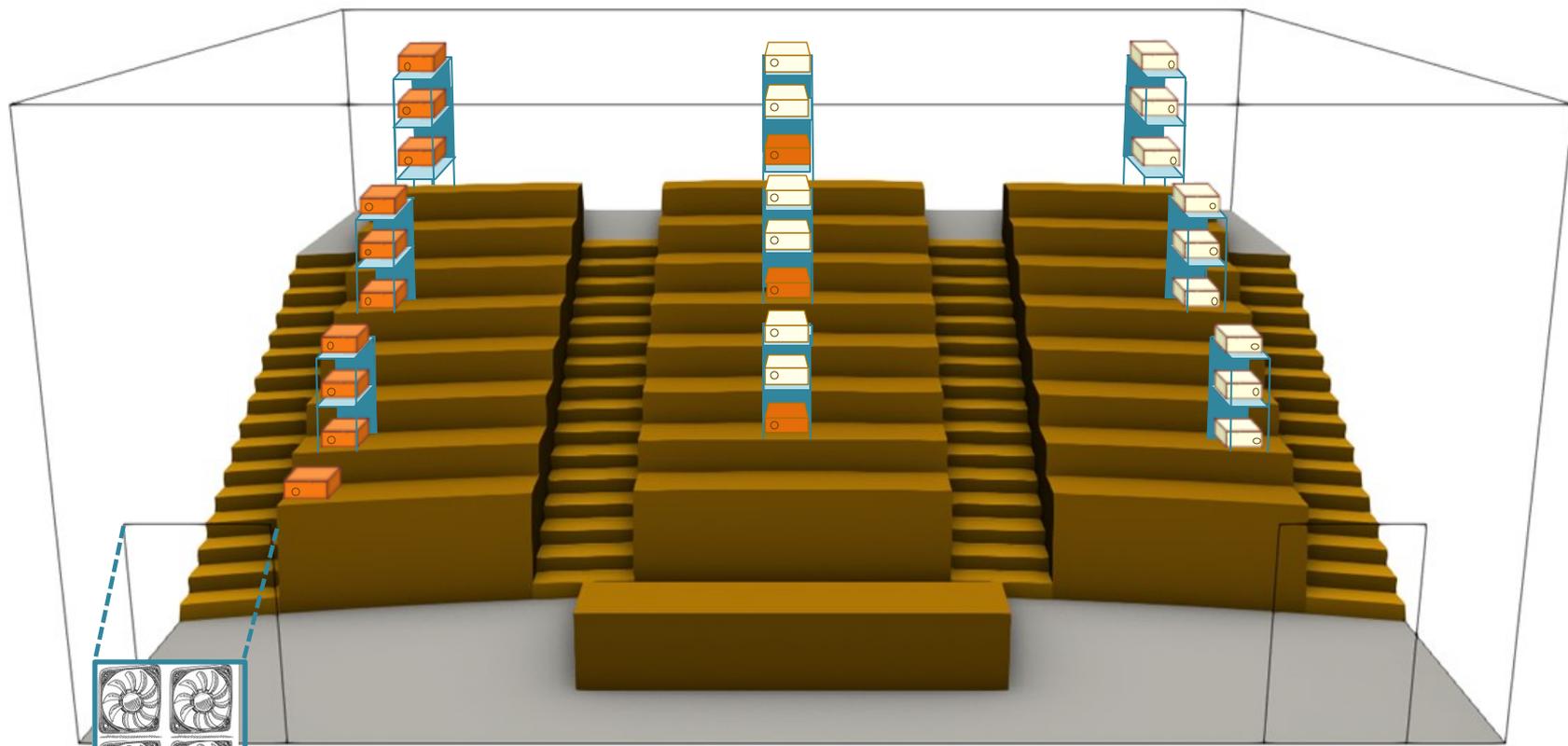
PRIMO MINUTO DALL'ACCENSIONE



2.2 m

PRIMO MINUTO DALL'ACCENSIONE

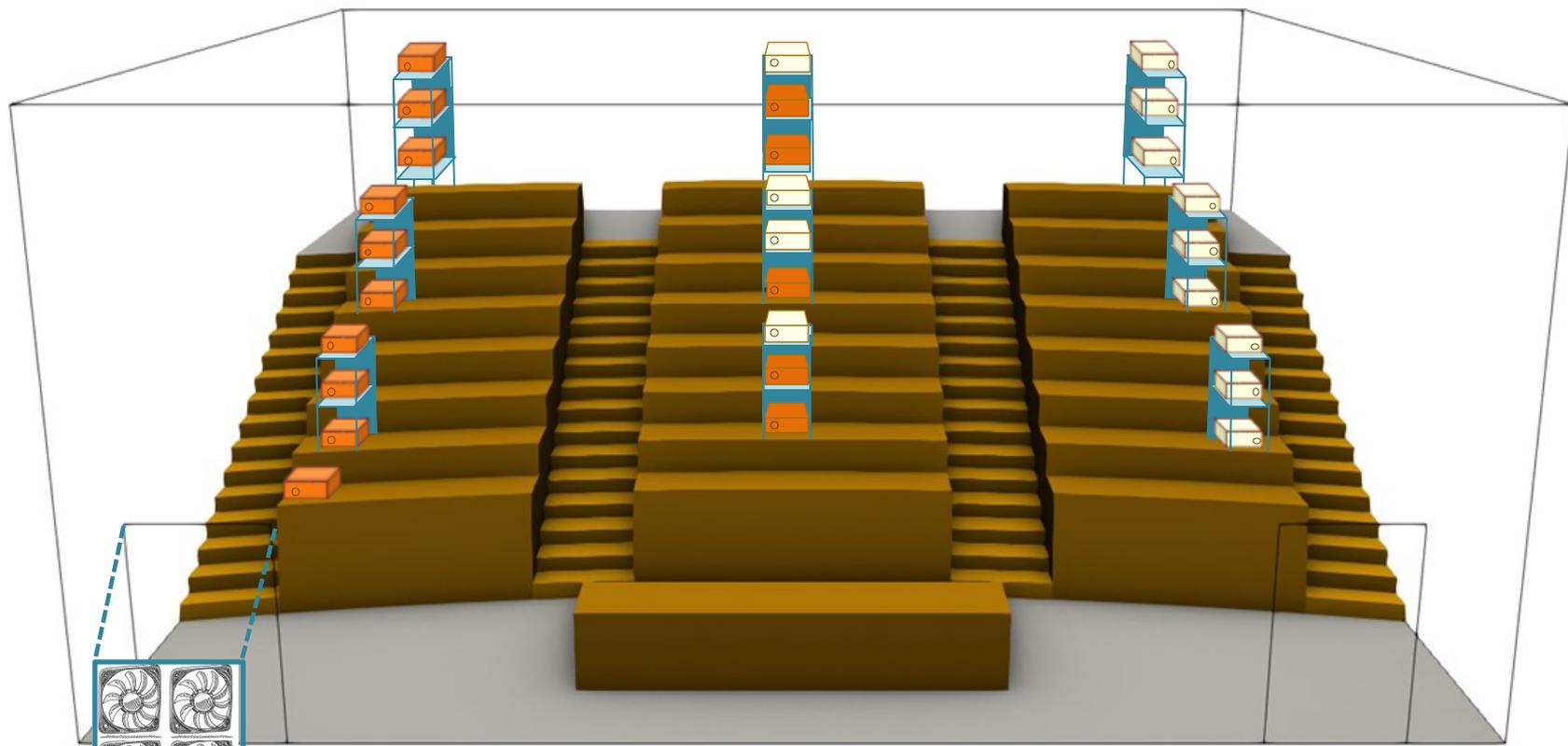




2.2 m

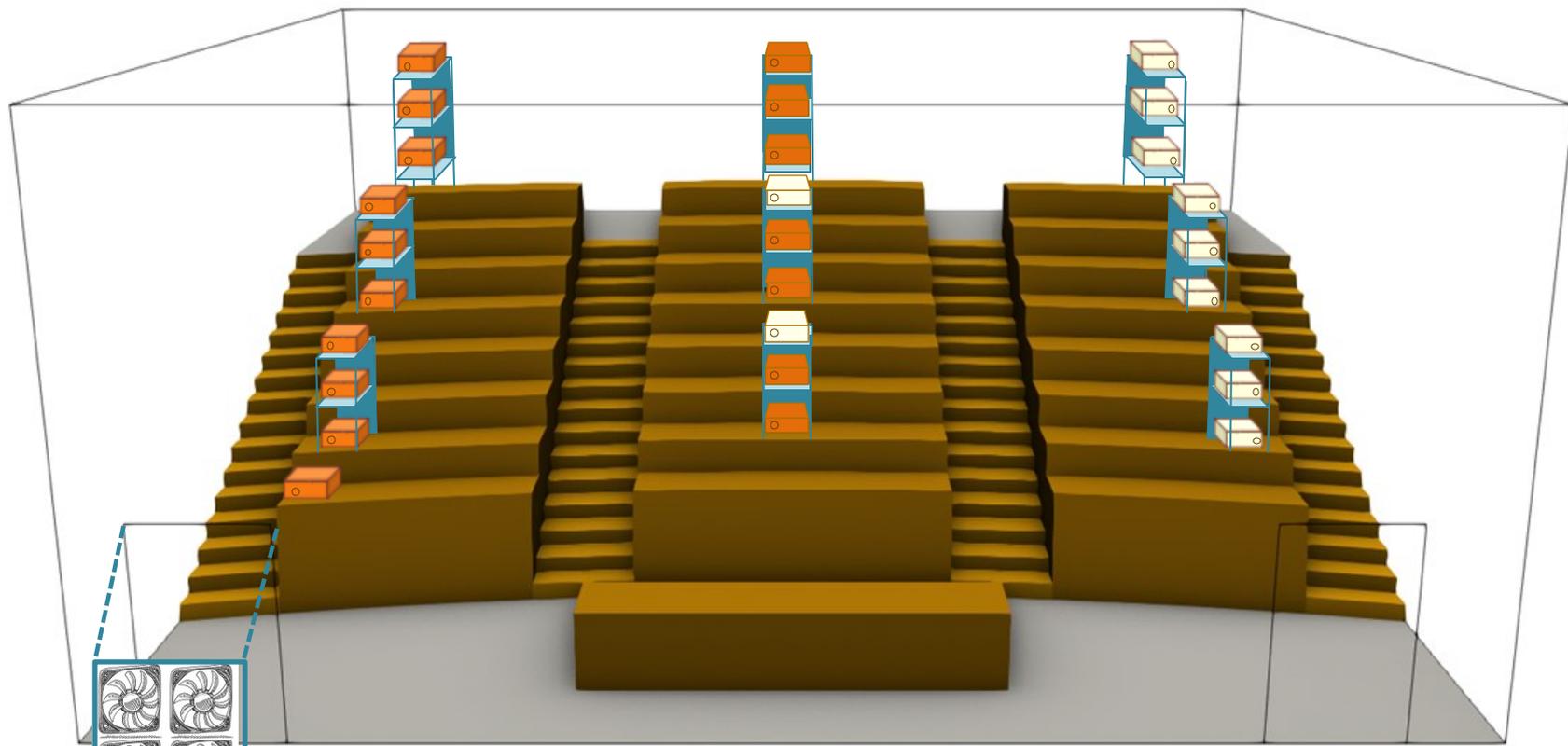
SECONDO MINUTO DALL'ACCENSIONE





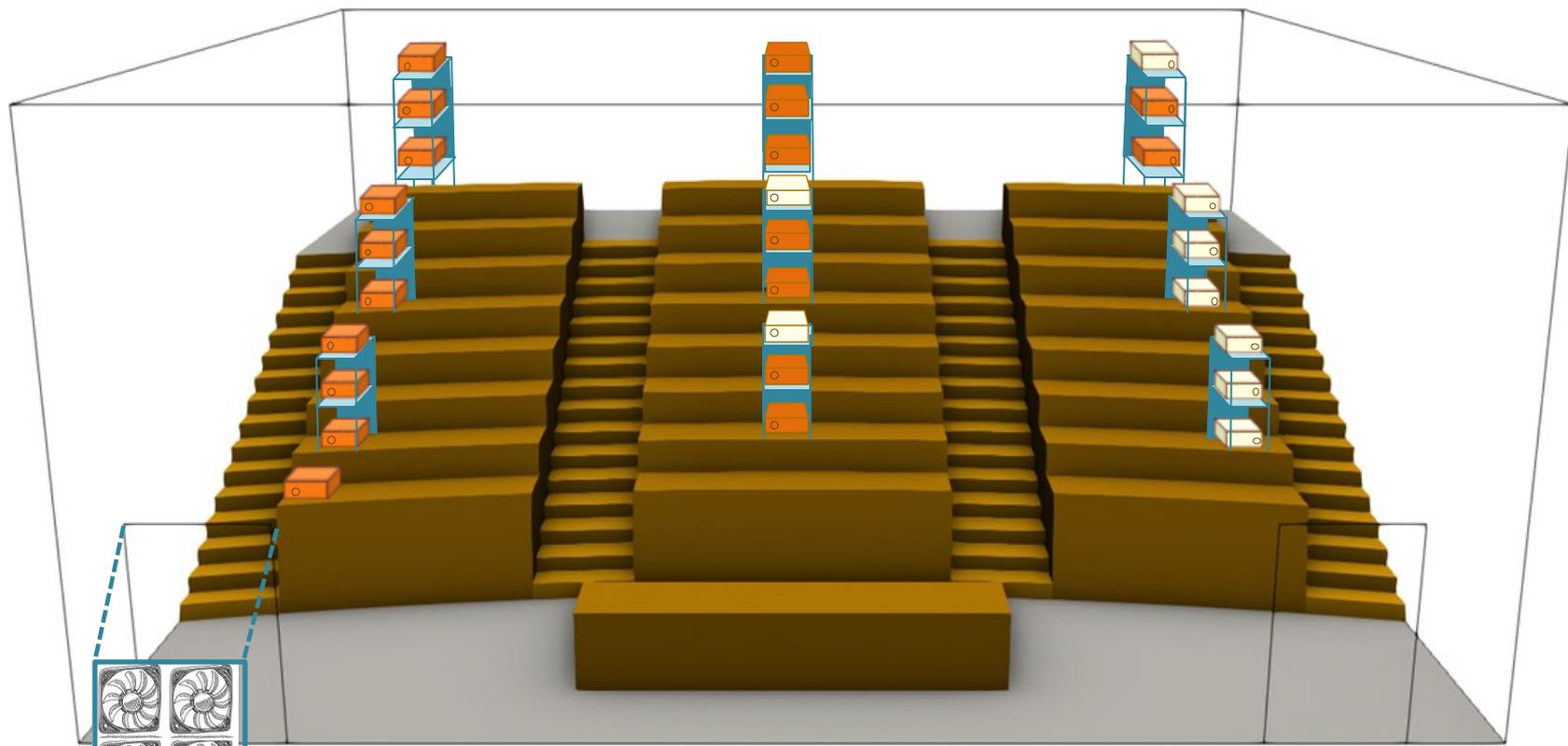
2.2 m

SECONDO MINUTO DALL'ACCENSIONE



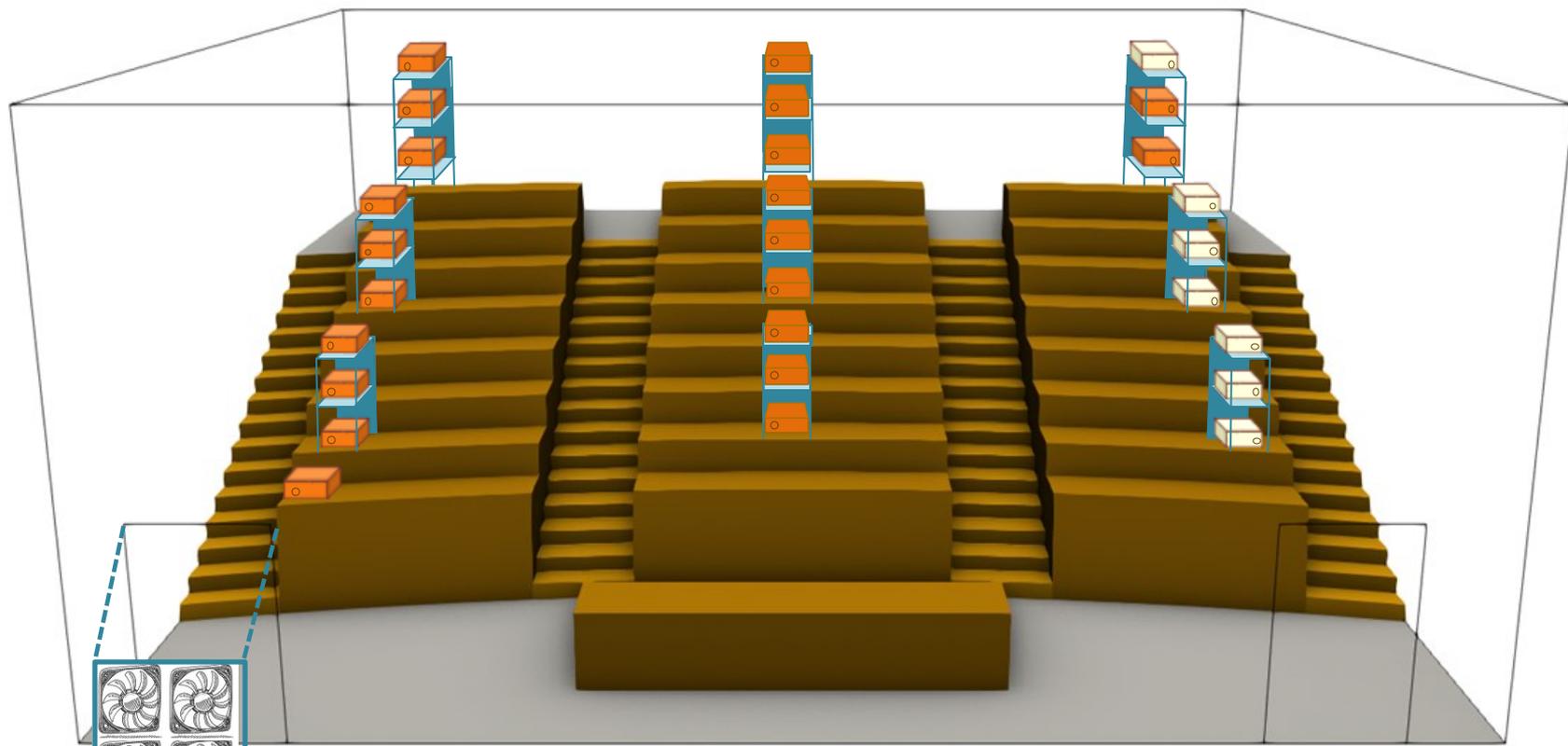
2.2 m

SECONDO MINUTO DALL'ACCENSIONE



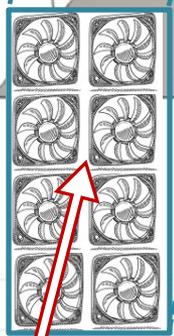
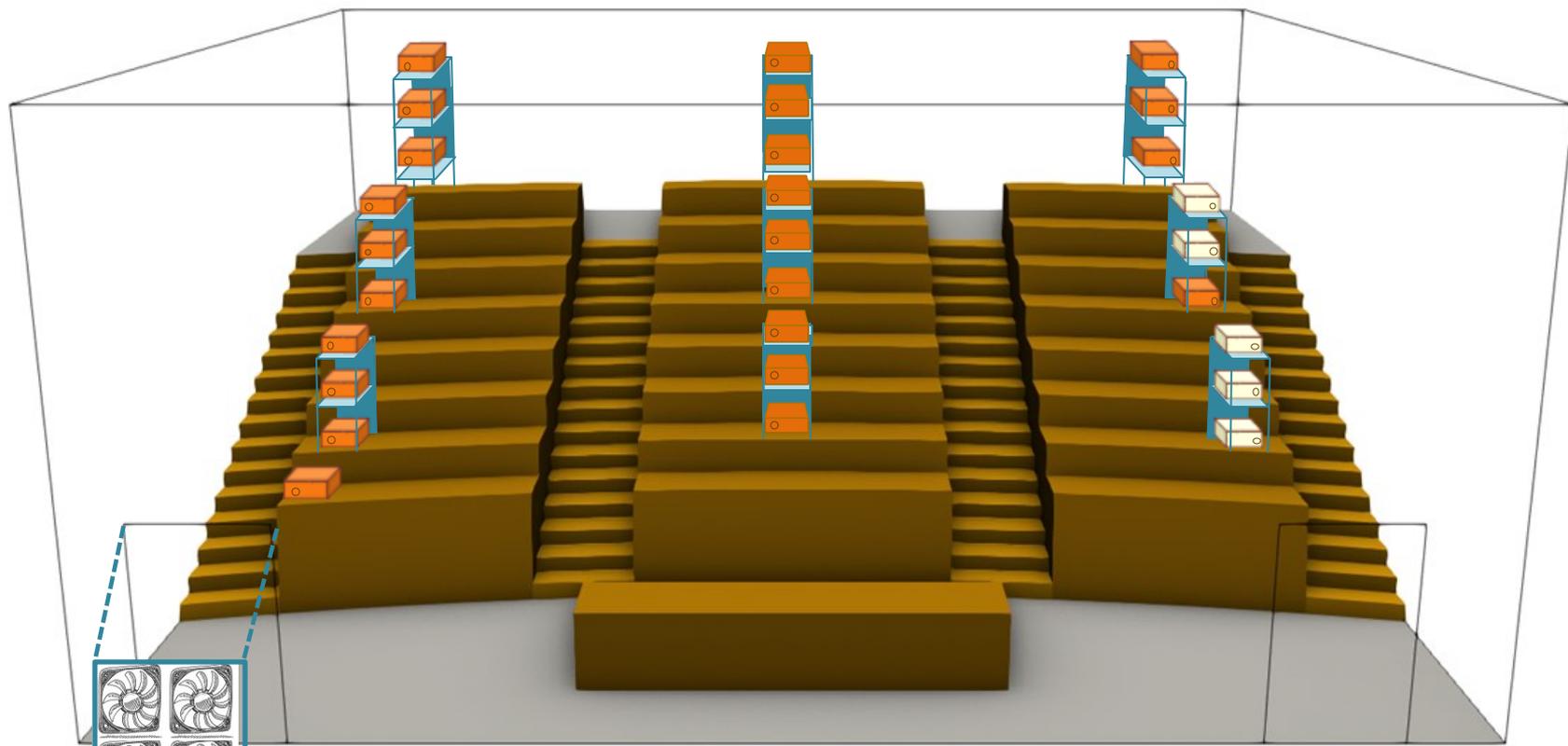
2.2 m

SECONDO MINUTO DALL'ACCENSIONE



2.2 m

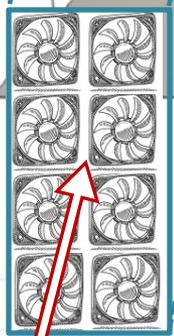
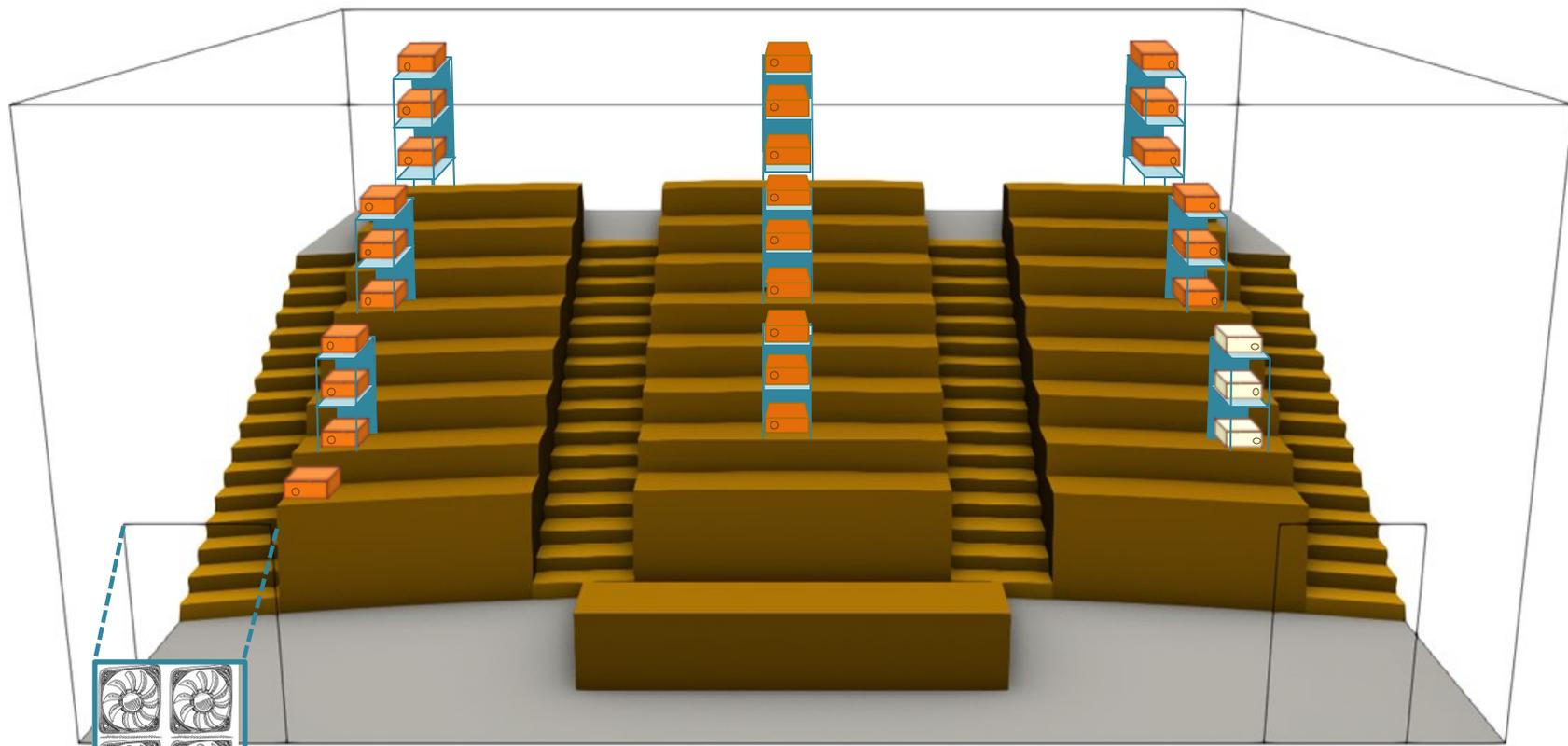
SECONDO MINUTO DALL'ACCENSIONE



2.2 m

TERZO MINUTO DALL'ACCENSIONE

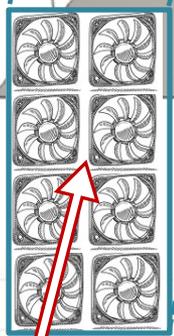
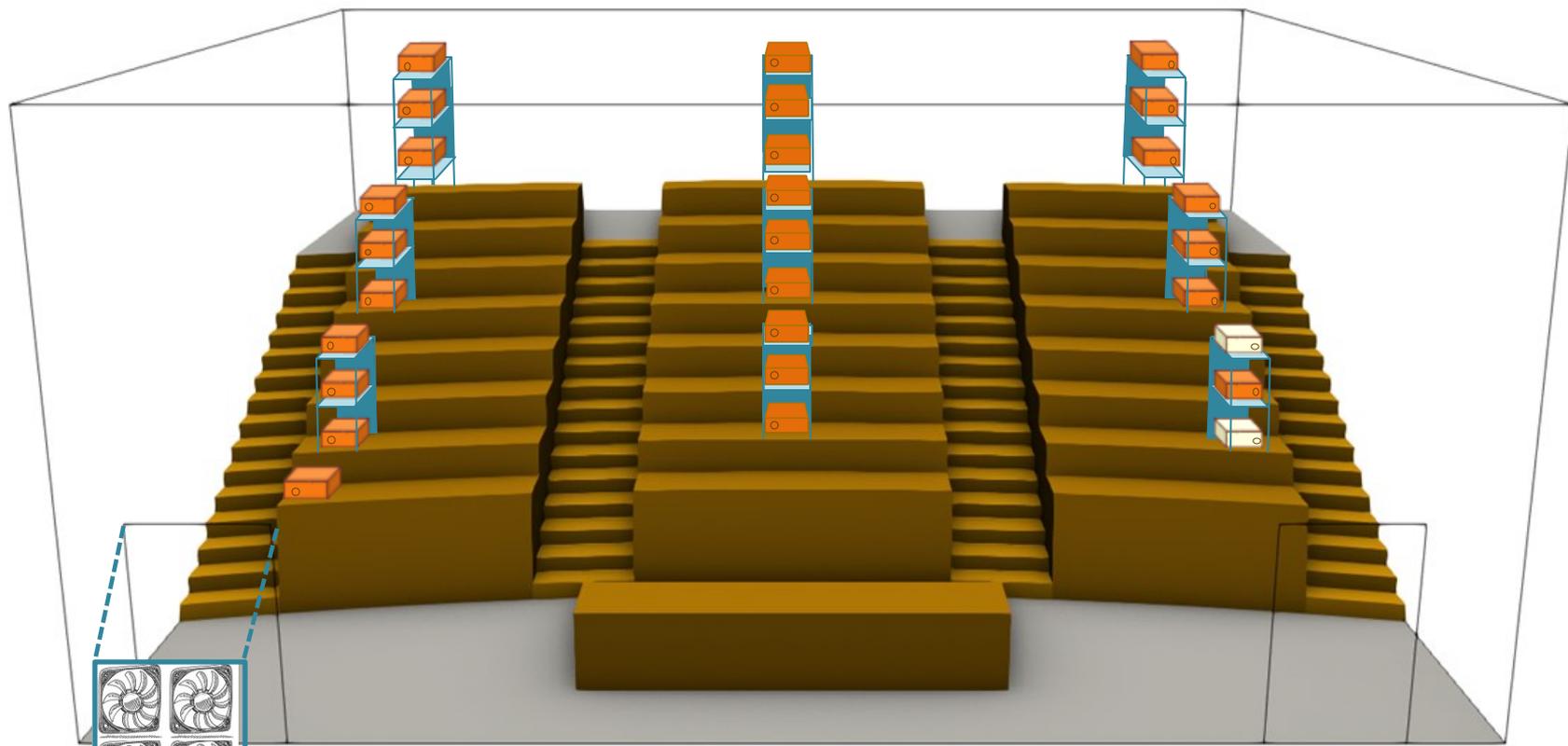




2.2 m

TERZO MINUTO DALL'ACCENSIONE

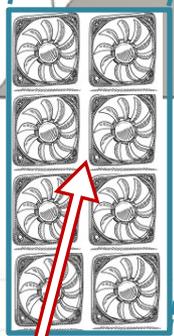
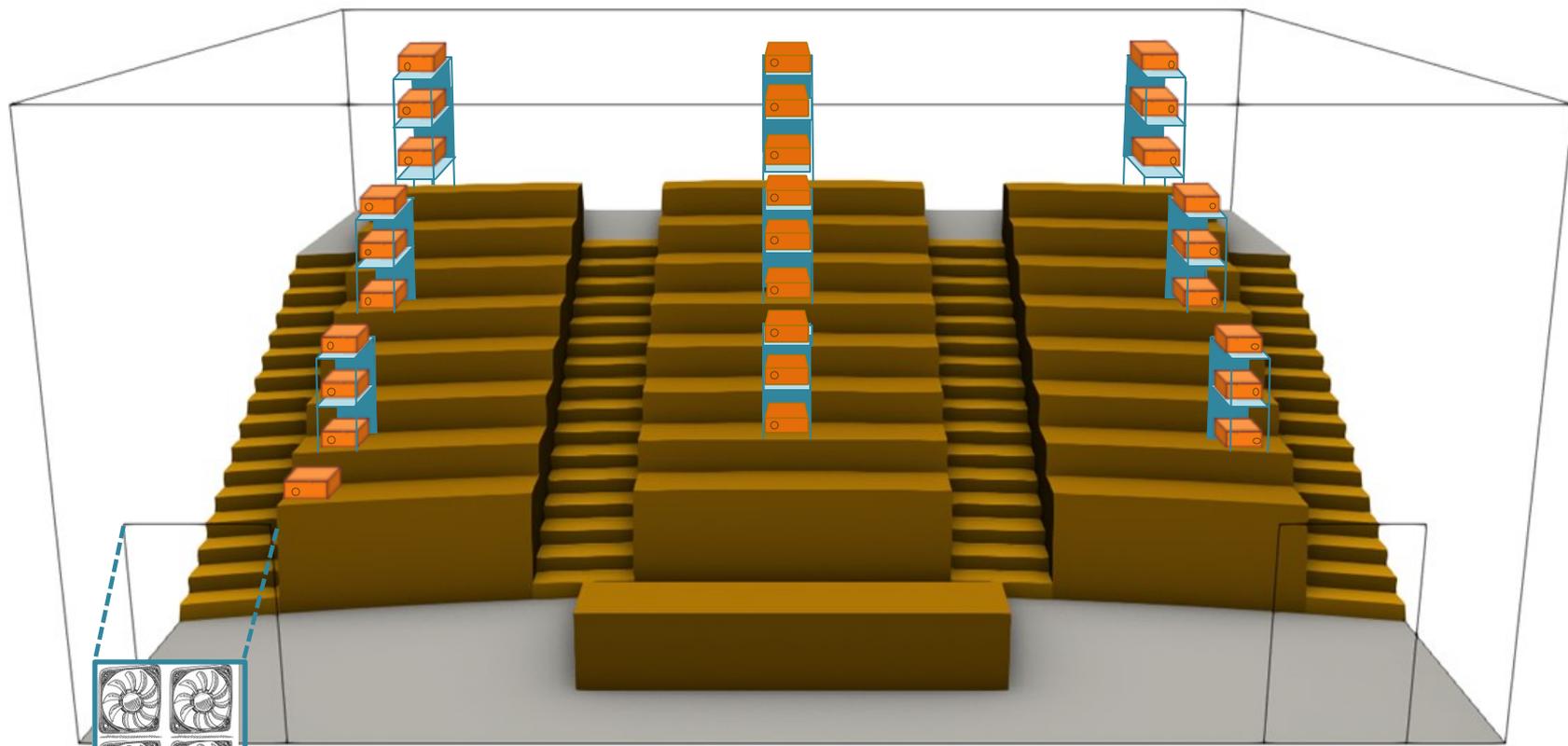




2.2 m

QUARTO MINUTO DALL'ACCENSIONE





2.2 m

QUARTO MINUTO DALL'ACCENSIONE





## CONCLUSIONI

- La rete di 10 contatori di particelle operanti in parallelo si è dimostrata efficace nel descrivere le variazioni della concentrazione del PM all'interno di un ambiente indoor complesso
- Le osservazioni effettuate hanno permesso di avere un'idea delle variazioni nella concentrazione del PM legate alla circolazione dell'aria e della struttura tridimensionale dei campi di concentrazione
- Le osservazioni possono essere confermate e interpretate in base alla ricostruzione dei campi di velocità effettuate con gli anemometri sonici

## CONCLUSIONI

- La rete di 10 contatori di velocità in un piano parallelo si è dimostrata efficace nella misura della concentrazione del campo di velocità in un ambiente indoor complesso
- Le osservazioni effettuate sulle variazioni nella concentrazione della struttura tridimensionale possono essere un'idea utile per la circolazione dell'aria in un ambiente indoor complesso
- Le osservazioni possono essere confermate e interpretate in base alla ricostruzione dei campi di velocità effettuate con gli anemometri sonici

