

**GUIDA ALLA PREDISPOSIZIONE
DELLE EMISSIONI IN ATMOSFERA
PER LE ANALISI DI CONTROLLO**

REQUISITI NORMATIVI E DI SICUREZZA

Sommario

1 - RIFERIMENTI NORMATIVI	2
2 - PREPARAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DELLE POSTAZIONI DI LAVORO	2
2.1 - Piattaforma di lavoro	2
2.2 - Capacità di carico	2
2.3 - Posizione e spazio di lavoro	2
2.7 - Requisiti minimi	3
2.4 - Dotazioni alla postazione di prelievo	4
2.5 - Sicurezza e condizioni ambientali - accesso alle postazioni di campionamento	4
3 - CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEI CONDOTTI E DEI PUNTI DI PRELIEVO	5
3.1 - Geometria del condotto	5
3.2 - Sezione di misurazione e piano di misura	5
3.3 - Porte di misurazione	6
3.4 - Posizionamento dei bocchelli sul condotto	6
3.5 - Numero di bocchelli	7
3.6 - Forma dei bocchelli	9

Preparato da Operatore Tecnico OT	Verifico ed approvato da Responsabile Laboratorio RL	Data
Firma	Firma	04/10/2021
Descrizione delle revisioni	Aggiornamenti normativi e integrazioni	

<p style="text-align: center;">Centro Servizi e Tecnologie Ambientali</p>	<p style="text-align: center;">DOCUMENTO GUIDA ALLA PREDISPOSIZIONE EMISSIONI</p>	<p style="text-align: center;">DOC/IOV-09/01 Rev 1 Pag. 2 di 10</p>
--	--	---

1 - RIFERIMENTI NORMATIVI

- Norma UNI EN 15259:2008 "Qualità dell'aria - Misurazione di emissioni da sorgente fissa - Requisiti delle sezioni e dei siti di misurazione e dell'obiettivo, del piano e del rapporto di misurazione".
- Norma UNI EN ISO 16911-1:2013 "Emissioni da sorgente fissa - Determinazione manuale ed automatica della velocità e della portata di flussi in condotti - Parte 1: Metodo di riferimento manuale".
- UNI EN 13284-1:2017 "Emissioni da sorgente fissa - Determinazione della concentrazione in massa di polveri in basse concentrazioni - Parte 1: Metodo manuale gravimetrico".
- D.LGS. 81/2008 D.lgs. 9 aprile 2008, n. 81 "Attuazione dell'articolo 1 della Legge 3 agosto 2007, n. 123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro." - TESTO UNICO SULLA SALUTE E SICUREZZA SUL LAVORO.

2 - PREPARAZIONE E MESSA IN SICUREZZA DELLE POSTAZIONI DI LAVORO

La normativa prevede che le postazioni di misura siano adeguatamente dimensionate, attrezzate e accessibili per lo svolgimento di tutte le operazioni necessarie ai rilievi e ai campionamenti.

2.1 - Piattaforma di lavoro

In corrispondenza dei bocchelli deve essere presente una **piattaforma di lavoro** che risponda ai seguenti requisiti (Norma UNI EN 15259:2008).

2.2 - Capacità di carico

Le piattaforme di lavoro permanenti e temporanee devono avere una capacità portante sufficiente per soddisfare gli obiettivi delle misurazioni. La fase di misura e campionamento può comprendere da due a sei persone con apparecchiature di peso compreso tra 50 kg e 300 kg. Le piattaforme di lavoro temporanee devono essere legate o supportate a una struttura permanente per prevenire il crollo o ribaltamento. Devono essere controllati prima dell'uso in conformità con le normative nazionali sulla sicurezza sul lavoro.

2.3 - Posizione e spazio di lavoro

Le piattaforme di lavoro devono fornire un'area di lavoro e un'altezza (*spazio di lavoro*) sufficienti gli obiettivi delle misurazioni, cioè manipolare le sonde e azionare gli strumenti di misura. L'area di lavoro della piattaforma deve essere opportunamente dimensionata. L'introduzione della sonda non deve essere impedita, ad es. da recinzioni di guardia e altri elementi integrati.

Le misurazioni richiedono un'area di lavoro sufficientemente ampia al di fuori del condotto di scarico in modo che i punti di misura possano essere campionati con le sonde appropriate.

Le lunghezze minime delle sonde dipendono dal diametro interno del condotto e dallo spessore della parete. Una profondità sufficiente dell'area di lavoro è data dalla somma del diametro interno o della profondità del condotto con lo spessore della parete più 1,5 m per gli strumenti flangiati.

Se sono installate due porte di misurazione opposte per una linea di misurazione, è sufficiente una profondità dell'area operativa corrispondentemente più piccola.

Se il condotto ha una direzione di flusso verticale, sia con condotti circolari che rettangolari, si può stabilire l'altezza dalla piattaforma al piano delle linee di misura (*piano bocchelli*) di circa da 1,2 a 1,5 m.

2.7 - Requisiti minimi

I requisiti descritti nei punti precedenti devono essere rispettati da tutte le attività e gli impianti soggetti ad autorizzazione e controllo.

Esistono tuttavia molte attività e impianti di minore impatto e, soprattutto, caratterizzati da emissioni con camini di dimensioni ridotte. La realizzazione in questi casi di postazioni di prelievo delle dimensioni sopra riportate, oltre a non trovare giustificazione pratica, potrebbe comportare problemi di staticità (*e di costi*) non indifferenti.

Come criterio alternativo si propone, come **condizione minima** per situazioni che non consentano il rispetto delle norme tecniche, il rispetto delle condizioni sotto riportate:

- la profondità minima della piattaforma non deve essere inferiore a 60 cm.
- nelle zone di fronte ai punti di prelievo la profondità minima deve essere pari ad almeno 1 m per i camini più piccoli e aumentare in funzione del diametro.

Nella realizzazione delle piattaforme di lavoro è quindi opportuno tenere conto dell'operatività, ovvero della necessità di utilizzare strumentazione di una determinata lunghezza, avendo sufficiente spazio di manovra e di fissaggio.

Il criterio per determinare lo **spazio necessario** dietro e di lato al punto di prelievo è illustrato nelle seguenti tabelle:

Condotti circolari

Area interna del camino (m ²)	Diametro interno del camino (m)	Numero minimo di bocchelli	Lunghezza sonde (m)	Spazio di manovra dietro i bocchelli (m)	Spazio di manovra laterale
< 0,1	< 0,35	1	1	1	Idoneo per il posizionamento e la movimentazione degli strumenti di misura e delle sonde
tra 0,1 e 1,0	tra 0,35 e 1,1	2	1,5	2,0	
tra 1,1 e 2,0	tra 1,1 e 1,6	2	2	2,5	
>2,0	> 1,6	2	2	2,5	

Condotti rettangolari

Area interna del camino (m ²)	Numero minimo di bocchelli	Lunghezza sonde (m)	Spazio di manovra dietro i bocchelli (m)	Spazio di manovra laterale
< 0,1	1	1	1	Idoneo per il posizionamento e la movimentazione degli strumenti di misura e delle sonde
tra 0,1 e 1,0	2	1,5	2,0	
tra 1,1 e 2,0	3	2	2,5	
>2,0	>3	2	2,5	

Più precisamente deve essere calcolato lo spazio necessario per la **strumentazione**, che in genere è pari a circa 1 m² per linea di prelievo, e per almeno tre **operatori** (*in genere sono necessari due operatori tecnici ai quali può*

<p style="text-align: center;">Centro Servizi e Tecnologie Ambientali</p>	<p style="text-align: center;">DOCUMENTO GUIDA ALLA PREDISPOSIZIONE EMISSIONI</p>	<p style="text-align: center;">DOC/IOV-09/01 Rev 1 Pag. 4 di 10</p>
--	--	---

aggiungersi il personale dell'Autorità di controllo che ha la facoltà di assistere alle fasi di prelievo). Considerando quindi uno spazio minimo per ciascun operatore pari a 60 × 60 cm (0,36 m²) e aggiungendo 1 m² per le apparecchiature, si ottiene un **minimo spazio fruibile pari a circa 2 m²**, chiaramente al netto di ostacoli, botole, ribalte, ed altri impedimenti all'occupazione fissa.

La piattaforma deve ovviamente essere costruita in materiali idonei per reggere il peso degli operatori e delle apparecchiature necessarie. L'utilizzo di ponteggi e trabattelli quali piattaforme di prelievo appare poco opportuno in quanto tali strutture si adattano ad un impiego temporaneo nel campo dell'edilizia.

2.4 - Dotazioni alla postazione di prelievo

La piattaforma di lavoro deve essere dotata di prese elettriche con **tensione a 220 Volt** in prossimità del condotto; inoltre può essere dotata di punto di distribuzione di aria compressa.

2.5 - Sicurezza e condizioni ambientali - accesso alle postazioni di campionamento

I siti di misurazione devono essere installati in modo tale da soddisfare i requisiti nazionali di sicurezza sul lavoro. L'accesso alle postazioni di prelievo deve avvenire in sicurezza, in accordo alla normativa vigente (*D.Lgs. 81/2008 e successive modifiche e interazioni*).

I punti di prelievo deve essere facilmente raggiungibili e l'accesso garantito senza ritardi. La struttura di accesso deve essere fissa. È vietato l'utilizzo di mezzi di sollevamento e trasporto in quota del personale mediante macchine operatrici, carrelli elevatori. Tali mezzi sono destinati alla movimentazione dei materiali, non è previsto in nessun caso l'utilizzo per il trasporto e il sollevamento delle persone.

Per il sollevamento delle persone possono essere utilizzati i mezzi semoventi di cui alla voce 16 dell'Allegato IV della Direttiva Macchine (98/37/CE), quali le piattaforme elevabili.

Per il corretto svolgimento delle Prove devono essere considerati almeno i seguenti aspetti:

- accesso facile e sicuro al sito di misura;
- mezzi di trasporto, ad esempio montacarichi o montacarichi, per il trasporto di strumenti di misura, nel caso di siti di misurazione che non sono a livello del suolo (*postazione aeree*);
- evitare la presenza nell'area di sorgenti che emettono inaspettatamente, ad esempio dischi di rottura, valvole di sovrappressione o scarichi di vapore;
- prevenzione di qualsiasi pericolo mediante misure ingegneristiche o procedurali;
- evitare la presenza di significativa pressione positiva nell'area;
- disponibilità di misure per garantire che il personale che esegue le misurazioni delle emissioni sia informato di qualsiasi guasto di funzionamento che li metterebbe in pericolo;
- possibilità di ospitare la piattaforma di lavoro o il sito di misura all'interno dell'edificio in cui si trova l'impianto;
- protezione dell'area di lavoro dal calore e dalla polvere;
- misure di protezione, ad esempio protezione dagli agenti atmosferici e riscaldamento, per garantire il necessario ambiente condizioni del personale e delle attrezzature utilizzate.

<p>Centro Servizi e Tecnologie Ambientali</p>	<p>DOCUMENTO GUIDA ALLA PREDISPOSIZIONE EMISSIONI</p>	<p>DOC/IOV-09/01 Rev 1 Pag. 5 di 10</p>
--	--	---

3 – CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DEI CONDOTTI E DEI PUNTI DI PRELIEVO

3.1 – Geometria del condotto

Vengono riportati qui di seguito i requisiti richiesti per il tratto di condotto dell'emissione su cui verranno effettuate le analisi:

- il condotto deve avere forma geometrica semplice (cioè sezione **rettangolare, quadrata** o, meglio, **circolare**);
- deve essere dotato di un **tratto rettilineo**, preferibilmente verticale;
- il piano di misurazione su cui verranno eseguite le misurazioni e i campionamenti deve essere in emissione e non in aspirazione (*quindi deve trovarsi a valle di eventuali **ventilatori**, e non a monte*).

3.2 - Sezione di misurazione e piano di misura

La sezione di misurazione deve consentire il campionamento e l'esecuzione delle misurazioni a un adeguato piano di misura. La sezione di misura è la regione di un condotto (*es. tubo di scarico del gas, camino*) che include il piano di misura operativo con le porte di ingresso al condotto.

La sezione di misurazione deve consentire di prelevare campioni rappresentativi dell'emissione nel piano di misura per la determinazione della portata volumetrica e della concentrazione in massa di inquinanti.

Il piano di misura deve essere situato in una sezione del condotto in cui si possa prevedere condizioni di flusso omogeneo per velocità e concentrazioni del gas.

Il requisito per condizioni di flusso omogeneo è generalmente soddisfatto se il piano di misura è posto:

- quanto più a valle e a monte di qualsiasi disturbo, che potrebbe produrre un cambiamento di direzione del flusso (*es. disturbi possono essere causati da curve, ventilatori o serrande parzialmente chiuse*),
- in un tratto di condotto con almeno **cinque diametri idraulici** di condotto rettilineo **a monte** del piano di prelievo e **due diametri idraulici a valle** o **cinque diametri idraulici dalla bocca** o sommità del camino;
- in un tratto di condotto di forma e sezione trasversale costanti.

Possono essere necessarie disposizioni aerodinamiche efficaci (*ad es. ventole, palette, progettazione di condotti*) per ottenere la miscelazione dei gas prima di entrare nel tratto rettilineo di condotto dove si trova la sezione di misurazione, per ottenere un profilo di concentrazione omogeneo sul piano di misura, specialmente quando più gas di differenti caratteristiche in composizione, provenienti da impianti diversi, sono raccolti nello stesso condotto.

Le misurazioni in tutti i punti di campionamento definiti dalla Norma UNI EN 15259:2008 devono dimostrare che il flusso di gas al piano di misura soddisfa i seguenti requisiti:

- 1) angolo di flusso del gas inferiore a 15° rispetto all'asse del condotto;
- 2) nessun flusso negativo locale;
- 3) velocità minima in funzione del metodo di misura della portata utilizzato (per tubi di Pitot una pressione differenziale maggiore di 5 Pa);
- 4) rapporto tra la velocità del gas locale più alta e quella più bassa inferiore a 3:1.

L'installazione delle sezioni di misura in condotti verticali dovrebbe essere preferita all'installazione in condotti a sviluppo orizzontale.

L'identificazione del condotto di emissione con la relativa sezione di misurazione deve essere chiaramente identificata ed etichettata; le etichette hanno lo scopo di identificare in modo univoco la fonte di emissione per scopi normativi e di altro tipo.

3.3 - Porte di misurazione

Per consentire il campionamento nei punti di misurazione previsti, i condotti di emissione devono essere forniti di un numero sufficiente di porte di accesso (*bocchelli*) in corrispondenza delle sezioni di misurazione, per consentire la misurazione delle grandezze (*ad esempio velocità di flusso, temperatura, vapore acqueo*) e il campionamento degli inquinanti previsti dall'obiettivo di misurazione.

Le porte di misurazione più adatte sono costituite da flange o bocchelli filettati, a chiusura ermetica. Se la distanza tra una porta di misurazione e la parete interna opposta del condotto è grande (*ad es. più di 2 m*), a seconda dell'obiettivo di misurazione, possono essere fornite due porte di misurazione opposte per linea di misurazione e la piattaforma di lavoro dovrà essere estesa di conseguenza.

Nel caso di condotti a sezione rettangolare, le bocche di ingresso devono essere installate sul lato più lungo.

3.4 - Posizionamento dei bocchelli sul condotto

Sul tratto rettilineo individuato devono essere installate le **porte di campionamento** (*bocchelli*) in **posizione** tale che sia rispettato il **numero minimo di diametri** idraulici ($D_i = 4 \times A / pp$) **a monte** e **a valle** di esse, come riassunto nelle seguenti tabelle:

- a) Se a monte e/o a valle del tratto rettilineo ci sono curve, ventole, valvole, ecc.:

	Sezione circolare Lunghezza tratto	Sezione rettangolare o quadrata Lunghezza tratto
A monte	$5 \times D$	$5 \times D_i = 20 \times A / pp$
A valle	$2 \times D$	$2 \times D_i = 8 \times A / pp$
Totale	$7 \times D$	$7 \times D_i = 28 \times A / pp$

Note: D = diametro interno del condotto; D_i = diametro idraulico interno del condotto; A = area della sezione interna del condotto; pp = perimetro interno della sezione del condotto.

- b) Se l'emissione **sfoga direttamente in atmosfera** alla fine del tratto rettilineo (*uscita alla bocca*):

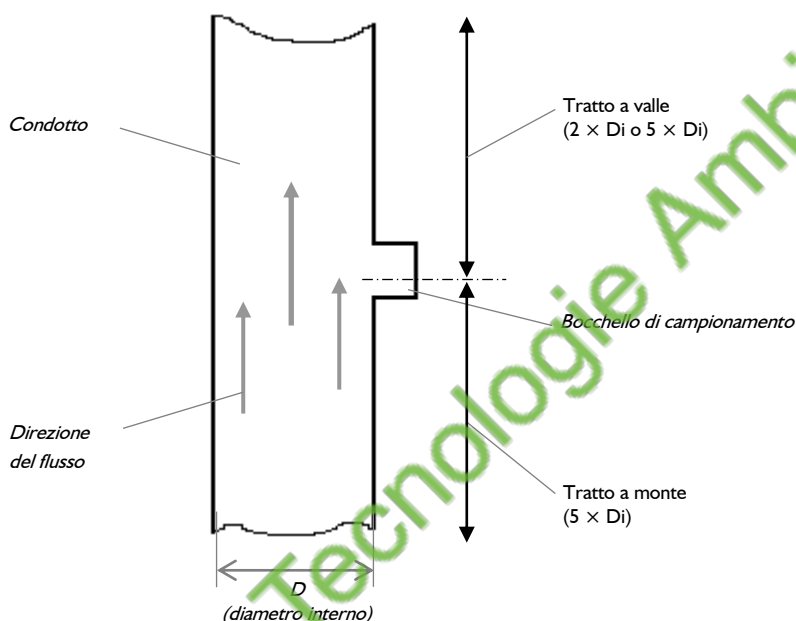
	Sezione circolare Lunghezza tratto	Sezione rettangolare o quadrata Lunghezza tratto
A monte	$5 \times D$	$5 \times D_i = 20 \times A / pp$
A valle	$5 \times D$	$5 \times D_i = 20 \times A / pp$
Totale	$10 \times D$	$10 \times D_i = 40 \times A / pp$

Note: D = diametro interno del condotto; D_i = diametro idraulico interno del condotto; A = area della sezione interna del condotto; pp = perimetro interno della sezione del condotto.

Nel caso in cui "non siano completamente rispettate" le condizioni spora riportate, la Norma indica la possibilità di "ottenere condizioni analoghe" applicando al condotto dispositivi, descritti all'Appendice C della Norma UNI 10169:2001 (attualmente non più in vigore), che favoriscono una distribuzione uniforme della velocità del flusso gassoso all'interno del condotto.

La velocità dell'effluente gassoso nel condotto ha una **distribuzione sufficientemente omogenea** quando il "rapporto tra la velocità locale del gas più elevata e quella più bassa" è minore di 3:1.

Schema di posizionamento dei bocchelli



3.5 - Numero di bocchelli

Il **numero di bocchelli** necessario per eseguire le Prove dipende dalle **dimensioni** della sezione del condotto:

- per condotti con **sezione circolare**:

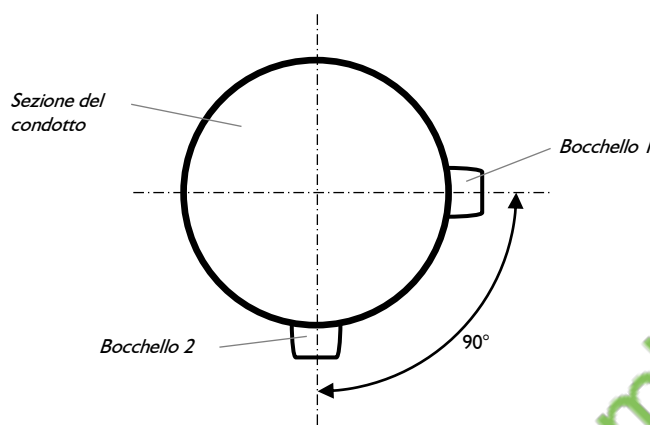
Area interna del camino (m ²)	Diametro interno (m)	Numero minimo bocchelli
< 0,1	< 0,35	1
tra 0,1 e 1,0	tra 0,35 e 1,1	2
tra 1,1 e 2,0	tra 1,1 e 1,6	2
>2,0	> 1,6	2

- per condotti con **sezione rettangolare o quadrata**:

Area interna del camino (m ²)	Numero minimo bocchelli
< 0,1	1
tra 0,1 e 1,0	2
tra 1,1 e 2,0	3
>2,0	4

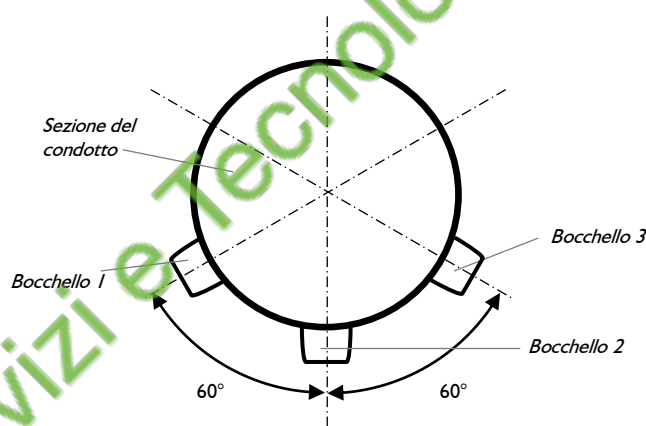
Nel caso di 2 bocchelli, essi devono essere **disposti a 90°** l'uno rispetto all'altro, come nel seguente schema:

Schema di disposizione di 2 bocchelli (sezione circolare)



Nel caso di 3 bocchelli, essi devono essere **disposti a 60°** l'uno rispetto all'altro, come nel seguente schema:

Schema disposizione di 3 bocchelli (sezione circolare)

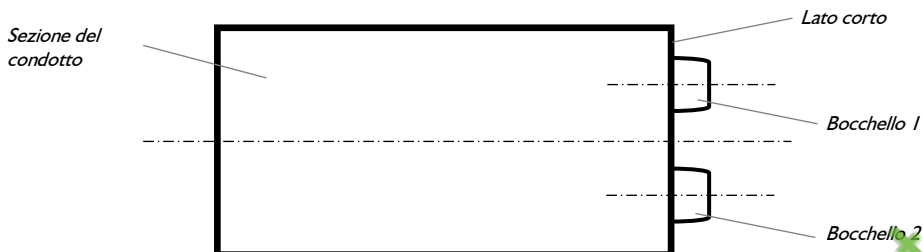


- per condotti con **sezione rettangolare** o **quadrata**:

Per praticità si può adottare la regola generale che prevede di **disporre i bocchelli sul lato più corto** della sezione, considerando che ogni bocchello occupa all'incirca 0,125 m di tale lato (*quindi, ad esempio, su lati sotto gli 0,250 m di lunghezza non è possibile installare più di un bocchello*). Data la variabilità delle numerose situazioni possibili, per il pieno rispetto delle norme in condotti a sezione rettangolare o quadrata, è comunque consigliabile valutare di volta in volta il numero e la disposizione più idonea dei bocchelli.

Si ricorda che: nel caso sia sufficiente un solo bocchello, esso va collocato al centro del lato; negli altri casi si suddivide il lato a metà, in terzi o in quarti, a seconda che siano necessari rispettivamente 2, 3 o 4 bocchelli, e si posiziona ogni bocchello al centro di ciascuna frazione di lato. Come nel seguente schema di esempio (2 bocchelli):

Schema disposizione dei bocchelli (sezione rettangolare o quadrata)

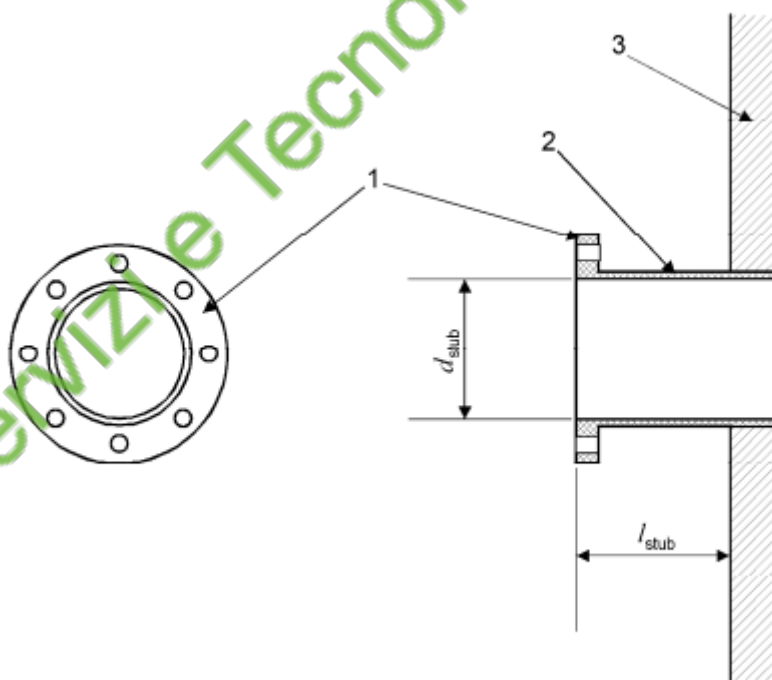


3.6 - Forma dei bocchelli

I bocchelli di prelievo devono garantire la possibilità di esecuzione delle determinazioni. Pertanto nella scelta dovrà essere tenuto conto della dimensione delle sonde, in particolare nel caso di prelievo di polveri (che prevede l'inserimento di un supporto di campionamento porta filtro all'interno del camino).

Di seguito si riportano alcuni esempi di bocchelli conformi alla Norma UNI EN 15259:2008.

Esempio di bocchello circolare flangiato con diametro interno di 125 mm

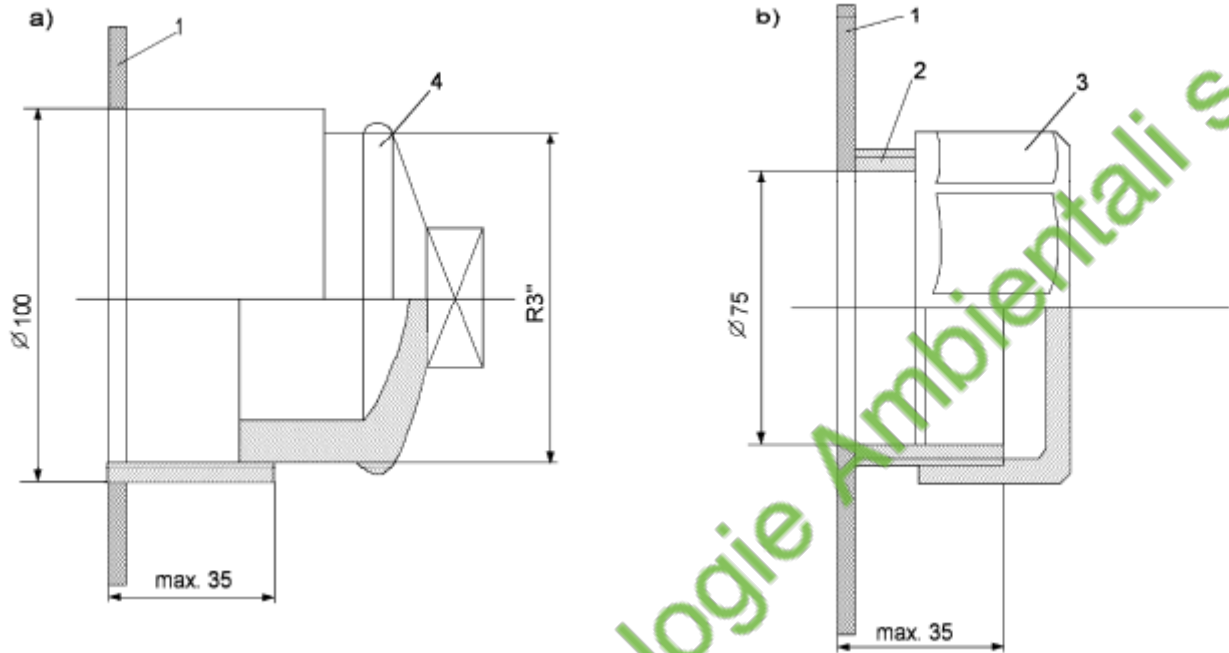


1 – flangia con diametro interno $d_{stub} = 125$ mm

2 – tronco di tubo con diametro interno $d_{stub} = 125$ mm e lunghezza minima $l_{stub} = 75$ mm dalla parete del condotto (consigliato 100 mm)

3 – parete del condotto

Esempio di bocchello circolare con diametro interno di 75 mm, filettatura interna (a) e filettatura esterna (b)



- 1 – parete del condotto
- 2 – nipplo per tubo da 75 mm
- 3 – tappo di chiusura
- 4 – battente di chiusura