

Allegato 1

Studio sperimentale in galleria/simulatore del vento sui flussi radiali (outflow) prodotti da downburst

1. Introduzione

Le attività richieste nell'ambito della presente gara sono finanziate dal Consiglio Europeo della Ricerca (ERC) nell'ambito del programma di ricerca e innovazione Horizon 2020 dell'Unione Europea (accordo di finanziamento n. 741273) per il progetto THUNDERR - Detection, simulation, modelling and loading of thunderstorm outflows to design wind-safer and cost-efficient structures - finanziate attraverso un Advanced Grant 2016.

THUNDERR è l'acronimo di THUNDERstorm che esprime l'innovativo boato di questo progetto di ricerca. Esso ha lo scopo di rilevare i temporali, creare un database di misure del vento e scenari meteorologici, condurre prove di laboratorio senza precedenti e simulazioni CFD, formulare un modello del temporale adatto alle scienze atmosferiche e alla progettazione strutturale, per cambiare il ruolo che giocano le azioni del vento nella pratica dell'ingegneria e della codifica, per rendere le costruzioni più sicure e sostenibili, determinando un profondo impatto sulla società e la sua economia.

2. Test e requisiti tecnici della galleria del vento

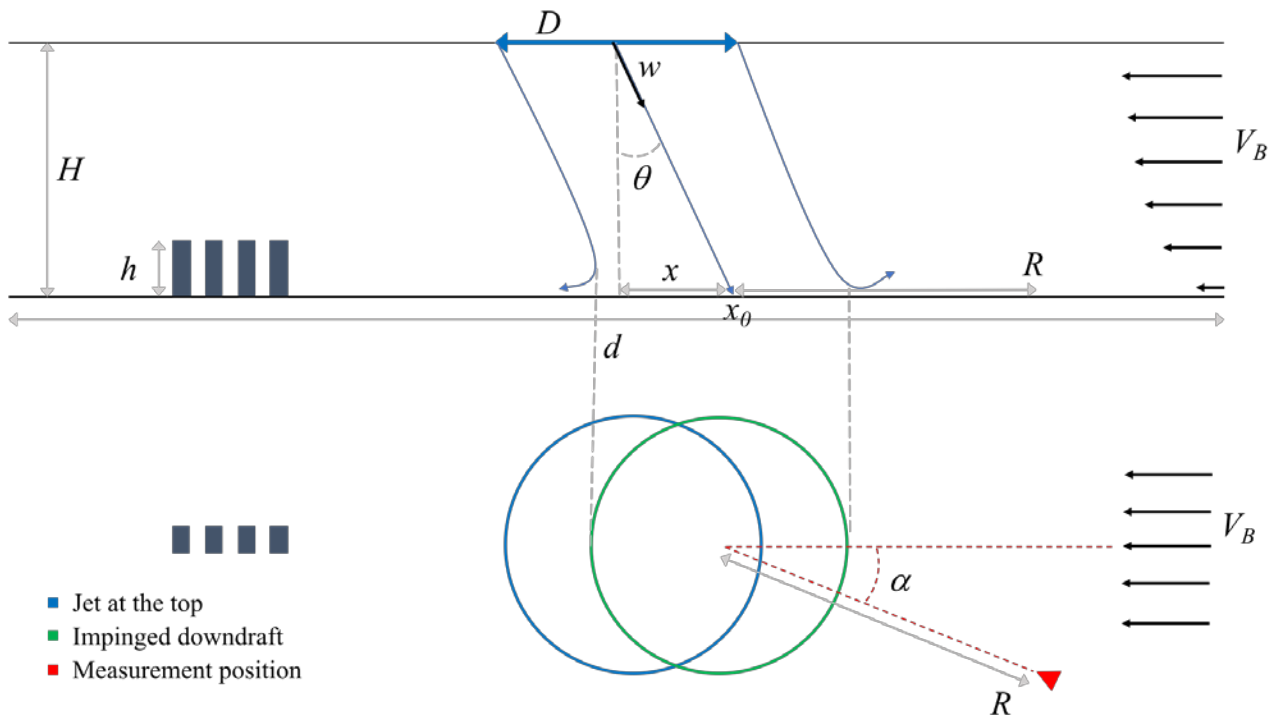
Nell'ambito del progetto "Detection, simulation, modelling and loading of thunderstorm outflows to design wind-safer and cost-efficient structures" THUNDERR, è indetta una gara pubblica finalizzata all'esecuzione di prove sperimentali in galleria del vento per lo studio a grande scala dei flussi radiali al suolo prodotti da downburst con e senza vento sinottico di background (cioè in presenza o meno di strato limite atmosferico sviluppato).

Il presente documento adotta le seguenti notazioni per descrivere il downburst outflow:

θ	Inclinazione del downdraft rispetto alla verticale
w	Intensità del downdraft (velocità lungo l'asse del jet misurata nel centro del downdraft)
x_0	Posizione in cui il centro del downdraft tocca terra
D	Diametro del downdraft
d	Diametro della camera di prova
H	Altezza della camera di prova
h	Altezza media degli elementi di rugosità del terreno
R	Distanza radiale da x_0
Z	Altezza al di sopra del terreno
Δt_l	Tempo di apertura della bocca da cui si genera il downdraft
Δt_s	Tempo di campionamento
V_B	Vento di background dello strato limite sviluppato
α	Direzione rispetto alla misura del vento
N_r	Numero di repliche dei test

N_x	Numero delle variazioni del parametro x (dove x sia uno qualunque dei parametri definiti sopra)
-------	---

L'immagine seguente mostra uno schema della galleria del vento (sezione verticale e orizzontale) con la spiegazione dei parametri riportati nella tabella sopra. La posizione degli elementi di rugosità è soltanto indicativa.



2.1. Requisiti minimi di misurazione e caratteristiche della galleria del vento

Requisiti minimi della galleria del vento:

θ	Valore continuo tra 0 to 90 gradi
w	Non inferiore a 10 m/s
D	Non inferiore a 2 m
d	Non inferiore a 20 m
H/D	Non inferiore a 1
h	Altezza variabile degli elementi di rugosità
Δt_l	Apertura e chiusura automatizzata della bocca da cui si genera il downdraft
V_B	Strato limite completamente sviluppato alla stessa scala geometrica del downburst.

La galleria del vento dovrà essere in grado di generare simultaneamente sia il downburst sia il vento di background dello strato limite sviluppato.

La galleria del vento dovrà avere una ampia varietà di strumenti per poter eseguire sia misurazioni di vento e di pressione ad alta risoluzione spaziale e temporale sia visualizzazioni del flusso d'aria a grande scala. Nel seguito sono elencati i requisiti minimi della strumentazione necessaria:

- Almeno 10 multi-hole pressure probes ad alta frequenza (fino a 10 kHz) per misure tridimensionali del flusso d'aria

- Sistemi di tracciamento e visualizzazione del flusso (large-volume particle tracking e particle image velocimetry) per la caratterizzazione qualitativa e quantitativa del campo di vento
- Sistemi di scansione della pressione per la misura delle pressioni superficiali
- Capacità di eseguire contemporaneamente misure attraverso sistemi PIV, scanner di pressione, e altre misure del flusso d'aria

Il flusso associato ai downburst sarà misurato con almeno 7 multi-hole probes contemporaneamente. Il flusso associato al vento di background dello strato limite sviluppato sarà misurato con almeno 3 multi-hole probes contemporaneamente.

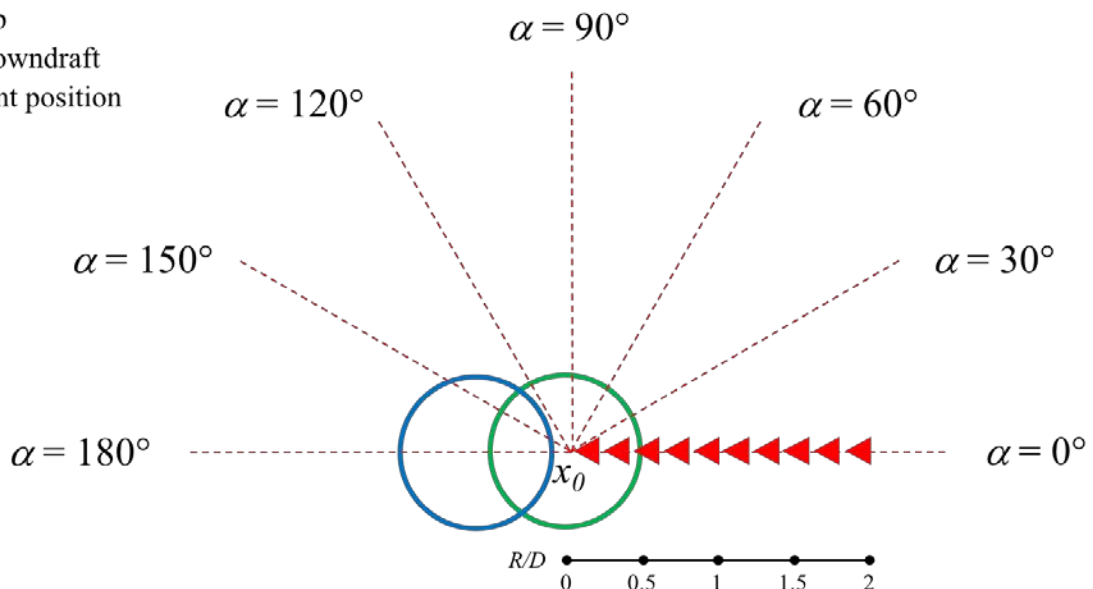
2.2. Descrizione dei test

2.2.1. Test 1 – Downburst ad asse inclinato

I downburst ad asse inclinato verranno simulati mediante la seguente configurazione dei parametri del flusso:

- 1 valore di inclinazione dell'asse del downdraft, $\theta = 30^\circ$
- 1 velocità del downdraft, w
- 1 altezza della camera di prova, H
- Nessun element di rugosità
- Nessun flusso di background, $V_B = 0$
- Il numero di direzioni di misura dovrà essere pari a 7 ($\alpha = 0^\circ, 30^\circ, 60^\circ, 90^\circ, 120^\circ, 150^\circ, 180^\circ$) come indicato nella figura riportata sotto
- 1 valore del diametro del downdraft, definito in base al valore minimo di H/D riportato sopra (si veda la tabella nella Sezione 2.1)
- Il numero di posizioni di misura in direzione radiale dovrà essere almeno pari a 10 (i valori di R/D riportati nella figura sotto sono puramente indicativi)
- Il numero di repliche per ogni posizione di misura dovrà essere pari almeno a 10

- Jet at the top
- Impinged downdraft
- Measurement position



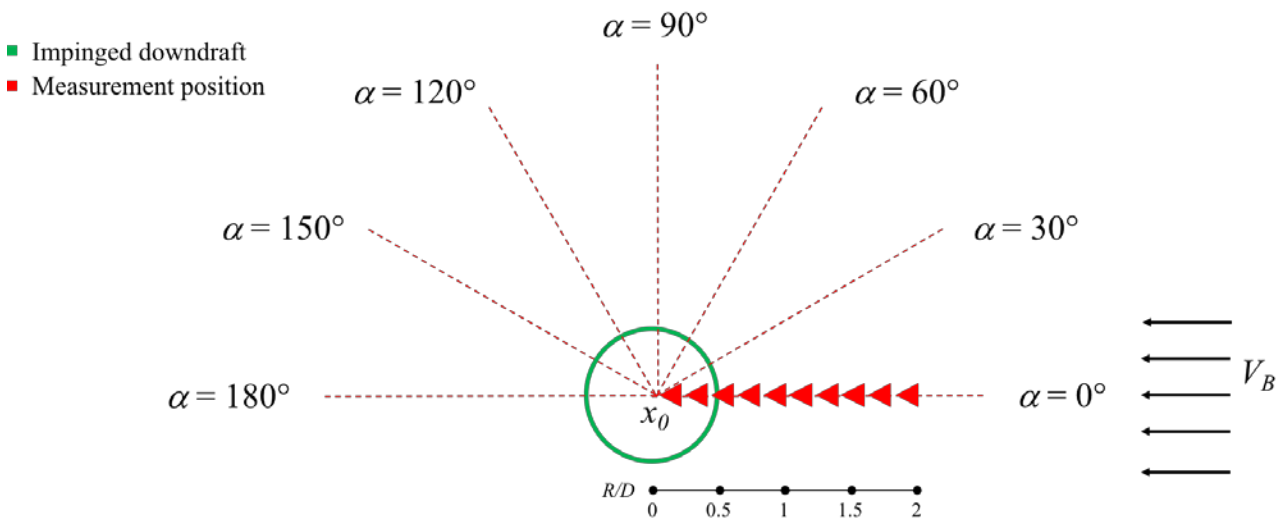
2.2.2. Test 2 – Downburst ad asse verticale con flusso di background

I downburst ad asse verticale con flusso di background verranno simulati mediante la seguente configurazione dei parametri del flusso:

- Nessuna inclinazione dell'asse del downdraft, $\theta = 0^\circ$
- 1 velocità del downdraft, w

- 1 altezza della camera di prova, H
- Nessun elemento di rugosità
- 2 velocità del flusso di background dello strato limite sviluppato, V_B
- Il numero di direzioni di misura dovrà essere pari a 7 ($\alpha = 0^\circ, 30^\circ, 60^\circ, 90^\circ, 120^\circ, 150^\circ, 180^\circ$) come indicato nella figura riportata sotto
- 1 valore del diametro del downdraft, definite in base al valore minimo di H/D riportato sopra (si veda la tabella nella Sezione 2.1)
- Il numero di posizioni di misura in direzione radiale dovrà essere almeno pari a 10 (i valori di R/D riportati nella figura sotto sono puramente indicativi)
- Il numero di repliche per ogni posizione di misura dovrà essere pari almeno a 10

Le misure del flusso radiale del downburst e del flusso di background dovranno essere prese simultaneamente. I multi-hole probes utilizzati per misurare il downburst outflow dovranno sempre (indipendentemente da θ e R/D) essere rivolti verso il centro del downdraft, mentre i probes utilizzati per misurare lo strato limite dovranno sempre essere rivolti verso la direzione di provenienza del flusso di background.



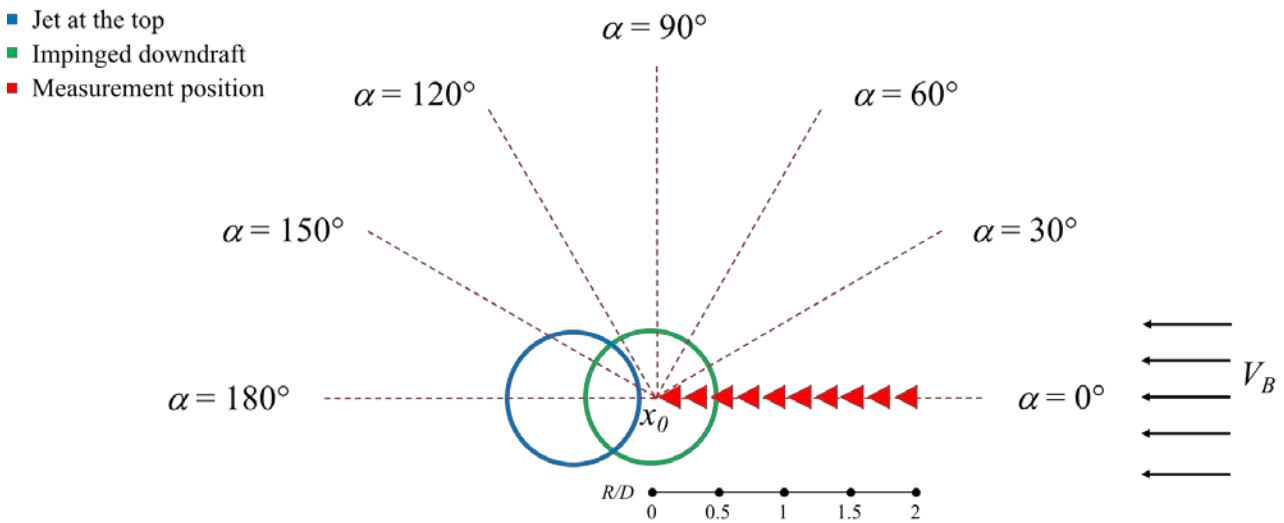
2.2.3. Test 3 – Downburst ad asse inclinato con flusso di background

I downburst ad asse inclinato con flusso di background verranno simulati mediante la seguente configurazione dei parametri del flusso:

- 1 valore di inclinazione dell'asse del downdraft, $\theta = 30^\circ$
- 1 velocità del downdraft, w
- 1 altezza della camera di prova, H
- Nessun elemento di rugosità
- 1 velocità del flusso di background dello strato limite sviluppato, V_B
- Il numero di direzioni di misura dovrà essere pari a 7 ($\alpha = 0^\circ, 30^\circ, 60^\circ, 90^\circ, 120^\circ, 150^\circ, 180^\circ$) come indicato nella figura riportata sotto
- 1 valore del diametro del downdraft, definito in base al valore minimo di H/D riportato sopra (si veda la tabella nella Sezione 2.1)
- Il numero di posizioni di misura in direzione radiale dovrà essere almeno pari a 10 (i valori di R/D riportati nella figura sotto sono puramente indicativi)
- Il numero di repliche per ogni posizione di misura dovrà essere pari almeno a 10

Le misure del flusso radiale del downburst e del flusso di background dovranno essere prese simultaneamente. I multi-hole probes utilizzati per misurare il downburst outflow dovranno sempre

(indipendentemente da θ e R/D) essere rivolti verso il centro del downdraft, mentre i probes utilizzati per misurare lo strato limite dovranno sempre essere rivolti verso la direzione di provenienza del flusso di background.

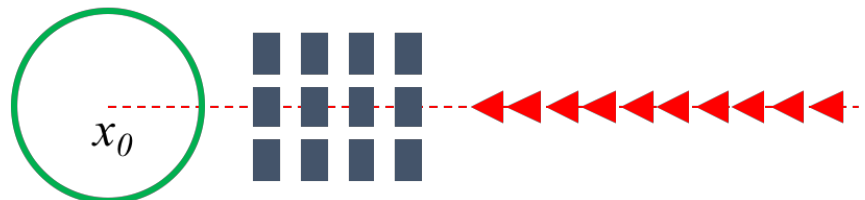


2.2.4. Test 4 – Effetto della rugosità sui flussi radiali dei downburst

I test con gli elementi di rugosità verranno realizzati mediante la seguente configurazione dei parametri del flusso:

- Nessuna inclinazione dell'asse del downdraft, $\theta = 0^\circ$
- 2 velocità del downdraft, w
- 1 altezza della camera di prova, H
- 2 valori dell'altezza degli elementi di rugosità, h
- Nessun flusso di background, $V_B = 0$
- Il numero di direzioni di misura sarà pari a 1
- 1 valore del diametro del downdraft, definito in base al valore minimo di H/D riportato sopra (si veda la tabella nella Sezione 2.1)
- Il valore del diametro del downdraft sarà lo stesso utilizzato nei test precedenti
- Il numero di posizioni di misura in direzione radiale dovrà essere almeno pari a 10 (i valori di R/D riportati nella figura sotto sono puramente indicativi)
- Il numero di repliche per ogni posizione di misura dovrà essere pari almeno a 10

- Impinged downdraft
 ■ Measurement position



2.3.5. Riepilogo dei test

La seguente tabella riassume il numero di misurazioni per ciascuno dei quattro test precedentemente descritti

	N_θ	N_w	N_h	N_α	N_D	N_{V_B}	N_r	$N_{R/D}$	N_{Tot}
--	------------	-------	-------	------------	-------	-----------	-------	-----------	-----------

Test 1	1	1	-	7	1	-	10	10	700
Test 2	1	1	-	7	1	2	10	10	1400
Test 3	1	1	-	7	1	1	10	10	700
Test 4	1	2	2	1	1	-	10	10	400

3. Note aggiuntive

Tutte le variabili (e.g. w , R/D , Δt_l , h , V_B) non espressamente specificate nella Sezione 3.2 saranno concordate tra le Parti in funzione delle caratteristiche tecniche della galleria del vento.

4. Fornitura dei risultati

Il Contraente dovrà fornire, al termine delle attività, un rapporto tecnico che descriva in dettaglio le prove sperimentali eseguite, i dati e le istruzioni di lettura del formato dei dati.