

RAPPORTO DI PROVA

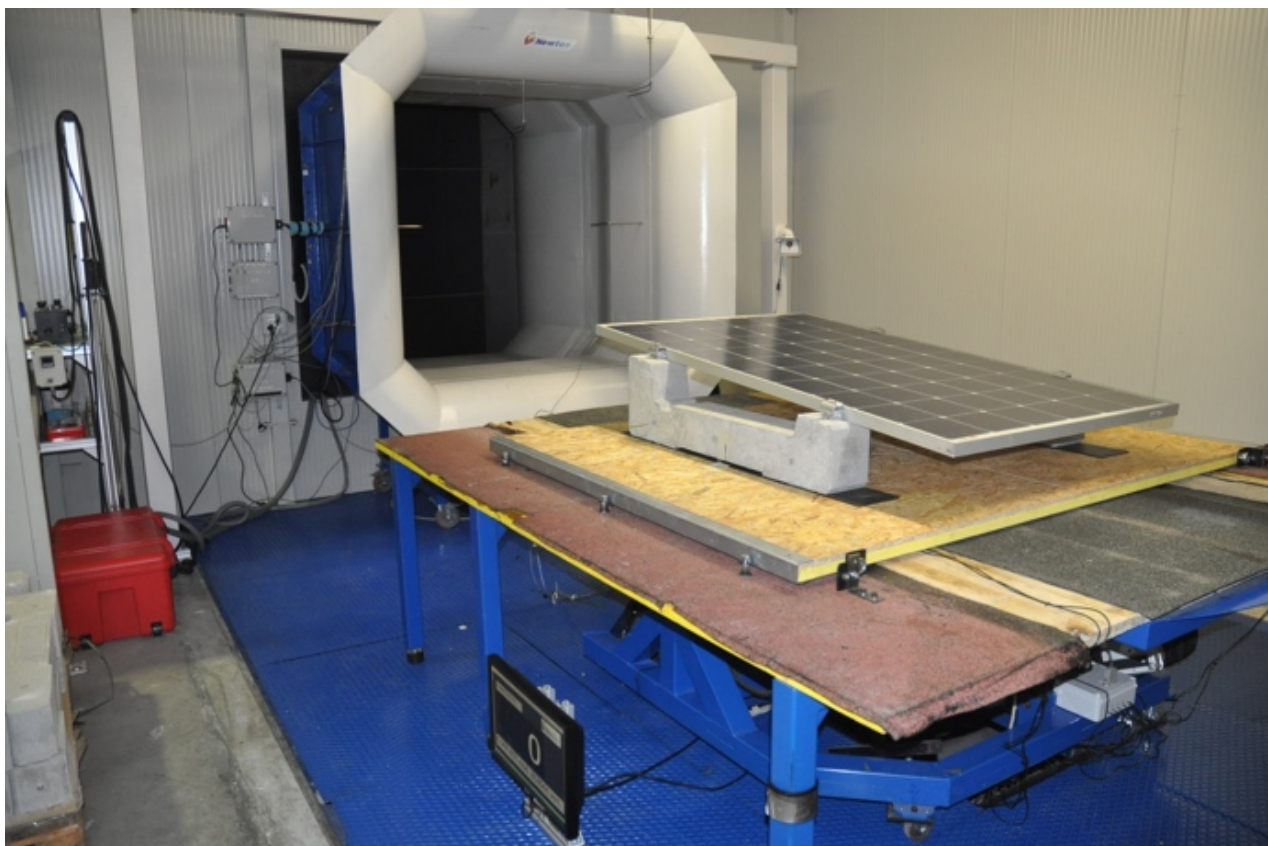
Codice Prodotto: **ZC0544**

Orientamento modulo: **Verticale**

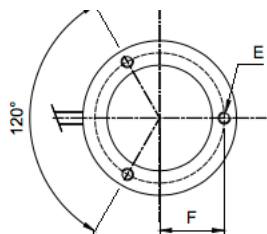
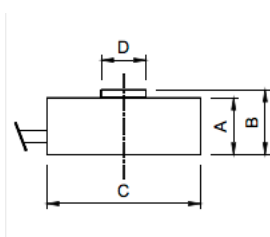
Installazione in galleria del vento

Moduli fotovoltaici singoli

I campioni sono stati posizionati su un piano rigido in legno; tra base dell'elemento in calcestruzzo e piano è stata interposta una striscia di guaina bituminosa.



Il pannello di legno (dimensioni 200cmX200cm) è supportato da n. 4 celle di carico LAUMAS CK500 con fondo scala 500 kg aventi errore massimo combinato inferiore allo 0,5%



	kg 200	kg 500
A	8	
B	10	
C	Ø 32	
D	Ø 8.1	
E	M3	
F	13 ± 0.2	



Il pannello di legno è libero lungo il movimento orizzontale: il vincolo viene realizzato mediante un cuscinetto a sfere che limita esclusivamente l'eventuale movimento trasversale al vento.

Lo spostamento orizzontale viene impedito con un vincolo alla estremità. Il vincolo è realizzato con un altro cuscinetto con sfera che consente il movimento verticale.

Metodo di prova

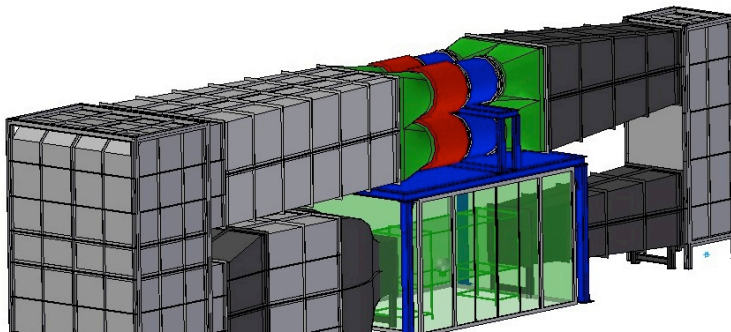
Scopo

Le prove sono state condotte nella galleria del vento del laboratorio Newton con lo scopo di esporre il sistema Contact costituito da supporti e pannello fotovoltaico ad un flusso di aria normalizzata.

La prova è volta allo studio di eventuali rotture, scivolamenti, sollevamenti e ribaltamenti conseguenti alla azione del vento.

Nel contempo vengono misurate le forze scaricate a terra allo scopo di dedurre matematicamente la velocità teorica di ribaltamento.

Ai fini di una corretta valutazione del comportamento effettivo è necessario considerare il possibile scivolamento dei supporti in relazione al coefficiente di attrito della superficie di appoggio.



Galleria del vento e strumentazione

La galleria del vento utilizzata è di tipo Gottingen a ciclo chiuso utilizzata in configurazione di camera di prova aperta. Si è scelto un convergente con sezione finale 1,5mX1,5m.

L'uniformità della velocità nella sezione finale del convergente viene verificata in modo continuo nel convergente mediante n. 4 tubi di pitot installati in accordo alla ISO5801: la variazione della velocità lungo la sezione di uscita è inferiore allo 0,5%. La velocità viene misurata anche immediatamente a monte del campione.

Il piano di sostegno dei campioni poggia su n. 4 celle di carico che misurano la forza verticale trasmessa.

Tutte le acquisizioni sono sincronizzate e continue per la durata della fase di prova con intervallo di campionamento di 0,5s.

Il fattore di turbolenza calcolato per la galleria del vento di Newton con sfera da 5,5" vale 1,02 ovvero flusso d'aria con valori di turbolenza sotto 0,2%.

Alla base del campione viene prevista l'installazione di un monitor che riporta la velocità del flusso.

Le prove sono state registrate mediante due telecamere fisse (laterale e zenitale) e con delle telecamere portatili.

Analisi dei risultati delle prove

Condizioni ambientali di prova 8-7-2019

- Temperatura: 25°C, umidità relativa: 53%
- Densità dell'aria: 1,15 kg/m³

Riepilogo dei risultati di prova

Misura della velocità di inizio sollevamento o di slittamento

Interpretazione dei risultati

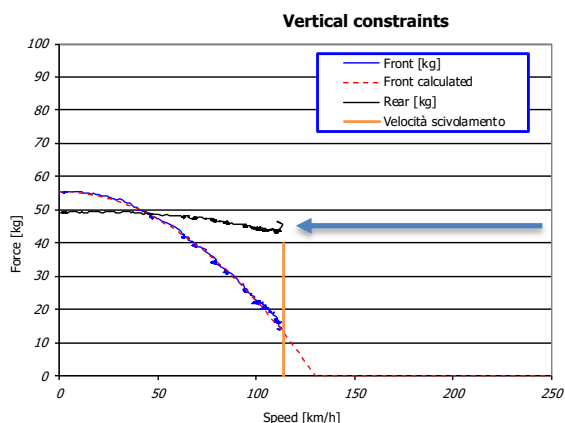
L'effetto del vento è di produrre una pressione dinamica proporzionale al quadrato della velocità; in molti casi riportati nella relazione, l'azione del vento induce un alleggerimento della struttura che può risultare in un potenziale ribaltamento.

Tale accadimento viene spesso anticipato dallo scivolamento orizzontale del sistema sulla guaina bituminosa

L'andamento della azione del vento è proporzionale al quadrato della velocità secondo la relazione che lega

pressione dinamica e densità dell'aria: $p_d = \rho \frac{v^2}{2}$.

La azione di scivolamento viene giudicata visivamente traguardando un riferimento posto sulla zavorra e/o nella rielaborazione dei dati verificando il trasferimento di carico tra le celle di carico:



Nella rielaborazione dei risultati interpolando i valori di forza misurati è possibile andare a dedurre teoricamente quale possa essere la velocità di potenziale inizio sollevamento, ovvero la velocità alla quale la forza scaricata sul piano di appoggio frontale della zavorra scende a zero.

Notification of results: Contact mod. ZC0544 - Verticale senza carter

Date	08/07/19
Test session	7224
Test code	7224@1.
Test sample	
Model	ZC0544 - Verticale
Carter	NO

Temperature [°C]	25
Density [kg/mc]	1,15
UR%	53

Wind tunnel test section	1,5m X 1,5m
Test max speed [km/h]	114

Results

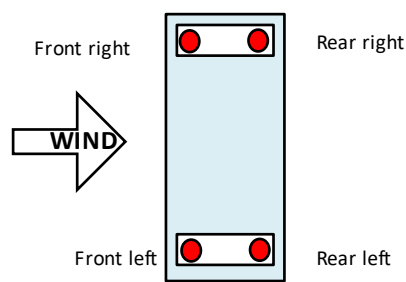
NOTA: ai fini di una corretta valutazione del comportamento effettivo è necessario considerare il possibile scivolamento dei supporti in relazione al coefficiente di attrito della superficie di appoggio.

NOTE: to estimate the actual performance it is necessary to take into account the possible slipping of the supports which is related to the friction coefficient of the base.

Speed [km/h]	Front [kg]	Rear [kg]	Total weight [kg] *
0	61	45	106
3	61	45	106
46	54	47	101
60	49	46	95
81	36	47	83
102	21	48	68
109	13	48	61
114	8	48	56

Speed [km/h]	kfront [kg/(km/h)2]	Krear [kg/(km/h)2]
3	0,0107	-0,0048
46	0,0031	-0,0006
60	0,0035	-0,0003
81	0,0037	-0,0002
102	0,0039	-0,0002
109	0,0040	-0,0002
114	0,0041	-0,0002
Average K =(Fr0-F)/v2 [kg/(km/h)2]	0,0039	
Calculated Speed@F=0 [km/h]	125	

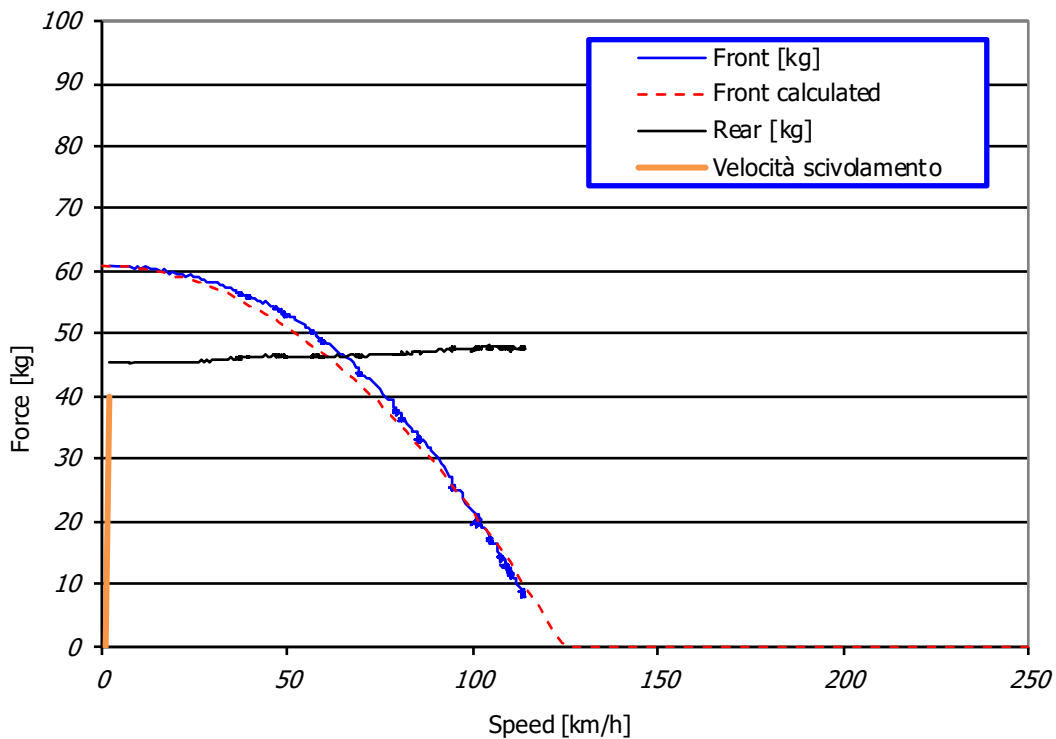
* total weight: concrete supports+photovoltaic panel+ carter (if mounted)



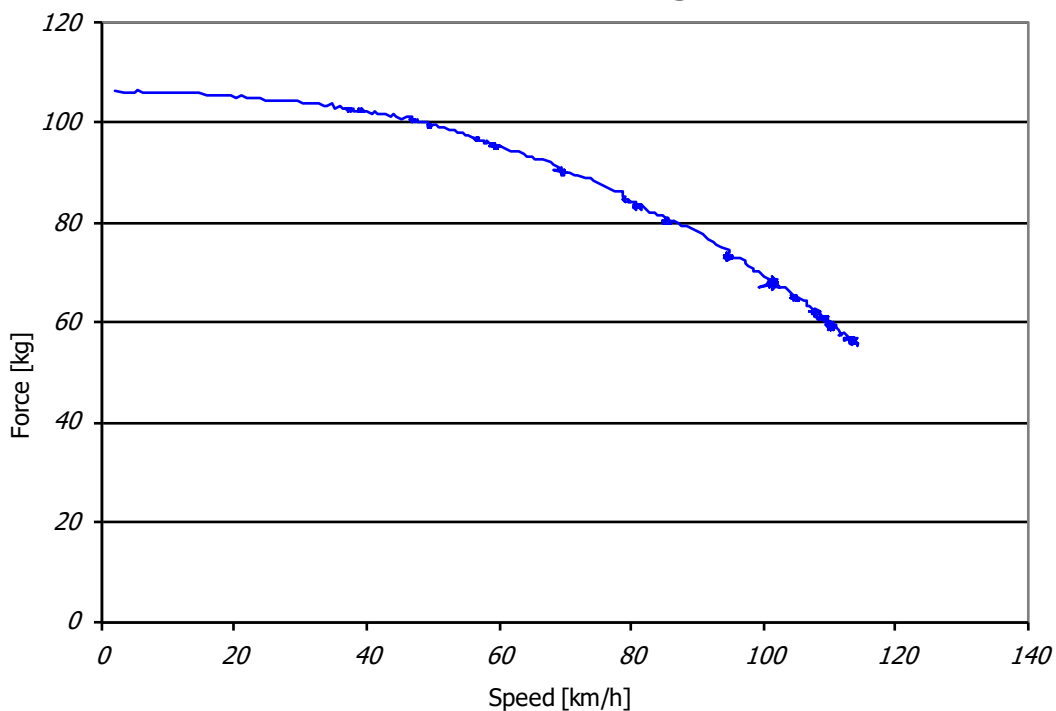
Velocità alla quale avviene lo scivolamento
Speed for the slipping [km/h]

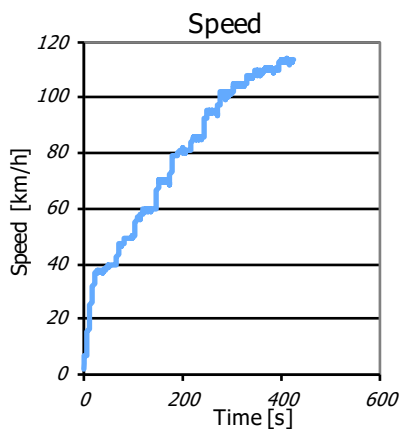
> 114

Vertical constraints



Total weight





Observation time

Av. Speed [km/h]	T START [s]	T END [s]
2,7	0	1
46,3	71	71
59,7	141	142
80,8	212	213
101,8	283	283
109,2	353	354
113,7	424	425

Speed MIN [km/h]	Speed MAX [km/h]	Time@speed [s]
2,0	3,5	1
46,0	46,5	1
59,5	59,8	1
80,8	80,9	1
101,6	101,9	1
109,1	109,2	1
113,5	113,9	1

Statistics

Speed [km/h]	Front [kg]	Front [kg]min	Front [kg]max
3	61	61	61
46	54	54	54
60	49	48	49
81	36	36	37
102	21	21	21
109	13	13	13
114	8	8	9

Front Right [kg]	Front Right [kg]min	Front Right [kg]max
27	27	27
24	23	24
21	21	21
15	15	15
7	7	7
3	3	3
0	0	0

Front Left [kg]	Front Left [kg]min	Front Left [kg]max
34	34	34
31	31	31
28	28	28
22	22	22
14	14	14
10	10	10
8	8	8

Speed [km/h]	Rear [kg]	Rear [kg]min	Rear [kg]max
3	45	45	45
46	47	47	47
60	46	46	46
81	47	47	47
102	48	48	48
109	48	48	48
114	48	48	48

Rear right [kg]	Rear right [kg]min	Rear right [kg]max
21	21	21
21	21	21
22	22	22
23	23	23
23	23	23
23	23	23
23	23	23
23	23	23

Rear left [kg]	Rear left [kg]min	Rear left [kg]max
25	25	25
25	25	25
25	25	25
24	24	24
25	25	25
25	25	25
25	25	25
25	25	25

Notification of results: Contact mod. ZC0544 Verticale con carter

Date	08/07/19
Test session	7224
Test code	7224@2.
Test sample	
Model	ZC0544 Verticale
Carter	SI

Temperature [°C]	26
Density [kg/mc]	1,15
UR%	53

Wind tunnel test section	1,5m X 1,5m
Test max speed [km/h]	102

Results

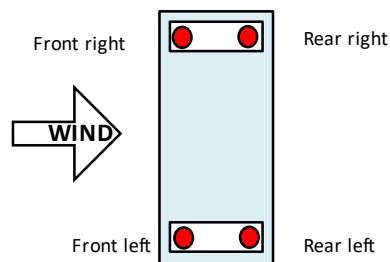
NOTA: ai fini di una corretta valutazione del comportamento effettivo è necessario considerare il possibile scivolamento dei supporti in relazione al coefficiente di attrito della superficie di appoggio.

NOTE: to estimate the actual performance it is necessary to take into account the possible slipping of the supports which is related to the friction coefficient of the base.

Speed [km/h]	Front [kg]	Rear [kg]	Total weight [kg] *
0	63	45	108
3	63	45	108
57	46	46	91
67	40	46	86
79	31	46	77
89	23	46	68
98	14	45	59
100	11	45	55

Speed [km/h]	kfront [kg/(km/h)2]	Krear [kg/(km/h)2]
3	0,0088	-0,0038
57	0,0052	-0,0003
67	0,0052	-0,0003
79	0,0051	-0,0001
89	0,0050	-0,0001
98	0,0051	0,0000
100	0,0052	0,0000
Average K =(Fr0-F)/v2 [kg/(km/h)2]	0,0051	
Calculated Speed@F=0 [km/h]	111	

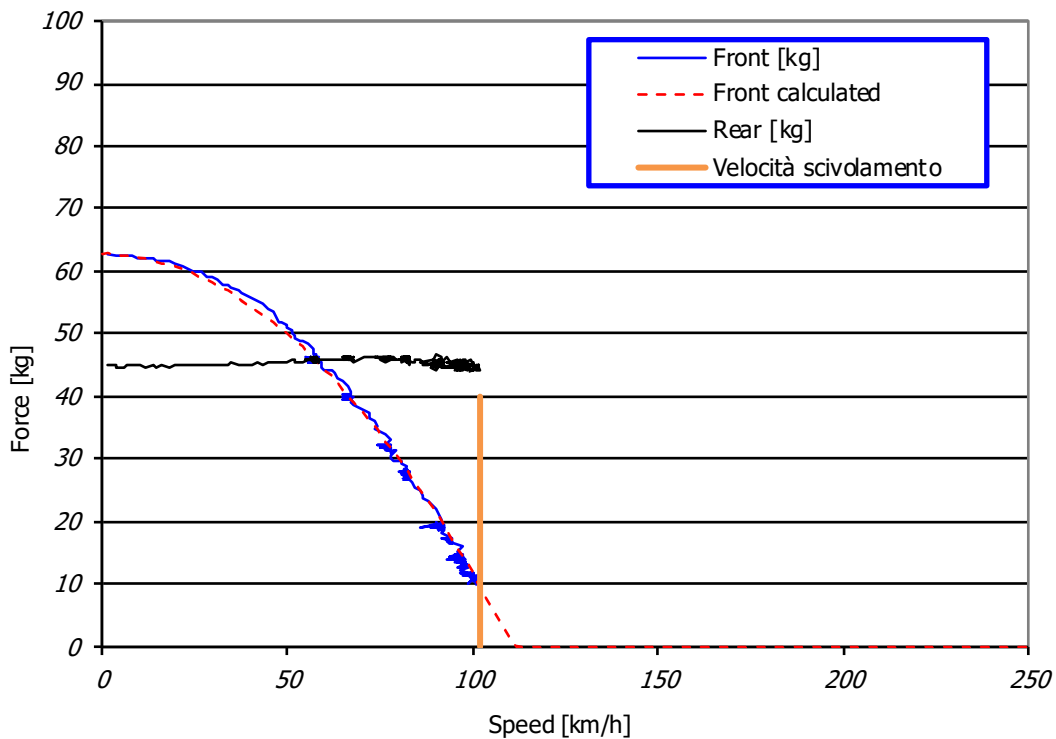
* total weight: concrete supports+photovoltaic panel+ carter (if mounted)



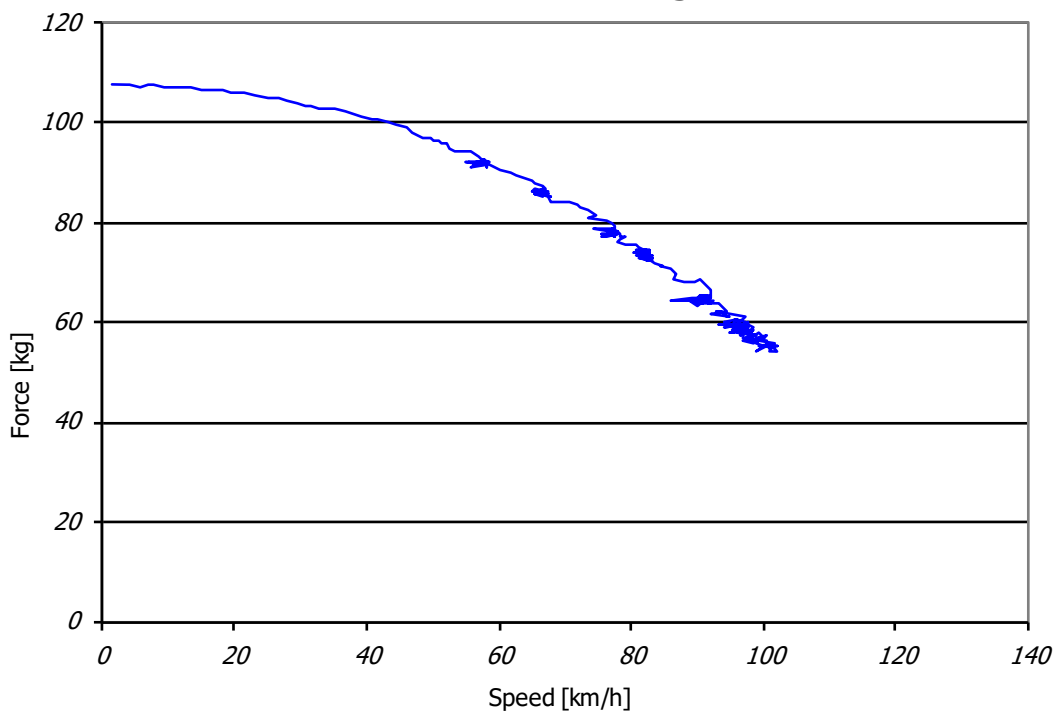
Velocità alla quale avviene lo scivolamento
Speed for the slipping [km/h]

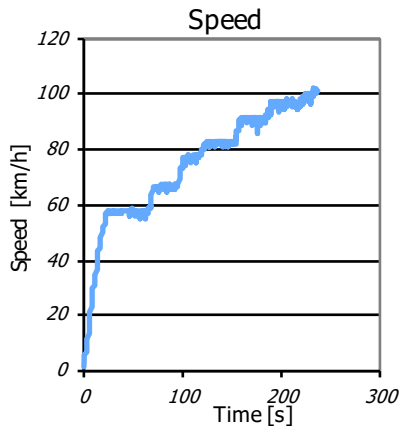
102

Vertical constraints



Total weight





Observation time

Av. Speed [km/h]	T START [s]	T END [s]	Speed MIN [km/h]	Speed MAX [km/h]	Time@speed [s]
2,6	0	1	1,5	3,8	1
57,5	39	40	57,4	57,5	1
66,6	79	79	66,5	66,7	1
78,7	118	119	78,5	79,0	1
89,4	157	158	89,4	89,4	1
97,7	197	197	97,7	97,8	1
100,5	236	237	100,2	100,7	1

Statistics

Speed [km/h]	Front [kg]	Front [kg]min	Front [kg]max
3	63	63	63
57	46	46	46
67	40	40	40
79	31	31	31
89	23	22	23
98	14	14	14
100	11	10	11

Front Right [kg]	Front Right [kg]min	Front Right [kg]max
29	29	29
20	20	20
17	17	17
12	12	12
7	7	7
3	3	3
1	1	1

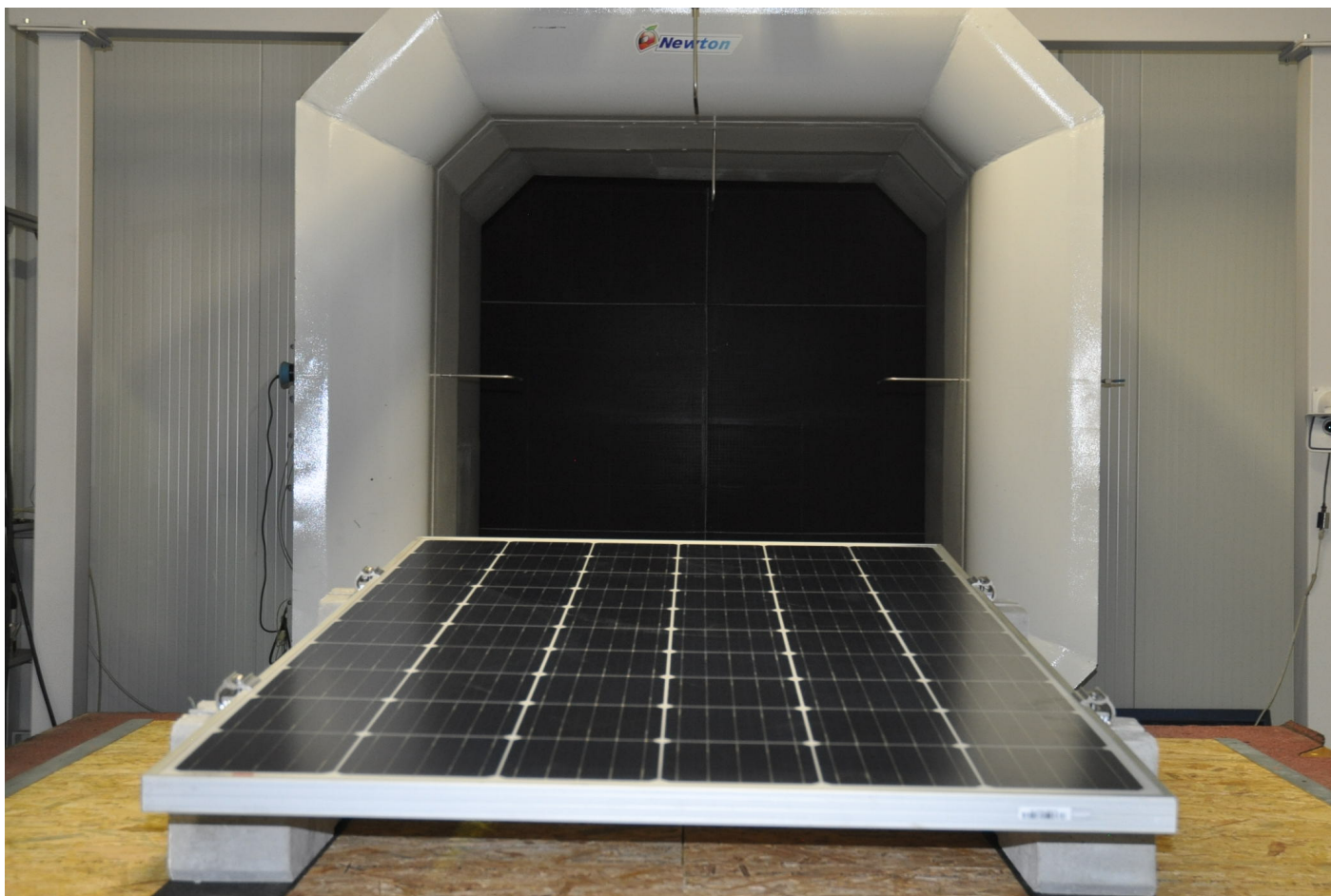
Front Left [kg]	Front Left [kg]min	Front Left [kg]max
34	33	34
25	25	25
23	23	23
19	19	19
15	15	16
11	11	11
9	9	10

Speed [km/h]	Rear [kg]	Rear [kg]min	Rear [kg]max
3	45	45	45
57	46	46	46
67	46	46	46
79	46	46	46
89	46	46	46
98	45	45	45
100	45	45	45

Rear right [kg]	Rear right [kg]min	Rear right [kg]max
22	22	22
22	22	22
23	23	23
22	22	22
23	23	23
22	22	22
21	21	21

Rear left [kg]	Rear left [kg]min	Rear left [kg]max
23	23	23
23	23	23
24	24	24
24	23	24
23	23	23
23	23	24
23	23	23

ZC0544 - modulo verticale senza carter



ZC0544 - modulo verticale con carter

