

**INDAGINI DINAMICHE SULLA
ATTRAZIONE
PUSH & SWING
PARIGI**

PROVA n. 341/AA

26 maggio 2006

Committente: **xxxxxxxxxxxxxxxxxx**

Relatori: **ing. Settimo Martinello
ing. Roberto Bruson**



Attrazione "Push & Swing"



INDICE

1. PREMESSA.....	3
2. DESCRIZIONE DELLA STRUMENTAZIONE.....	4
3. ANALISI DEI VALORI SPERIMENTALI.....	7
4. CONSIDERAZIONI TECNICHE FINALI.....	13



1. PREMESSA

Generalità

La 4 *EMME Service S.p.A.* è stata incaricata dalla Società *xxxxxxxxxxxxxx* di eseguire delle rilevazioni dinamiche sull'attrazione denominata *Push & Swing* installata presso un parco giochi a Parigi. Lo scopo delle indagini è di rilevare le componenti dinamiche spaziali prodotte sugli utenti della giostra.

Le rilevazioni e le elaborazioni sono state condotte sulla base della norma EN 13814.

L'indagine è stata eseguita il **26 maggio 2006** in assenza di vento e con temperatura iniziale di 17 °C e finale di 21°C.

Presenti alle indagini

All'esecuzione delle prove hanno assistito:

sig. xxxxxxxxx xxxxxx

e per la 4 *EMME Service Spa.*:

ing. Settimo Martinello,

ing. Roberto Bruson.

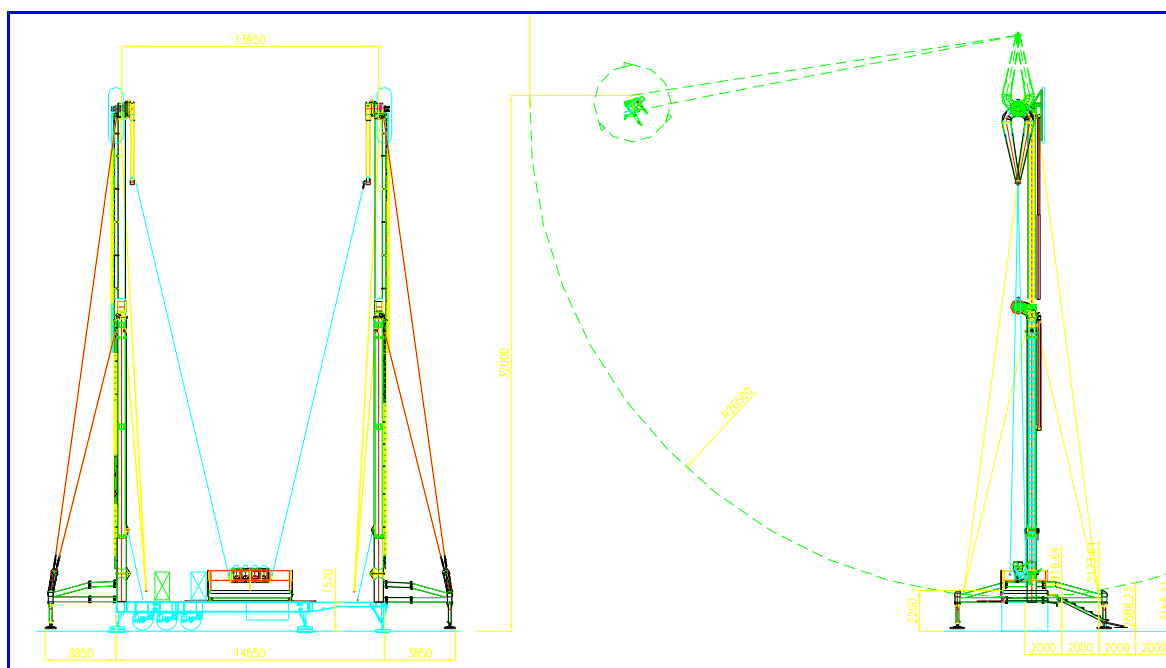
Caratteristiche dell'attrazione

L'attrazione è costituita da un dondolo sostenuto da cavi la cui navicella porta 4 posti seduti. Il meccanismo, oltre all'oscillazione pendolare, permette la rotazione su se stessa della navicella. Sono eseguite dalle 10 alle 12 oscillazioni complete con un periodo di poco superiore ai 10 secondi.

Durante il moto pendolare forzato si sviluppano autonomamente delle rotazioni complete della navicella sul proprio asse, sia in avanti "loop+" sia all'indietro loop-.

I loop- si producono dopo il passaggio dal *Punto Morto anteriore* "PAa" mentre il loop+ si sviluppano partendo dal *Punto Morto posteriore* "PMp".

Spesso i loop si riproducono due volte durante la stessa oscillazione.



Schema costruttivo



2. DESCRIZIONE DELLA STRUMENTAZIONE

Caratteristiche

La strumentazione impiegata per le rilevazioni è composta da:

- 1 androide strumentato del peso di 35 kg;
- 3 accelerometri capacitivi modello 141A SETRA;
- 1 unità di conversione analogico-digitale MCDR-M-128 a 16 bit;
- 1 computer Toshiba Satellite 1800;
- software d'acquisizione MCDR 128;
- software di elaborazione DasyLab for Windows.

Le caratteristiche dei sensori accelerometrici sono le seguenti:

- | | |
|---------------------------|------------|
| - uscita | 65 mV/g; |
| - campo | ± 8 g; |
| - risoluzione | 0,0001 g; |
| - sensibilità trasversale | 2 %; |
| - linearità | 1% . |



Androide strumentato



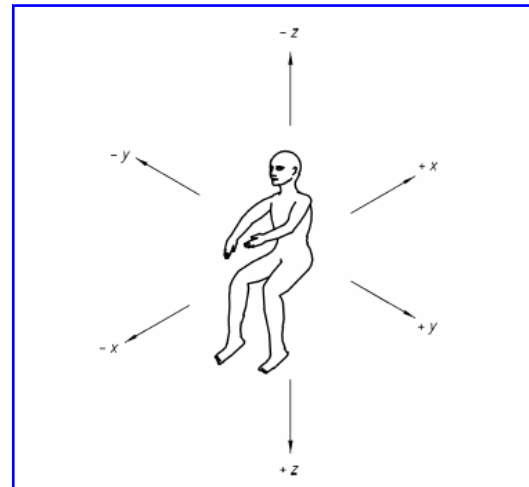
Calibrazione

I sensori sono stati calibrati il 20 maggio 2006 nel laboratorio della 4 Emme Service S.p.A. certificata ISO 9002 dal RINA col n. IT 23828.

La calibrazione si ottiene posizionando i sensori, montati su uno specifico supporto, in direzione orizzontale e successivamente in quella verticale prima in un verso e poi nell'altro.

La media dei due segnali elettrici di uscita è correlata col valore $9,81 \text{ m/s}^2$ determinandone il coefficiente di taratura che è risultato:

- $C_x = 14,477$;
- $C_y = 15,187$;
- $C_z = 14,848$.



Sistema di coordinate

Posizione e tipologia delle misure

L'androide è strumentato con i tre sensori accelerometrici fissati sullo sterno con direzione come indicato in figura.

I versi di misura dei sensori si riferiscono alla terna cartesiana indicata nelle norme.

Le rilevazioni sono state eseguite in varie condizioni di carico prevedendo configurazioni con 2 o 3 passeggeri (oltre all'androide).

Per ogni configurazione di carico l'androide è stato posto sul secondo sedile da sinistra. Sono stati eseguiti 15 test.

Precisione delle misure

Sulla base delle caratteristiche dei sensori e del sistema di taratura l'errore di misura dell'accelerazione è sempre inferiore a $\pm 0,02 \text{ g}$.

Modalità di acquisizione dei dati

Dopo aver installato l'androide strumentato, si è proceduto ad eseguire i test memorizzando i dati per 180 secondi dalla partenza attivata al superamento di una soglia prefissata. I valori sono stati acquisiti con uno scansionamento di 50 Hz.



Inizio di un loop+ (in avanti) partendo dal PMp



Loop- (all'indietro) partendo dal PMA



3. ANALISI DEI VALORI SPERIMENTALI

Elaborazioni dei dati

Nel grafico 1 si mostra l'andamento delle accelerazioni nelle tre direzioni dove in ascissa troviamo il tempo espresso in secondi ed in ordinata le accelerazioni espresse in g. Tutte le elaborazioni sono state effettuate sui dati memorizzati trattati con un passa basso tipo Butterworth.

Il grafico si riferisce ad un giro effettuato col solo androide.

Questa prima elaborazione, che si sviluppa senza loop, permette di valutare alcuni aspetti caratteristici necessari alla comprensione dei fenomeni accelerativi che si constateranno nelle condizioni di carico.

Innanzitutto si noti che le accelerazioni di partenza si riferiscono ad una posizione della terna con l'asse Z a 75° rispetto alla verticale e sono rispettivamente:

- $a_X = 0,25$ g;
- $a_Y = 0$ g;
- $a_Z = 0,95$ g.

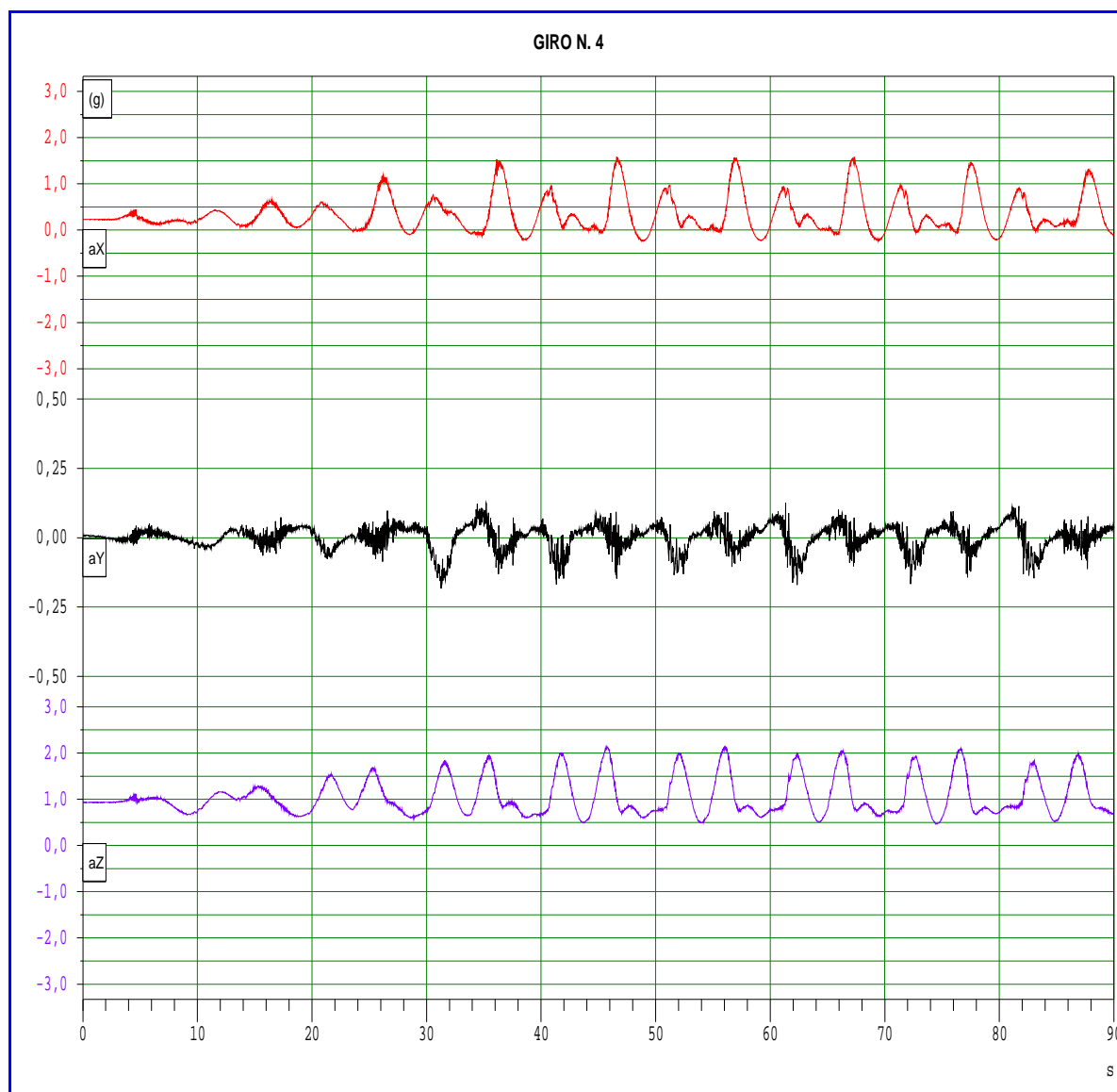


Grafico 1: andamento delle accelerazioni nel giro n. 4 avvenuto col solo androide



Nei due grafici a seguire si riportano le sole accelerazioni aX e aZ a confronto.

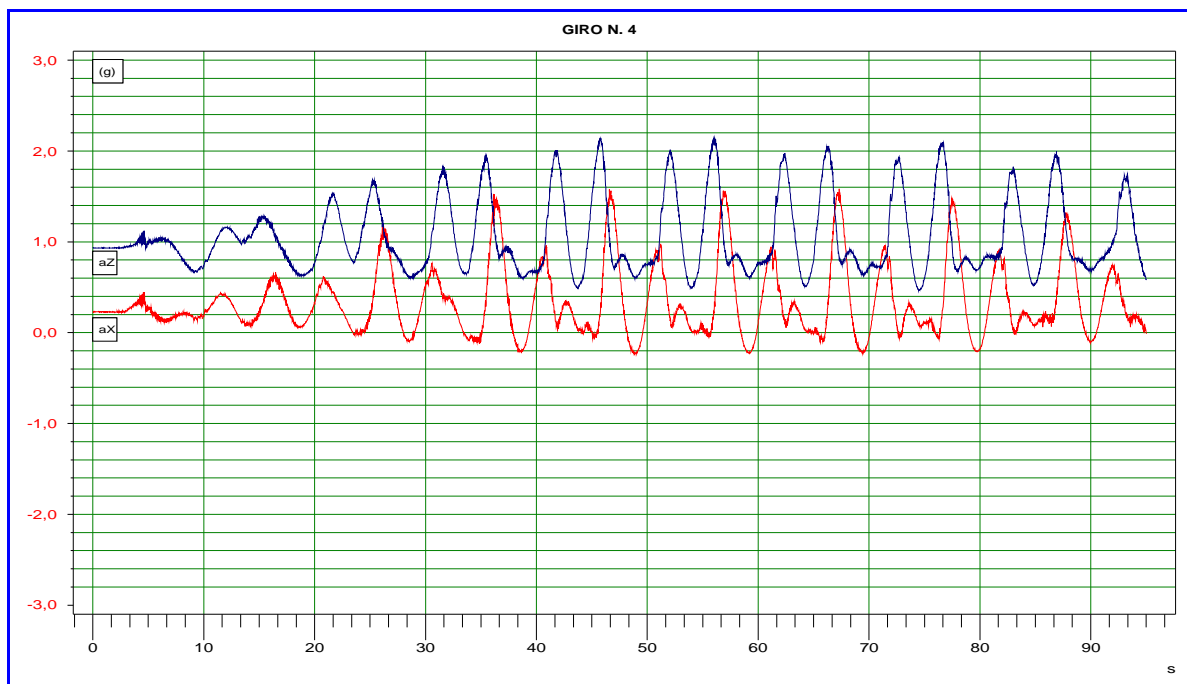


Grafico 2: giro n. 4 - solo androide – confronto aX con aZ

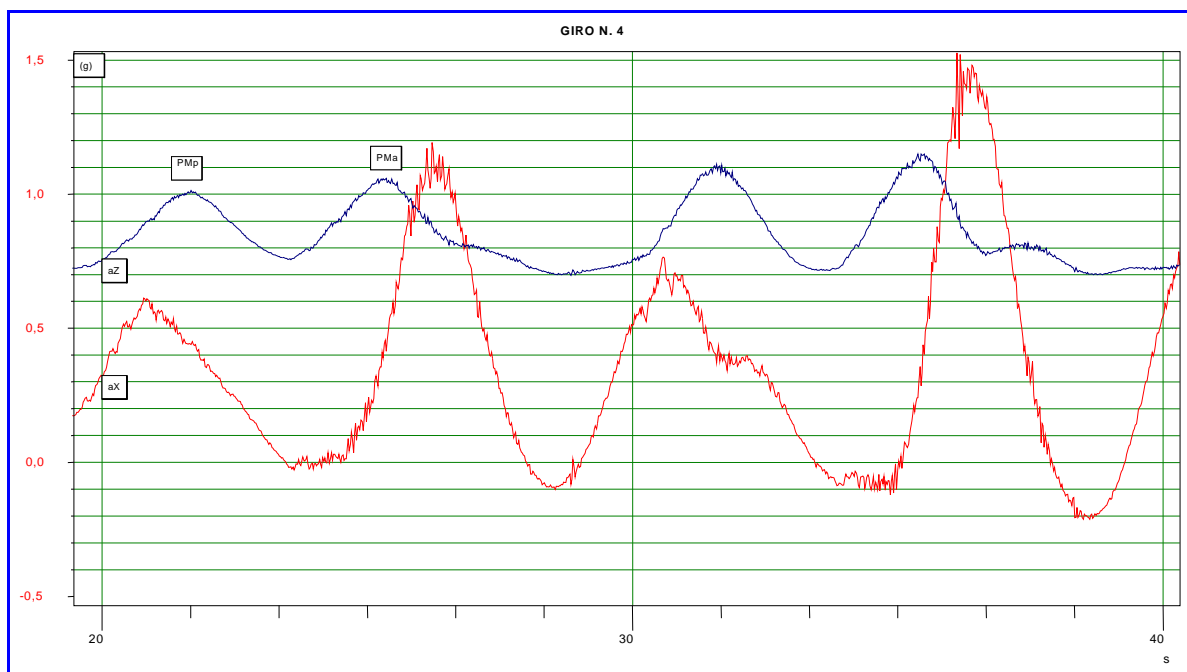


Grafico 3: giro n. 4 - solo aneroide – confronto aX con aZ

L'asse Z evidenzia l'effetto pendolare inquadrato all'interno di uno spazio temporale di 10 secondi. Nel terza oscillazione completa, tra i 20 e 30 s, si può osservare a 21,3 s il picco derivante dal *Punto Morto posteriore* PMP seguito dal PMA a 26,4 s. Il PMA ha un valore superiore al PMP ed il tempo per passare da PMP a PMA, passaggio in avanti, è leggermente minore al passaggio all'indietro.

L'accelerazione Z è sempre in campo positivo.



Nel grafico 4 si mostra l'andamento delle accelerazioni del test n. 11 a pieno carico.
In questo giro si riconoscono almeno 4 loop di cui due loop+ a 38 e 63 s e due loop- a 52 e 74 s.
Le accelerazioni xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx raggiungendo il picco negativo $a_Z = -xxx$ g a 77 secondi corrispondente al loop- avvenuto dopo il passaggio al PMA.

Grafico 4: andamento delle accelerazioni nel giro n. 11 avvenuto a pieno carico



Grafico 5: confronto delle accelerazioni nel giro n. 11 avvenuto a pieno carico

Grafico 6: confronto delle accelerazioni nel giro n. 11 avvenuto a pieno carico



Grafico 7: confronto delle accelerazioni nel giro n. 12 avvenuto a pieno carico

Nel grafico successivo si mostrano i limiti posti per le accelerazioni lungo l'asse Z dalle norme EN 13814.

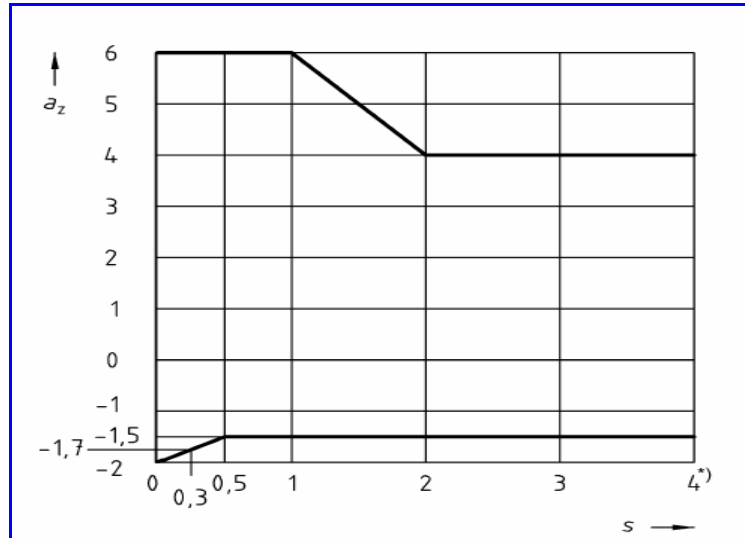


Grafico 8: limiti dell'accelerazione a_Z

Di seguito si riportano i grafici dei test che hanno evidenziato valori
XX

Grafico 9: picco dell'accelerazione a_Z nel giro n.2

Grafico 10: picco dell'accelerazione a_Z nel giro n.10

Grafico 11: picco dell'accelerazione a_Z nel giro n.11

Grafico 12: picco dell'accelerazione a_Z nel giro n.12

Grafico 13: picco dell'accelerazione a_Z nel giro n.13

Grafico 14: picco dell'accelerazione a_Z nel giro n.14



Nella tabella si riporta il valore massimo del picco di accelerazione lungo i tre assi assieme all'individuazione

XX.

VALORI MASSIMI DELLE ACCELERAZIONI

Test n.	Volata α [°]	CARICO passeggeri			aX [g]		AY [g]		AZ [g]			
			A	P								
1	73		A			2,15	-0,95	0,21	-0,22	2,06		
2	77		A	P		2,22	-2,73	0,40	-0,39	2,26		
3	84	P	A	P	P	1,83	-1,85	0,34	-0,15	2,52		
4	85		A			1,58	-0,21	0,10	-0,24	2,15		
5	/		A	P		1,67	-0,38	0,22	-0,16	2,47		
6	/		A	P		1,89	-1,31	0,28	-0,18	2,47		
7	/	P	A	P	P	1,41	-2,32	0,31	-0,30	2,66		
8	83	P	A	P	P	1,79	-1,66	0,21	-0,22	2,53		
9	/	P	A	P	P	2,20	-1,83	0,39	-0,40	2,39		
10	86	P	A	P	P	2,56	-2,75	0,40	-0,31	2,41		
11	/	P	A	P	P	2,52	-2,75	0,42	-0,30	2,57		
12	/	P	A	P	P	2,61	-2,70	0,70	-0,49	2,59		
13	/	P	A			2,68	-2,51	0,41	-0,60	2,23		
14	/		A	P	P	2,49	-2,69	0,49	-1,38	2,83		
15	/		A	P	P	2,29	-2,58	0,30	-0,31	2,63		

A = Androide; P = passeggero

Nel grafico a seguito è stata elaborata la velocità massima in direzione X duranre il giro n.4.

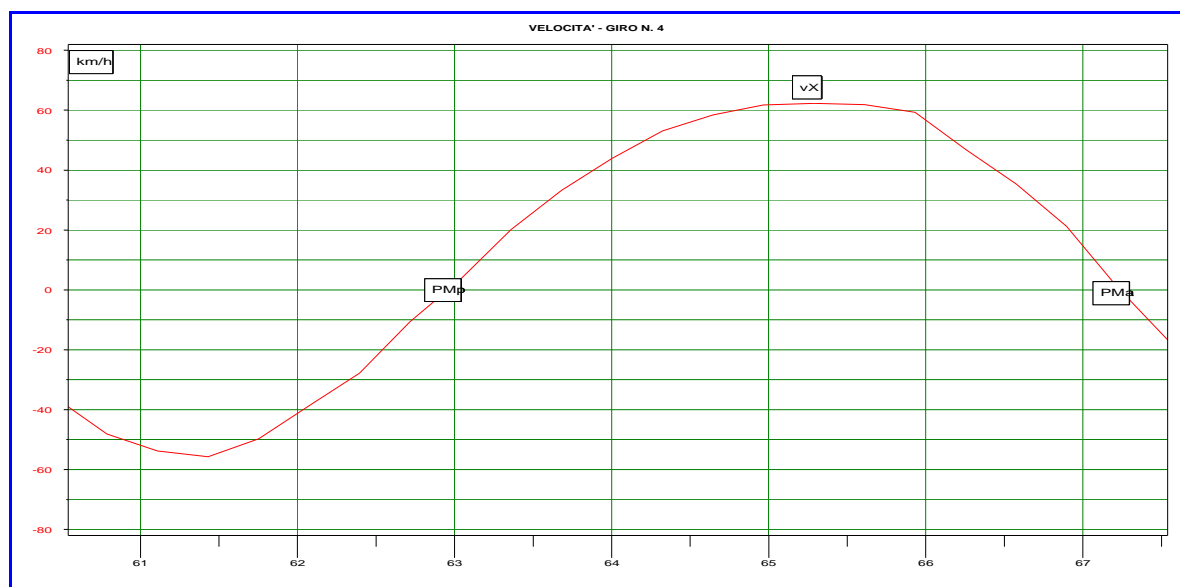


Grafico 16: velocità massima nel giro n.4



4. CONSIDERAZIONI TECNICHE FINALI

Le acquisizioni effettuate hanno evidenziato
XX
XX
XX
XX
XX

Il picco massimo si sviluppa
XX
XX
XX
XXXX

I loop che
XX
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX.

Bolzano, 6 giugno 2006

*4 EMME Service S.p.A.
Dott. ing. Settimo Martinello*

RELAZIONE REVISIONATA DA:
Dott. ing. Roberto Bruson