Un semplice metodo per determinare l' Idrodinamicità passiva durante lo scivolamento in acqua dei giocatori di pallanuoto (prima parte)

a cura di

Fabio De Siati

Osservando la squadra di pallanuoto di Civitavecchia serie A2 durante la loro preparazione fisica in acqua, era evidente notare come alcuni di loro si muovevano con più facilità rispetto ad altri e come questi riuscivano a mantenere una linea di galleggiamento più alta.

La cosa mi incuriosì molto e volendola in qualche modo quantificare mi tornarono in mente la lettura di alcune ricerche. Autori come Chatard JC, e Lavoie JM, nel loro lavoro sostengono che i nuotatori di alto livello hanno un Drag passivo ovvero la resistenza passiva che si oppone all'avanzamento in acqua nelle fasi di scivolamento, molto inferiore ai nuotatori di medio livello, questa facilitazione procura come conseguenza un notevole risparmio energetico nelle azioni di spostamento con un effetto positivo in tutta la prestazione.

Infatti così come indicato anche dal Prof. E. Di Prampero nel 1986, la velocità max nel nuoto è data dal rapporto tra la potenza metabolica prodotta dal nuotatore ed il suo costo energetico, per cui valutare anche la capacità di scivolamento attraverso un'analisi delle dissipazioni delle forze e potenze, secondo me è importante per stabilire una delle qualità dell'atleta. Come è noto le resistenze idrodinamiche che incontra il nuotatore nell'avanzamento sono di due tipi; il primo denominato drag passivo è determinato sostanzialmente dalla forma, e la resistenza idrodinamica è misurata quando il soggetto mantiene una posizione stabile, generalmente con il corpo disteso in allungamento con le braccia distese e la testa raccolta fra queste, come ad esempio nelle fasi di scivolamento intermedie nella nuotata

Mentre il secondo chiamato drag attivo ed è determinato dalle resistenze idrodinamiche che incontrano il nuotatore quando questo si muove.

Misurare il drag nel primo caso risulta abbastanza facile poiché vengono mantenuti stabili alcuni parametri mentre nel secondo caso, ovvero quello del drag attivo, risulta estremamente più complesso proprio perché nell'avanzamento il nuotatore varia continuamente il proprio assetto con conseguente modificazioni delle resistenze.

In questa analisi per cercare di osservare se esistevano delle differenze tra i giocatori il dato è stato normalizzando in funzione della superfice corporea di impatto con l'acqua.

Per quanto riguarda la strumentazione è stata utilizzata una macchina fotografica (Casio fh20), un encoder lineare (ergospeed, spinitalia) su cui sono state effettuate delle modifiche per ottenere misure su distanze più lunghe, un'elastico di allenamento lungo 4,15 mt della sezione di 1,5 cm ed un dinamometro digitale. Mentre per l'analisi dei dati sono stati utilizzati due programmi open source (download gratuito e aperto), uno di videoanalisi (Kinovea) ed uno di matematica dinamica (geogebra). mentre per l'analisi statistica e stato usato il software del pacchetto di office: Excell.

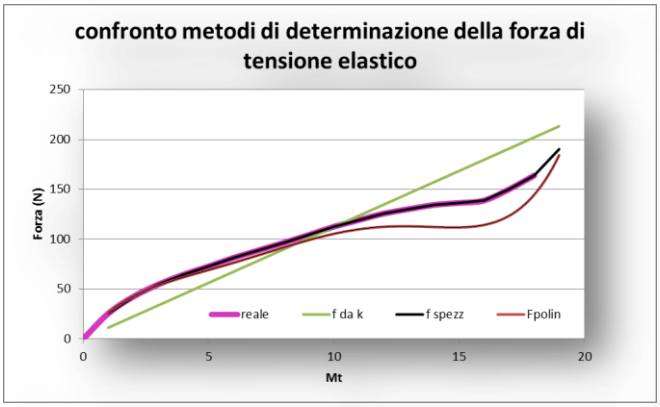
Presuppositi

Questo metodo permette di osservare e misurare le dissipazioni di potenza generate dal sistema: massa del giocatore, forze elastiche e forze di attrito, durante due prove di traino una effettuata sotto il pelo dell'acqua ed una effettuata con la alta testa fuori dall'acqua. La forza di traino è stata ottenuta con un elastico di allenamento della lunghezza di mt 4,15, la cui forza è stata misurata con un dinamometro digitale ogni 100 cm di allungamento.

Poi con i diversi punti si è costruito la curva di caratterizzazione dell'elastico.

In fisica la caratterizzazione della molla e nota dalla legge di Hooke, la legge di hooke afferma che la forza applicata alla molla elastica (F. el.) e direttamente proporzionale alla variazione di lunghezza (x) che subisce la molla, e k e la costante di proporzionalità della molla (F.el = k*x).

In questo studio abbiamo messo a confronto tre tipologie di analisi per la costruzione della curva. Dove nel grafico sull'asse dell'ascisse sono indicati i metri e in quello delle ordinate la forza espressa in Newton.



1) dalla costante di Hooke

K= 11,2 N

2) dalla equazione polinomiale

$y=0{,}0016x^5-0{,}0694x^4+1{,}087x^3-7{,}8316x^2+33{,}634x-0{,}86$

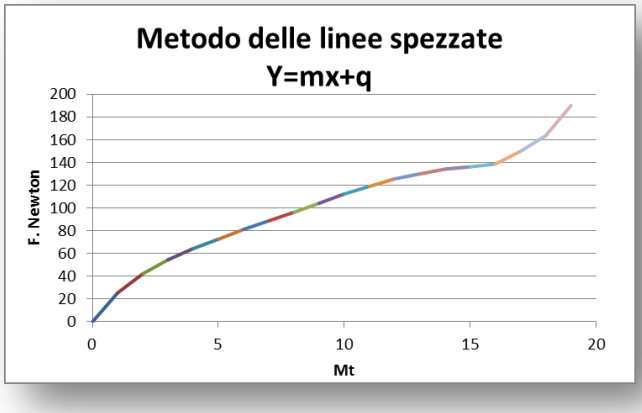
3) dal metodo delle linee spezzate

Y= mx + q

mt	F. N Reale	F. N Da K	F. N da Spezzata	F.N da polinomiale
1	25,5	11,2	25,5	26,0
2	42,3	22,5	42,3	42,7
3	54,6	33,7	54,6	53,7
4	64,5	44,9	64,5	61,8
5	72,7	56,1	72,7	69,0
6	81,3	67,4	81,3	76,3
7	88,9	78,6	88,9	83,9
8	96,4	89,8	96,4	91,7
9	104,3	101,0	104,3	99,1
10	112,5	112,3	112,5	105,3
11	119,2	123,5	119,2	109,9
12	125,8	134,7	125,8	112,4
13	130,2	146,0	130,2	112,9
14	134,4	157,2	134,4	112,2
15	136,4	168,4	136,4	111,8
16	138,8	179,6	138,8	114,3
17	150,1	190,9	150,1	123,4
18	163,8	202,1	163,8	144,5
19	190,3	213,3	190,3	184,2

Nella tabella è riportato il confronto della forza reale con quella ottenuta con i diversi metodi di analisi. La prima colonna indica lo spazio, nella seconda colonna è indicata la misura reale ottenuta mediante l'uso del dinamometro digitale alle diverse estensioni dell'elastico, nella terza la forza ottenuta dal valore K ossia dalla relazione K=F.el./x, nella quarta con il metodo delle linee spezzate nella quinta dall'equazione polinomiale. Le misure sono espresse in Newton mentre qui sotto sono indicate le differenze medie e deviazioni standard riscontrate tra i diversi metodi:

- -5,3 ± 13,1 con K
- 0,0 ± 0,0 con metodo delle linee spezzate
- 10,6 ± 7,6 con metodo della equazione polinomiale

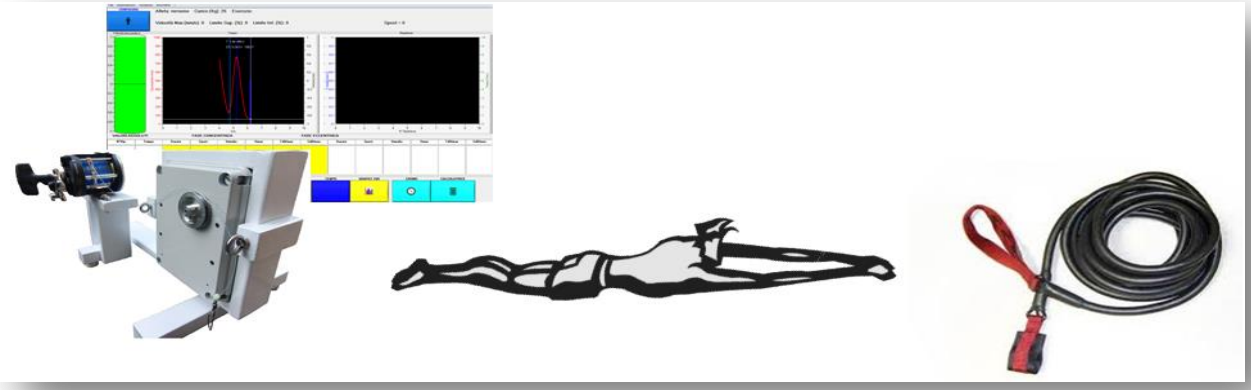


Come si nota l'andamento che copia meglio la curva reale della forza elastica è il metodo delle linee spezzate, presenta un coefficiente di determinazione pari a: $R^2 = 1$. Questo perché per ogni tratto considerato viene determinata la sua equazione, ed in base a questa calcolati i punti presenti ogni mm su ogni segmento.

Quindi si è provveduto a sviluppare le prove di traino in acqua su i ragazzi.

L'elastico e stato fissato al centro corsia su una vasca da 25 mt nella direzione opposta al senso di marcia quindi esteso fino a 19 mt di lunghezza, dunque la partenza era fissata a mt 1,85 dalla sponda opposta.

I ragazzi erano collegati all'encoder tramite un filo attaccato ad una cintura posta alla vita, il diagramma mostra l' esempio:



Trattamento dei Dati

Per il trattamento dei dati e stato predisposto Un foglio di excell, qui di seguito viene evidenziato lo schema utilizzato;

Registrazione da ergospeed				misure derivate									kg	76,5
Tempo Msec	**Posizione Cm**	**V. mmSec.**	**DT**	**tempo da 0**	**Mt**	**V. m sec**	**acc Msec**	**F. Inerzia**	**Forza N. elastico**	**Forza N. tot sistema**	**Forza N. dissipata**	***lavoro Joule***	**watt**	**cal**
3,7	0,0	25,7	0,04	0	0,000	0,03	0,06	0,00	190,31	190,32	190,31	0,00	0,0	0,0
3,7	1,0	27,9	0,04	0,04	0,001	0,03	0,05	0,00	190,31	190,32	190,31	0,19	5,3	0,8
3,7	2,0	29,7	0,03	0,07	0,002	0,03	0,49	0,04	190,31	190,35	190,28	0,19	5,6	0,8
3,7	3,0	41,5	0,02	0,09	0,003	0,04	1,42	0,11	190,31	190,42	190,21	0,19	7,9	0,8
3,8	4,0	63,7	0,02	0,11	0,004	0,06	2,62	0,20	190,31	190,51	190,11	0,19	12,1	0,8

Le prime 4 colonne fanno riferimento ai dati raccolti durante la registrazione con l'encoder ergospeed modificato a filo, il (dt) indica il delta tempo tra due misure successive, poiché l'avvio dell'acquisizione dei dati e lo start del giocatore a volte non corrispondevano per ritardo in partenza

di questo, con semplici calcoli è stato possibile rideterminarlo come anche la velocità e l'accelerazione, (colonne 5-6-7-8).

Nelle (colonne 9-10-11-12-13-14-15-16) sono dedicate al rilevamento delle dissipazioni,

9) La forza di inerzia in fisica, ci dice che l'inerzia di un corpo è la proprietà che determina la resistenza alle variazioni dello stato di moto, ed è quantificata dalla massa inerziale. Per determinarla si usa la classica formula F=m*a, ma con segno negativo [F.in. = - m*a] la massa in questo caso vale il peso del soggetto che è di 76,5 Kg.

10) La forza di trazione è il "motore" del sistema e nel nostro caso è stato affidato alla tensione sviluppata da un elastico di allenamento la cui forza ad ogni punto di allungamento è stata rideterminata attraverso l'equazione della retta per il tratto considerato.

11) La forza totale del sistema e data dalla somma della forza di inerzia più quella elastica,

12) Le forze di dissipazione rilevate durante l'avanzamento sono ottenute per sottrazione della forza elastica con quella d'inerzia,

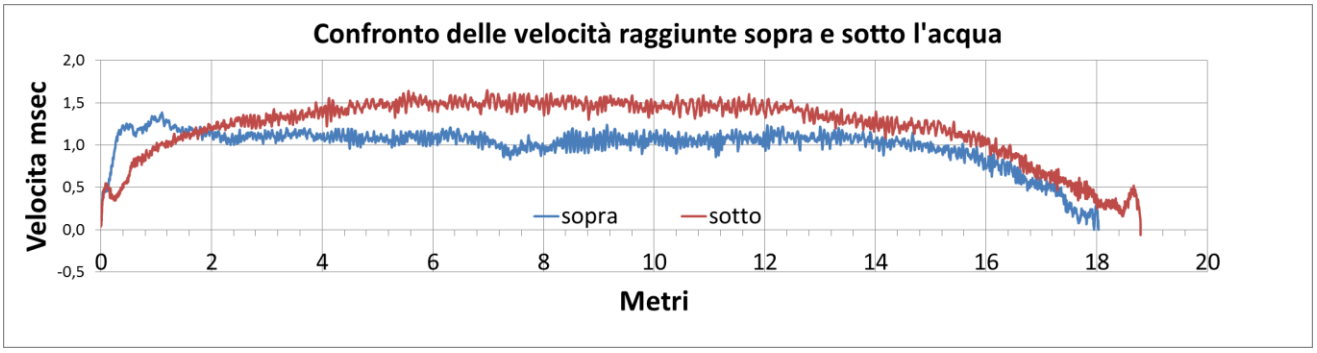
13) Il lavoro (Joule) dato dal prodotto delle forze dissipate per l'intervallo di spostamento,

14) La potenza (Watt) e dato dal rapporto tra lavoro e l'intervallo di tempo,

15) Le calorie sono ottenute dalla conversione dei Joule per il suo coefficiente di divisione [4,1868].

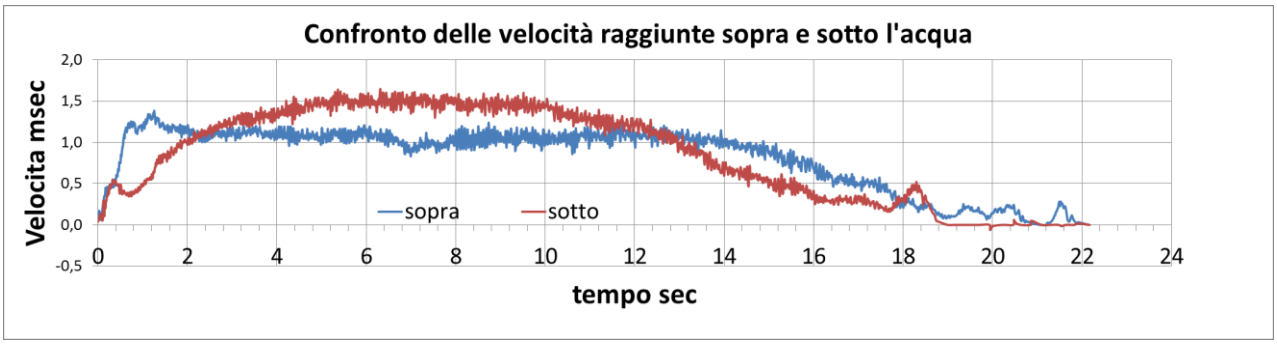
Le analisi

Come dicevamo abbiamo sottoposto tutti i giocatori della squadra a due tipologie di prove di traino, una sotto il pelo dell'acqua ed una con la testa fuori dall'acqua, la motivazione di questa seconda prova può essere ricercata nel fatto che molte delle azioni di transizione sono effettuate con la testa fuori dall'acqua, nelle analisi sono state considerate le forze prodotte le potenze dissipate, le accelerazioni e decelerazioni, tempi di percorrenza nel range di velocita che va da 1 msec a 2 msec, questo perché è stato osservato che la maggior parte delle azioni avvengono a queste velocità.



Il primo grafico mostra l'andamento della la velocità nel domino dello spazio, come si nota, sott'acqua si raggiunge una maggiore velocità, e la fase accelerativa è piu lunga rispetto alla prova svolta sopra il pelo dell'acqua.

Mentre se osserviamo la stessa prova ma nel dominio del tempo vediamo che la prova svolta sott'acqua dura relativamente meno (-10%) rispetto all'altra.



Andamento generale delle prove, Valori medi

Per ogni giocatore è stata misurata la massima velocità raggiunta nel traino e la potenza dissipata, la potenza media dissipata nell'intervallo di velocita che va da 1 a 2 mt metro al secondo.

Come si nota le prove subacque sono le più veloci, si dissipano meno watt,e le decelerazioni sono meno intense.

Tipo prova		Velocità massima raggiunta			Watt medi		peso media e dev. st. Kg
		velocità mt sec.	Watt dissipati	accelerazione	watt medi dissipati a velocità da 1 a max mt sec	accelerazione	
sopra	media	1,7	255	-5,1	197	-1,6	85,5
	dev st	0,3	60,6	11,1	34,0	3,8	
sotto	media	1,8	208	-1,5	150	-0,3	8,9
	dev st	0,2	38,6	1,1	10,9	0,2	

Certo questo è un dato medio quindi ora analizziamo i valori per giocatori,

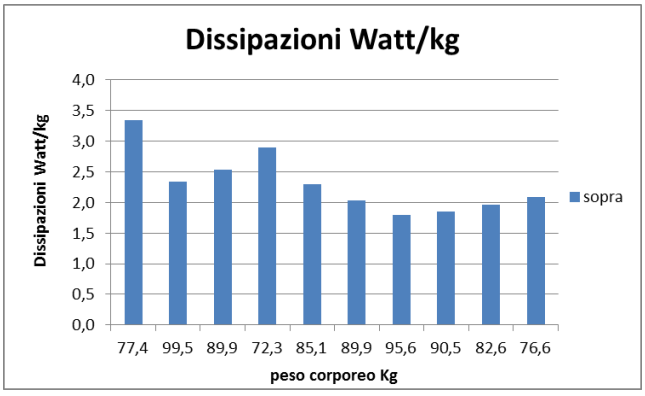
Nella tabella sottostante sono stati riportati gli stessi dati registrati individualmente

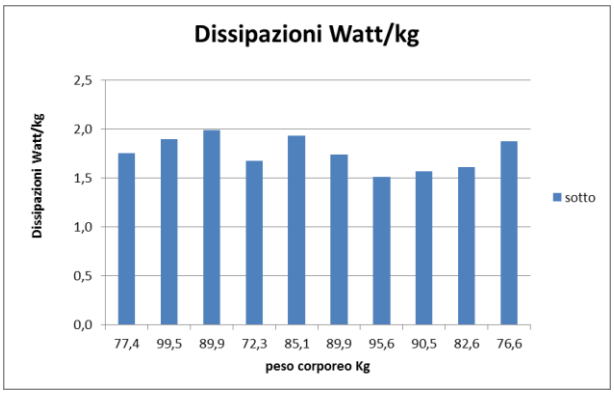
Giocatore	tipo prova	vel max raggiunta	Watt dissipati	Accel.ne	watt medi dissipati vel da 1 a 2 mt sec		Accel.ne -	peso
		mt sec	max	mt sec	media	dev.st	media	Kg
1	Sopra	1,5	211	-0,8	160	42,9	-0,2	74,5
	Sotto	2	241	0,2	148	80,8	-0,1	
2	Sopra	1,4	218	0,3	168	46,9	-0,2	90,5
	Sotto	1,7	204	-3,5	142	44,8	-0,5	
3	Sopra	2	304	-3,1	232	56,6	-0,4	99,5
	Sotto	2,2	282	-1,5	175	84,0	-0,1	
4	Sopra	1,5	189	-2,2	162	25,5	-0,8	82,6
	Sotto	1,7	198	-0,8	157	34,1	-0,2	
5	Sopra	1,6	234	-1,1	196	36,9	-0,3	85,1
	Sotto	1,6	222	-0,8	148	61,2	-0,1	
6	Sopra	1,6	273	-3,5	209	57,7	-0,84	72,3
	Sotto	2,1	221	-1,2	136	76,3	-0,02	
7	Sopra	1,9	312	-0,5	228	75,9	-0,37	87,4
	Sotto	1,8	140	-3,1	141	38,4	-0,58	
8	Sopra	1,4	217	-36,3	183	43,9	-12,32	89,9
	Sotto	1,7	206	-1,3	151	46,0	-0,24	
9	Sopra	1,5	211	-0,8	172	37,9	-0,29	95,6
	Sotto	1,6	168	-0,9	145	22,7	-0,44	
10	Sopra	2,2	380	-2,5	259	63,1	0,08	77,4
	Sotto	1,8	196	-1,8	154	50,5	-0,4	

In questa seconda tabella nella lato di sx è stata ulteriormente analizzata la potenza espressa nei primi due mt (fase accelerativa) e quella di sviluppo su 17 metri, con l'indicazione dei metri totali percorsi nel traino, la parte mancante non è stata presa in considerazione perche le potenze dissipate erano sviluppate a velocita molto basse. Nella parte di dx sono state sviluppate le differenze.

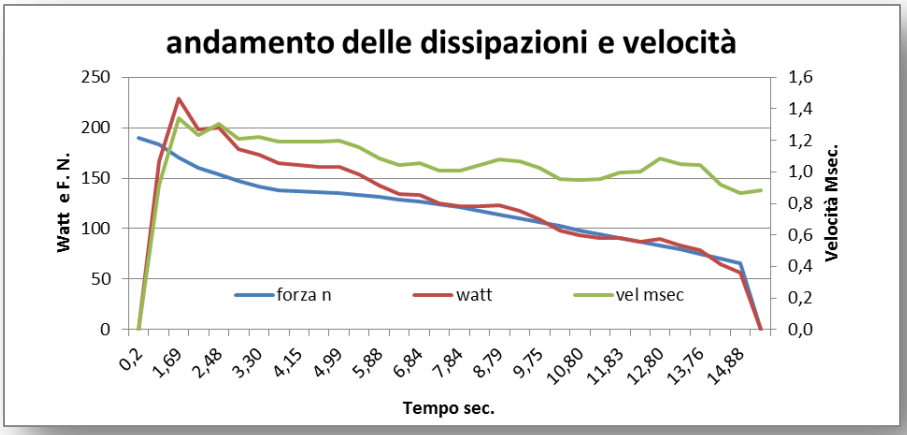
Giocatore	tipo prova	tratto mt	velocità mt sec.	acc.ne m.sec^2	F.n	Watt	Tempo Sec.	Distanza totale mt	differenze Sotto Vs Sopra	velocita	acc.ne m.sec^2	F.n	Watt	Tempo Sec.	Distanza totale mt
1	sotto	>0 <=2	1,3	0,03	94	210	2,8	19,05	>0 <=2	0,10	0,00	-9,0	16	0,9	1,66
		>2 <=17	1,5	-0,02	97	152	10,2								
	Sopra	>0 <=2	1,2	0,03	103	194	2,0	17,39	>2 <=17	0,40	0,00	0,0	37	-4,2	
		>2 <=17	1,1	-0,02	97	115	14,4								
2	sotto	>0 <=2	0,9	0,02	95	142	2,8	18,69	>0 <=2	-0,40	-0,01	1,0	-68	-0,1	-0,36
		>2 <=17	1,4	-0,01	97	137	11,3								
	Sopra	>0 <=2	1,3	0,03	94	210	2,8	19,05	>2 <=17	-0,10	0,01	0,0	-15	1,1	
		>2 <=17	1,5	-0,02	97	152	10,2								
3	sotto	>0 <=2	0,8	0,03	91	124	4,0	19,62	>0 <=2	-0,50	0,01	-13,0	-93	0,6	2,60
		>2 <=17	1,4	0,00	97	144	11,1								
	Sopra	>0 <=2	1,3	0,02	104	217	3,4	17,02	>2 <=17	0,50	0,04	0,0	45	-7,4	
		>2 <=17	0,9	-0,04	97	99	18,4								
4	sotto	>0 <=2	1	0,03	92	156	2,9	19,45	>0 <=2	0,10	-0,02	-4,0	14	0,1	0,87
		>2 <=17	1,3	0,01	97	131	11,8								
	Sopra	>0 <=2	0,9	0,05	96	142	2,8	18,58	>2 <=17	0,30	0,00	0,0	24	-3,2	
		>2 <=17	1	0,01	97	107	15,0								
5	sotto	>0 <=2	0,9	0,02	94	139	4,9	18,88	>0 <=2	0,00	-0,02	-5,0	-14	-0,1	0,87
		>2 <=17	1,3	-0,04	97	130	11,8								
	Sopra	>0 <=2	0,9	0,04	99	153	5,0	18,01	>2 <=17	0,40	0,00	0,0	32	-5,0	
		>2 <=17	0,9	-0,04	97	98	16,8								
6	sotto	>0 <=2	1,3	0,05	89	217	2,0	20,99	>0 <=2	0,10	0,01	-5,0	18	-0,3	2,01
		>2 <=17	1,7	-0,02	97	169	0,1								
	Sopra	>0 <=2	1,2	0,04	94	199	2,3	18,98	>2 <=17	0,70	-0,01	0,0	65	-15,0	
		>2 <=17	1	-0,01	97	104	15,0								
7	sotto	>0 <=2	0,8	0,01	96	135	3,2	18,56	>0 <=2	-0,50	-0,02	-1,0	-87	0,5	0,26
		>2 <=17	1,4	-0,01	97	136	11,2								
	Sopra	>0 <=2	1,3	0,03	97	222	2,6	18,3	>2 <=17	0,20	-0,01	0,0	17	-2,0	
		>2 <=17	1,2	0,00	97	119	13,2								
8	sotto	>0 <=2	0,7	0,03	93	117	5,4	19,15	>0 <=2	-0,20	0,00	-4,0	-30	2,5	0,74
		>2 <=17	1,3	0,02	97	131	11,6								
	Sopra	>0 <=2	0,9	0,03	97	147	2,9	18,41	>2 <=17	0,40	0,01	0,0	36	-4,9	
		>2 <=17	0,9	0,00	97	95	16,4								
9	sotto	>0 <=2	0,8	0,03	96	137	3,6	18,58	>0 <=2	-0,40	0,00	-7,0	-57	1,6	1,19
		>2 <=17	1,2	-0,01	97	118	12,9								
	Sopra	>0 <=2	1,2	0,03	103	194	2,0	17,39	>2 <=17	0,10	0,01	0,0	3	-1,5	
		>2 <=17	1,1	-0,02	97	115	14,4								
10	sotto	>0 <=2	1	0,04	89	165	2,3	20,99	>0 <=2	-0,20	0,01	0,0	-40	0,1	1,07
		>2 <=17	1,4	0,01	97	138	11,0								
	Sopra	>0 <=2	1,2	0,03	89	205	2,2	19,92	>2 <=17	0,50	0,01	0,0	49	-5,8	
		>2 <=17	0,9	0,00	97	89	16,8								

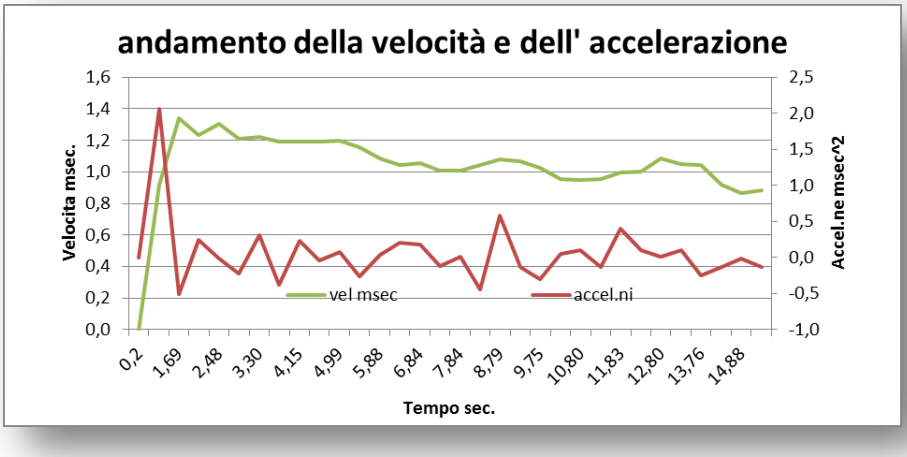
I grafici mostrano l'andamento della potenza media dissipata a velocità da 1 a 2 mt sec, in funzione del peso corporeo (Watt/kg), durante le due prove.





Come si osserva dall'andamento anche qui sono evidenziate dissipazioni maggiori nelle prove svolte sopra il pelo dell'acqua, inoltre sembra che il peso corporeo non sia un fattore determinante nella dissipazione della potenza, infatti e possibile osservare come alcuni ragazzi più leggeri dissipano potenze più elevate rispetto ai ragazzi più pesanti.





In acqua però quello che maggiormente influisce sulla dissipazione della potenza nello scivolamento e la forma più che il peso, ora la tecnica richiesta nello scivolamento sotto il pelo dell'acqua era quello di ricercare la massima distensione del corpo delle gambe e della braccia con la testa raccolta fra queste, mentre nella prova sul pelo dell'acqua era richiesto di tenere la testa alta e fuori dall'acqua.

Un semplice metodo per determinare l' Idrodinamicità passiva durante lo scivolamento in acqua dei giocatori di pallanuoto (seconda parte)

a cura di
Fabio De Siati

Dissipazioni e superfice corporee

"La resistenza fluidodinamica è quella forza che si oppone al movimento di un corpo immerso in un fluido, il fluido può assumere sia la forma liquida che aeriforme. Se prendiamo ad esempio il moto generato in un liquido , la resistenza sarà indicata come resistenza idrodinamica, mentre nel caso degli aeriformi sarà indicata come resistenza aerodinamica.

Un corpo che si muove nel fluido scambia con questo delle forze dovute alla viscosità di quest'ultimo. La resistenza che si genera è data dalla risultante di queste forze nella direzione del vettore velocità del corpo ma nel verso contrario.

L'entità della resistenza fluidodinamica dipende dalla natura del fluido,dalla velocità e dalla forma geometrica del corpo. La resistenza può essere divisa idealmente in varie componenti:

resistenza parassita, a sua volta suddivisa in: resistenza di attrito viscoso - resistenza di forma - resistenza d'onda".

In alcuni sport la prestazione può essere influenzata notevolmente dalle resistenze che si oppongono all'avanzamento come ad esempio nel: ciclismo su strada e su pista, nello sci alpino, nel pattinaggio, nella corsa e nella marcia, in questi casi la resistenza prenderà il nome di resistenza aereodinamica.

L'aria che si oppone all'avanzamento in questi casi, ha una forza pari al quadrato della velocità e di converso l'energia spesa per unità di percorso, contro questa forza a sua volta proporzionale al quadrato della velocità.

Mentre in acqua queste forze sono piu alte poiché la densità dell'acqua è 800 volte superiore a quella dell'aria, infatti non occorre essere degli esperti per sapere che in acqua si avanza molto meno velocemente che a piedi o in bicicletta. Nelle discipline acquatiche come nuoto e la pallanuoto le resistenze che si oppongono all'avanzamento prenderanno il nome di Resistenze Idrodinamiche.

A parità di velocità la forza espressa contro queste resistenze è tanto maggiore quanto è maggiore la superfice esposta e quanto e meno aereodinamico o idrodinamica è la forma (nel nostro caso del corpo).

La forma di un corpo

Quindi la forma assunta da un corpo immerso in un fluido è uno dei fattori che influiscono negativamente sulla generazione delle resistenze. In questo studio sono state misurate le superfici corporee di impatto con l'acqua e valutate le differenze con le Superfici corporee totali.

Per misurare la superfice corporea totale generalmente viene utilizzata la formula proposta da: D. ed E.F. Du Bosis, essa ci permette di risalire alla superfice corporea con buona approssimazione a partire dal peso corporeo e dalla statura.

$$\text{Superfice corporea } Cm^2 = 71{,}84 \times KG^{0{,}425} \times Cm^{0{,}725}$$

Nel nuoto trainato è la superfice corporea frontale di impatto con l'acqua che deve essere misurata. Un ricercatore nel 2001 TiKuisis P. afferma che in questa posizione la superfice corporea risulta essere il 27,1% del BSA totale. Considerato che la porzione di impatto frontale nella posizione orizzonatale in l'acqua sono solo il tronco le braccia e la parte superiore della testa perchè il Tronco durante il traino copre completamente gli arti inferiori.

La superfice corporea è stata calcolata attraverso l'uso di due software, il primo chiamato kinovea, software freeware che permette di svolgere molte funzioni di analisi video e l'altro, geogebra anch'esso freeware, permette di svolgere funzioni di analisi matematiche.

Prima di effettuare l'analisi si è proceduto ad codificare lo spazio intorno al giocatore, e successivamente con una macchina forografica sono state scattate delle foto dall'alto. Il file è stato poi Inserito nel programma , aperte le immagini sono stati inseriti i marcatori al margine della forma per ottenere le coordinate spaziali X;Y.

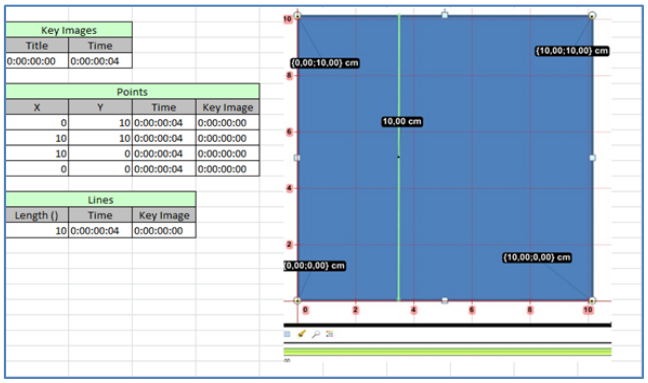
L'immagine sottostante mostra a titolo esemplifitivo il sistema adottato .

Delimitazione degli spazi da software Kinovea

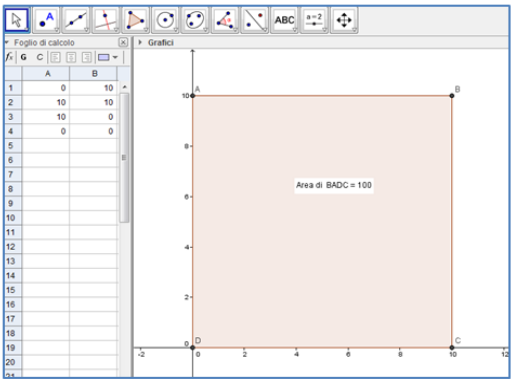
Coordinate dei punti da software Kinovea

Per verificare la bontà della misura è stata effettuata una prova, si è costruito un poligono regolare(quadrato equilatero,) con lato di 10 cm. Su questo sono stati inseriti i marcatori per ottenere le coordinate, in seguito il file è stato esportato in formato cvs.

Reimportando i dati nel programma geogebra è stato costruito il poligono e calcolata l'area. In questo caso 100 cm^2 corrispondenti a 0,01 m^2 .



Report da software Kinovea (file cvs)

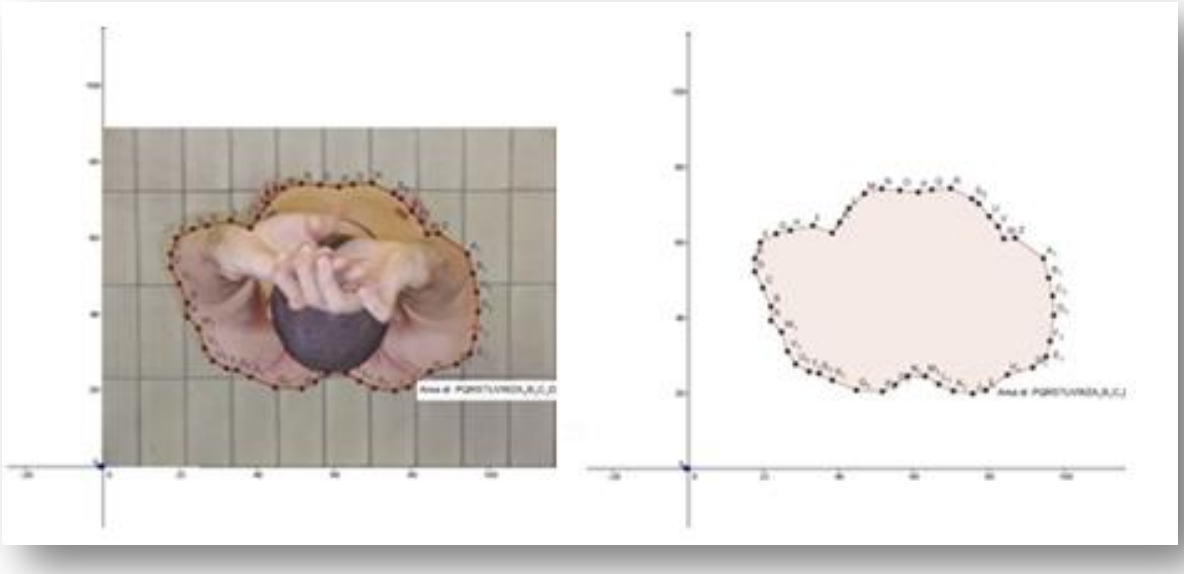


Report da software Geogebra

Si è proceduto quindi all'analisi dei fotogrammi dei giocatori, inserendo le coordinate spaziali così come mostrato in foto ed estratto file in formato cvs

Una volta reimportati i dati sul software geogebra sono stati elaborati i poligoni e calcolate le aree.

L'immagine mostra lo sviluppo del poligono costruito sui margini dell'immagine e il relativo report ottenuto.



I dati

Una volta elaborati tutti i dati è stata creata una tabella con excell:
In questa tabella sono stati inseriti i dati riferiti all'altezza e al peso del soggetto, la bsa totale, la bsa frontale calcolata sia in cmq che in mq, la dissipazione della potenza media nel range di velocità che va da 1 a 2 msec, e i relativi valori di dissipazione espressi in watt per mq e in watt per cmq.

Prove effettuate sotto il pelo dell'acqua									
N. giocatore	h	Kg	BSA mq	Bsa front cmq	BsaFront mq	diss w sotto	BsaFront Watt/mq	Bsa front watt/cm^2	watt/kg
1	176,5	74,5	1,9	2133	0,213	148	694	0,069	1,99
6	175,5	72,3	1,9	2547	0,255	136	534	0,053	1,88
8	180,0	89,9	2,1	2628	0,263	151	575	0,057	1,68
7	180,5	87,4	2,1	2720	0,272	141	518	0,052	1,61
2	176,0	90,5	2,1	2752	0,275	142	516	0,052	1,57
4	187,0	82,6	2,1	2866	0,287	157	548	0,055	1,90
3	182,0	99,5	2,2	3018	0,302	175	580	0,058	1,76
5	188,0	85,1	2,1	3096	0,310	148	478	0,048	1,74
9	194,0	95,6	2,3	3325	0,333	145	436	0,044	1,52
medie	182,2	86,4	2,08	2787	0,279	149	542	0,054	1,74
dev st	6,32	8,96	0,13	346,6	0,03	11,42	72,63	0,01	0,16

Prove effettuate sopra il pelo dell'acqua									
N. giocatore	h	Kg	BSA mq	Bsa front cmq	BsaFront mq	diss w sopra	BsaFront Watt/mq	Bsa front watt/cm^2	watt/kg
6	175,5	72,3	1,9	2547	0,255	209	821	0,082	2,89
1	176,5	74,5	1,9	2133	0,213	160	750	0,075	2,15
2	187,0	82,6	2,1	2866	0,287	162	565	0,057	1,96
5	188,0	85,1	2,1	3096	0,310	196	633	0,063	2,30
7	180,5	87,4	2,1	2720	0,272	228	838	0,084	2,61
8	180,0	89,9	2,1	2628	0,263	183	696	0,070	2,04
2	176,0	90,5	2,1	2752	0,275	168	610	0,061	1,86
1	194,0	95,6	2,3	3325	0,333	173	520	0,052	1,81
3	182,0	99,5	2,2	3018	0,302	232	769	0,077	2,33
medie	182,2	86,4	2,09	2787	0,279	190	689	0,069	2,22
dev st	6,32	8,96	0,13	346,6	0,03	27,64	113,36	0,01	0,36

La prima analisi fa riferimento alla prova svolta sopra il pelo dell'acqua.

Il grafico mostra la collocazione spaziale dei giocatori in riferimento alle variabili (peso corporeo –espresso in Kg e dissipazione dei Watt espressi per cmq (Watt/bsa front. cmq).

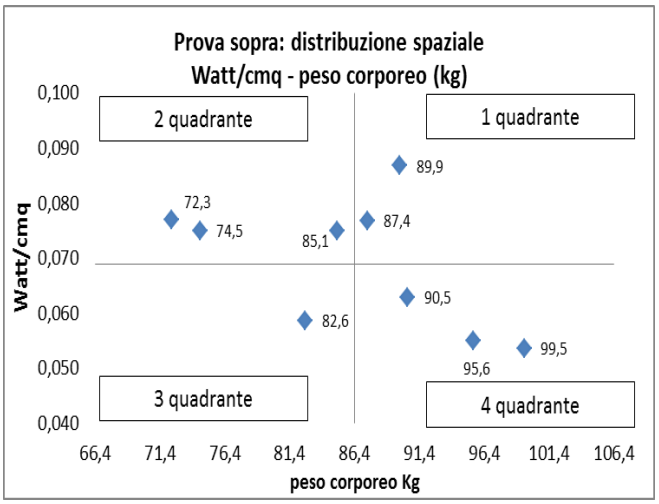
Questo metodo permette di osservare la distribuzione spaziale di una popolazione omogenea di giocatori.

Nel nostro caso ci interessava sapere se rispetto alla propria superfice corporea frontale i giocatori più pesanti dissipavano più o meno watt rispetto ai giocatori meno pesanti.

I quattro quadranti sono stati ottenuti attraverso l'inserimento del valore medio sia nell'asse dell'ascisse che in quello delle ordinate.

Quindi nei primi due quadranti in alto quelli posti sopra la linea orizzontale, troveremo i ragazzi che dissipano più watt per cmq e quindi meno idrodinamici e nei due quadranti in basso i ragazzi più idrodinamici. Mentre attraverso la linea verticale otterremo in modo più dettagliato le caratteristiche individuali dei giocatori, per cui;

giocatore	Watt diss. sopra	kg	bsa cmq	watt/kg	Watt/bsa front cmq
7	228	87,4	2720	2,6	0,084
6	209	72,3	2547	2,9	0,082
3	232	99,5	3018	2,3	0,077
1	160	76,6	2133	2,1	0,075
8	183	89,9	2628	2,0	0,070
5	196	85,1	3096	2,3	0,063
2	168	90,5	2752	1,9	0,061
4	162	82,6	2866	2,0	0,057
9	172	95,6	3325	1,8	0,052
media	190	86,6	2787	2,2	0,069
dev. St	27,7	8,6	346,6	0,4	0,01



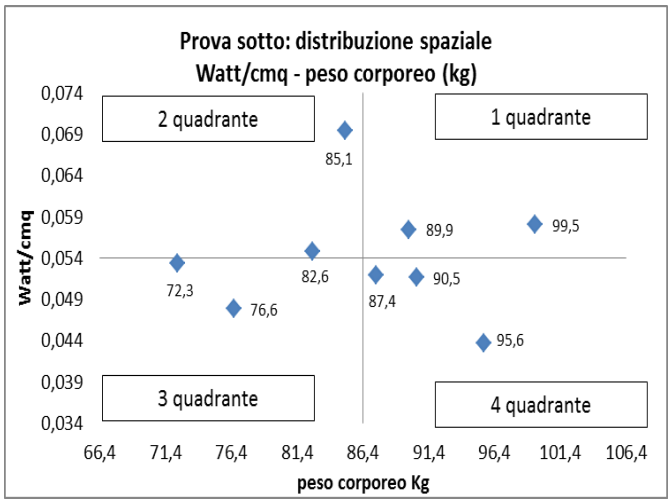
- Il primo quadrante mostra i ragazzi che hanno un peso corporeo sopra la media ed un'alto valore di dissipazione. (n.2)
- Nel secondo quadrante ragazzi che hanno un peso corporeo sotto la media ma un'alto valore di dissipazione. (n.3)
- Nel terzo quadrante invece si collocano i ragazzi che hanno un peso corporeo sotto la media ed un basso valore di dissipazione. (n.1)
- Nel quarto quadrante si collocano i ragazzi con un peso corporeo sopra la media ma un basso valore di dissipazione. (n.3).

E interessante notare come alcuni soggetti più pesanti e quindi anche con superfici corporee maggiori riescano a dissipare meno watt per cmq rispetto ai più leggeri, ed ottenere cosi un coefficiente più performante di penetrazione nell'acqua.

Questa seconda tabella e grafico mostrano le prove svolte sotto il pelo dell'acqua

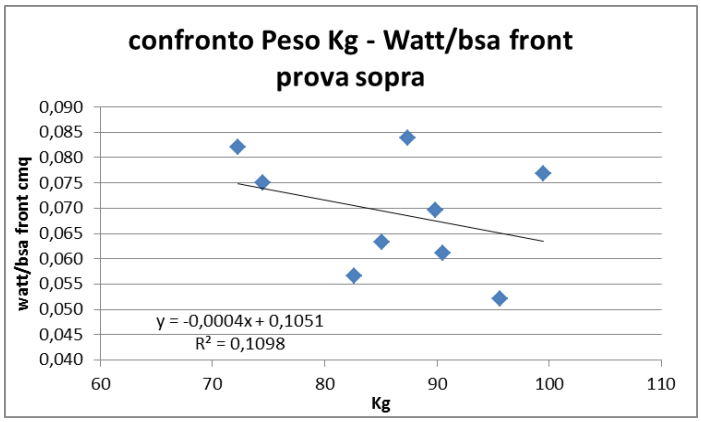
In prima istanza notiamo la minor dissipazione in termini assoluti dei watt. Ed uno spostamento dei giocatori verso il valore medio. E' da notare inoltre come il giocatore che pesa 95,6 Kg abbia una dissipazione minore in termini di watt per cmq sia nella prova sopra che sotto la superfice dell'acqua.

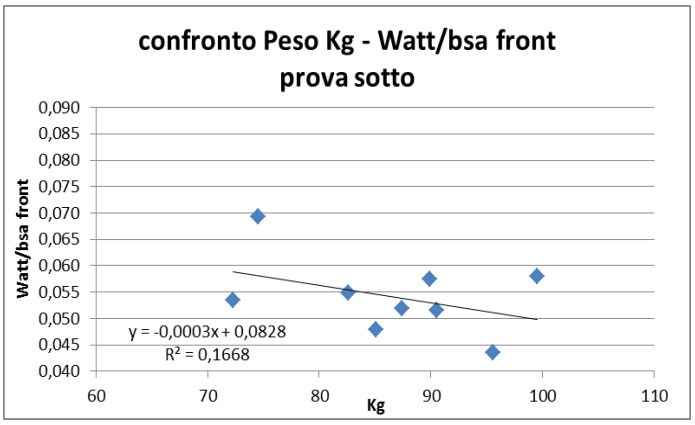
giocatore	Watt diss. Sotto	kg	bsa cmq	watt/kg	Watt/bsa front cmq
3	175	99,5	3018	1,8	0,058
4	157	82,6	2866	1,9	0,055
8	151	89,9	2628	1,7	0,057
5	148	76,6	3096	1,9	0,048
1	148	85,1	2133	1,7	0,069
9	145	95,6	3325	1,5	0,044
2	142	90,5	2752	1,6	0,052
7	141	87,4	2720	1,6	0,052
6	136	72,3	2547	1,9	0,053
media	149	86,6	2787	1,7	0,054
dev. St	11,4	8,6	346,6	0,2	0,01

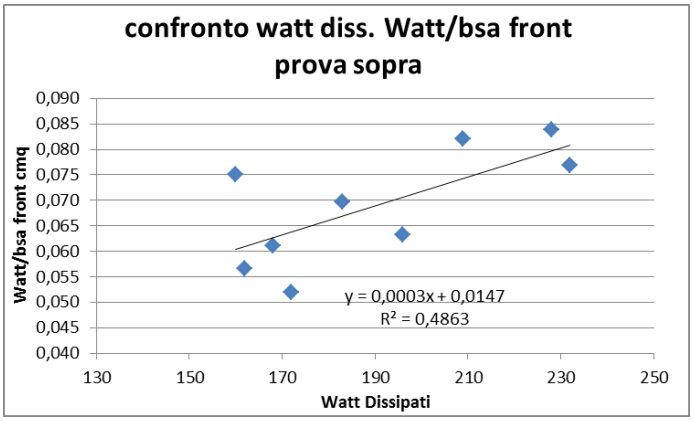


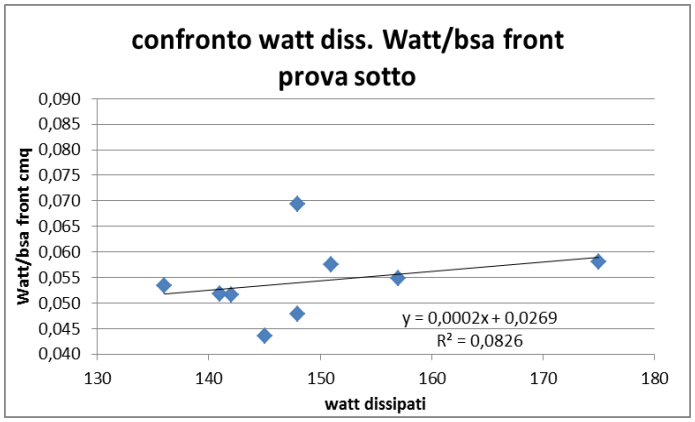
Questa semplice osservazione, a mio avviso, permette di comprendere nel tempo in modo oggettivo i miglioramenti o peggioramenti indotti dagli allenamenti specifici, dall'acquisizione di una maggiore acquaticità ad una migliorata percezione della sensibilità specifica.

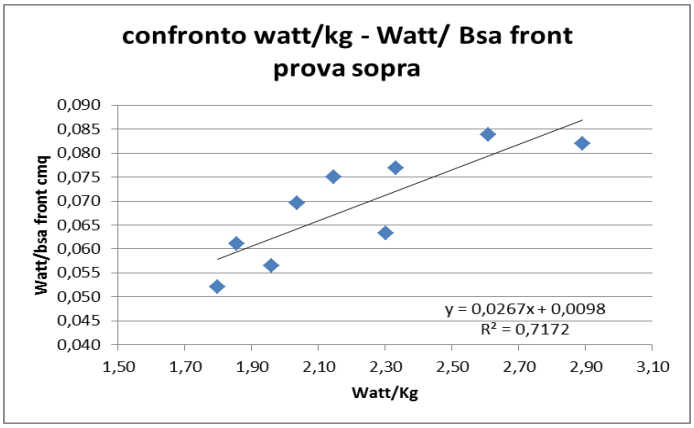
Analisi delle correlazioni esistenti tra le diverse variabili nelle prove effettuate sopra e sotto il pelo dell'acqua

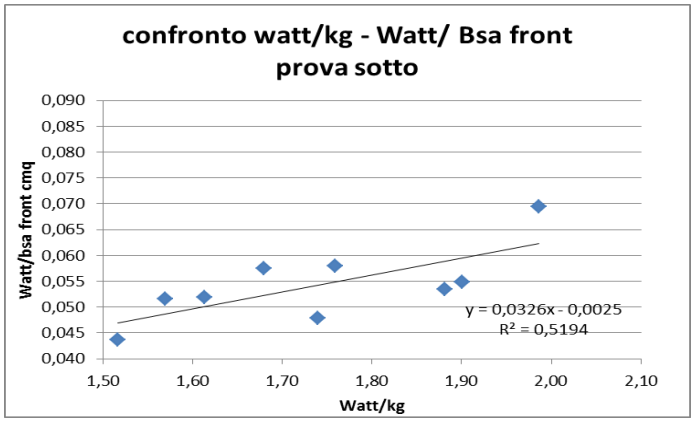












Il Preparatore fisico della SNC Civitavechia

Fabio De Siati