

IL TEMPLI DES VELOCITÂTS MASSIMIS SU VEICUI A PROPULSION UMANE

Chest scrit al è dedicât ae descrizion di une strutture che e permetedi di rivâ aes massimis velocitâts assoludis sui veicui a propulsion umane, che o displearai daûr di chescj ponts: i) il veicul; ii) lis velocitâts massimis; iii) la strutture; iv) lis dimensions, e ae fin v) o fevelarìn in struc dai coscj e des pussibilis aplicazions technichis sientifichis e pratichis.

Il veicul. La velocitât maxime assolude (v_{\max}) che si pues otignî in ogni forme di locomozion umane e je dade dal rapuart tra la maxime potence muscolâr dal sogjet (E'_{\max}) e la energjie spindude par unitât di distance ae velocitât considerade (C):

$$v_{\max} = E'_{\max} \cdot C^{-1} \quad 1)$$

Cheste ecuazion e met in lûs che v_{\max} al dipent sedi des carateristichis atletichis dal sogjet che a determinin E'_{\max} , sedi des carateristichis biomecanichis e bioenergjetichis de locomozion cjapade in considerazion che a determinin C. In chest cjapitul o cjaparìn in considerazion dome chest ultin aspjet che al impon la sielte dal veicul e de strutture.

La maxime velocitât aerobiche tes variis formis di locomozion umane par provis di 10 minûts cirche a van di un minim di 5,5 km/h tal nadâ a un massim di cirche 55 km/h tal ciclisim.

Chestis diferencis no centrin cu lis carateristichis atletichis dai nadadôrs rispjet ai ciclistcj, o a altris atletis, che a àn la stesse potence muscolâr, ma a dipendin dal fat che il ciclisim e je la forme di locomozion umane plui economiche in assolût. Di fat, grazie al telâr de bici che e

ten sù il pês tal plan verticâl e ai pedâi che a trasformin intune sburtade cuasi continue la ativitât alternade dai arts inferiôrs, tal ciclisim la energjie spindude par unitât di distance e je cetant inferiôr che in ogni altre forme di locomozion umane.

Chestis considerazions a riciardin che il veicul sielt par chest proget al à di jessi di caratar ciclistic. Cun dut achel, ancje in chest câs, lis velocitâts massimis pussibilis, a paritât di maxime potence disvilupade, a dipendin in maniere sostanzial des carateristichis technichis dal veicul, come che al è dit in struc tai prossims paragrafs.

Tal ciclisim in plan, a velocitât costante, cence aiar, la resistenza totâl dal avanzament (R_{tot}), e cun chê la energjie spindude par unitât di percors (cost energjetic, C) e aume cul quadrât de velocitât:

$$R_{tot} = a + b v^2 \quad 2)$$

dulà che a e rapresente la resistenza causade dal atrît des ruedis cul teren e des rotazions de bici (atrît volvint) e il prodot $b v^2$ e je une misure de resistenza dal aiar. Cussì, la costante b e je proporzional ae



PIERI INDRÌ DI PRAMPAR

Nassût a Udin ai 4 di Avrîl dal 1940, si è laureât in Medisine e Chirurgjie te Universitât di Milan tal mêsi di Lui dal 1964. Autôr di plui di 250 publicazions sientifichis, pe plui part su rivistis internazionâls cun politiche editoriâl, e di un libri su la energjetiche de locomozion umane, al è specialist in Medisine dal sport (1966) e libar docent in Fisiologjie umane (1969). Assistent tal Istitut di Fisiologjie Umane de Universitât di Milan (1964-65), ricercjadôr dal CNR (1965-79) e professôr di Fisiologjie Aplicade (1972-78) tal stes Istitut. Tal 1979 si è trasferit tal Dipartiment di Fisiologjie de Facoltât di Medisine te Universitât di Gjinevre come 'Maitre d'Enseignement et de Recherche'. Dal Novembar dal 1989 al è professôr ordenari di Fisiologjie Umane te Facoltât di Medisine de Universitât di Udin. Al è stât President dal Life Sciences Working Group de Agenzie Spaziâl, membri de Microgravity Advisory Committee de ESA e al à fat part dal comitat editoriâl dal Journal of Sports Medicine and Physical Fitness e dal European journal of applied physiology, che in chel al è diventât Editor-in-Chief tal 1998.

aree proietade sul plan frontâl dal ciclist plui la bici (A_f) e ae densitât dal aiar (r):

$$b = 0,5 * C_d * A_f * r \quad 3)$$

dulà che C_d al è il coeficient di forme, o coeficient di drag, o ben une misure des carateristicis di penetrazion aerodinamiche dal mieç. Un ogjet di forme fuscade, a paritât di aree frontâl, al è caraterizât di un valôr di C_d plui bas di chel di un ogjet di forme, par esempi, cubiche.

La ecuazion 3) e mostre che lis strategjiis pussibilis par ridusi b , e duncje R_{tot} e C (e duncje aumentâ v_{max} a paritât di potence muscolâr dal sogjet (ecuazion 1)¹ a son: a) une riduzion di A_f e/o b) una riduzion di C_d e/o c) una riduzion di r .

La siele in a) e je chê che ogni-dun di nô al fâs cuant che si sbasse sul manuvri par ridusi la resistance dal aiar. E je la strategie des bicicletis di corse modernis e, in maniere esasperade, di chês di piste.

Una riduzion modeste dal coeficient di penetrazion aerodinamiche (pont b), si verifiche za in grazie de posizion cjapade su lis bicicletis di corse modernis (figure 1A).

Dut câs, come che si pues lei te tabele 1, che e cjape dentri lis carateristicis biomecanichis di cualchi esempi di veicul ciclistic, una riduzion sensibile di C_d e pues jessi otignude dome midiant ciertis carenaduris (figure 1B).

In fin (pont c) stant che la densitât dal aiar (r), a paritât di temperadure, e je funzion de pression barometriche e stant che cheste si sbasse cul aumentâ

Tabele 01. Coeficient di forme (C_d), di atrit volvint (R_v) e costant b par bicicletis di piste tradizionâls o di version 'moderne', e par un veicul carenât (v. figure 1 A e B). R_v al è stât cjapât compagn dal valôr viodût par tubolârs di strade su piste di ciment.

	C_d	R_v	b^*	b^o
Biciclete di piste tradizionâl	0.80	2.8	0.1930	0.0276
Biciclete di piste aerodinamiche moderne	0.65	2.8	0.1550	0.0222
Veicul carenât	0.10 ^o	3.4	0.0238	0.0034

* a nivel dal mâr a $P_B = 760$ mmHg e a 20 °C;
^o in O_2 pûr a pression di 110 mmHg e a 20°C;
^o A. Dâl Monte (comunicazion personâl).

Tabele 02. Velocitât massime par veicui carenâts ($C_d = 0,1$).

Potence (kW)	Cundizions	vel. max. (km/h)
0,45*	aiar (PB = 760 mm Hg)	90
	O2 (PB = 110 mm Hg)	170
1,80**	aiar (PB = 760 mm Hg)	150
	O2 (PB = 110 mm Hg)	280

* potence che un atlete di élite al pues tignî par une ore cirche;
 ** potence che un atlete di élite al pues tignî tal sprint (cirche 30 seconds) cun partence molade.

de cuote sul nivel dal mâr, la riduzion di r e pues jessi otignude siezint la cuote dulà che e ven davuelte la prestazion. Lassant in bande i efietis de densitât dal aiar, che su chei o tornarin, i paragrafs che a vengnin prime a mostrin che il veicul di siele al à di jessi ciclistic (propulsion a pedâi) insieme a une juste carenadure che e minimizi la aree sul plan frontâl e il coeficient di penetrazion aerodinamiche (figure 1B).

Lis velocitâts massimis. I valôrs di C_d , a e b par bicicletis di piste tradizionâls o di version 'moderne' e par un veicul carenât che a son te tabele 1 a permetin di calculâ la relazion tra

potence mecaniche e velocitât di progression tai trê modei di veicul cjapâts in esam. La potence mecaniche (P_c), di fat, in aiar fer al è il prodot de resistance totâl (R_{tot} , eq. 2) pe velocitât in face al teren (s), che cence aiar al è compagn de velocitât rispjet al aiar (v):

$$P_c = R_{tot} s = a s + b s^3 \quad 4)$$

La tabele 1 e permet duncje di calculâ la potence mecaniche che e covente pe progression a velocitât costante su percors plan e dret, cence aiar, a une temperadure di 20°, a nivel dal mâr (PB = 760 mm Hg), in funzion de velocitât stesse (figure 2). Cheste figure e permet di stimâ lis velocitâts massimis che si puedin vê, su ognidun dai trê veicui considerâts, di bande di ogni sogjet che si cognossi la

¹ La massime potence metaboliche e mecaniche, cussì come il cost energjetic par unitât di distance e la resistance totâl, a son 'dôs musis de stesse medaie': il rapuart tra la potence mecaniche e metaboliche, cussì come il rapuart tra resistance totâl e cost energjetic al è il rendiment de progression.



01. Biciclete di piste tradiționâl e aerodinamiche (A, in alt) e veicul carenât (B, in bas).

massime potence. Di fat, une linie orizontâl a nivel de massime potence dal sogjet stes e incrose lis trê funziions de figure 2 in corispondence de velocitât massime che si pues vê grazie ae potence in cuistion. Par esempi, par un ciclist cuntune potence mecaniche aerobiche massime di 450 W, o ben chê che un ciclist di élite al pues dâ fôr cul consum massim di ossigjen, la velocitât massime che si pues rivâ a vê cun bici di piste 'moderne' e sarâ di $13.85 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ($49,9 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$). Cun di plui, il stes atlete cu la stesse potence aerobiche, suntun veicul carenât come un di chei in figure 1B al rivarâ, tes stessis cundiziions, a une velocitât di $25.15 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ($90.5 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$).

Lis velocitâts massimis aerobichis mostradis parsore a son une vore sot a chês che si pue-din vê par uns vincj seconts grazie a un fuart contribût dai mecanisims anaerobics e cuntune partence lançade. In chest câs, la potence massime asso-

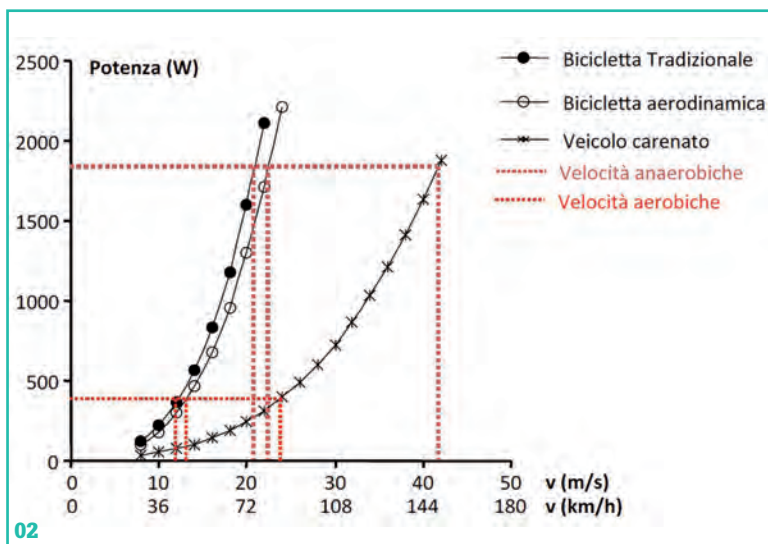


lude di un ciclist di élite e pues rivâ ai 1800 W. In chestis cundiziions, l'atlete al podarès rivâ e mantignî par vincj seconts la velocitât di $22.40 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ($80.6 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$) su bici di corse moderne e di $41.4 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ($149.0 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$) su veicul carenât (figure 2).

Lis velocitâts massimis otignudis de figure 2 a son stadis calcoladis par valôrs di potence mecaniche massime (450 W in cundiziions aerobichis, chel che al corispuint a un consum di O_2 di $5.2 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$, e 1800 W in cundiziions anaerobichis, che si rivin a tignî par une ventine di seconts) di atletis di massim nivel

e duncje lis velocitâts in cuistion, scritis te tabelle 2, a pue-din jessi consideradis dongje dai recorts assolûts che si rivin a vê su chei veicui, a nivel dal mâr par prestaziions aerobichis o anaerobichis di durade curte cun partence lançade.

Come za dit prime, la riduzion de pression barometriche (P_B) e duncje de densitât dal aiar a paritât di temperaturade, e sbasse in maniere sensibile la resistence aerodinamiche. Dut câs, la diminuzion de P_B , se di une bande no à efets impuartants su la massime potence muscolâr anaerobiche, di chê



02. Potenze meccaniche (W) in funzione de velocità (v, m/s o km/h) par trê modei diferents di veicui a $P_B = 760$ mmHg e a 20° . Cognossint la massime potence dal sogjet si pues rivâ ae massime velocità che e corrispuent (liniis tratinadis).

altre e parte a une riduzione de massime potence aerobiche, diminuzion par vie de colade de pression parziâl dal ossigjen tal aiar inspirât. Par evità la colade de massime potence muscolâr aerobiche e duncje de massime velocità corrispondente, al è però pussibil aumentâ la frazion di ossigjen tal aiar inspirât. In linie di principi chest al pues jessi fat cjapant dentri il velodrom intune strutture a tignude stagne dulà che al sedi pussibil ridusi la pression barometriche totâl, aumentant la frazion di ossigjen te mixture gassose dentri dal velodrom 'ermetic'. Si pues calculâ che lis velocitàs massimis assolutis in cundizions aerobichis si podaresin vê se dentri il velodrom al fos O_2 pûr a une pression di 110 mm Hg. Lis velocitàs massimis che si puedin vê in chest câs cjapant, come dit prin, 450 W pe massime potence aerobiche e 1800 W pe massime

potence assolute, a saressin di 92.5 e 152.3 $km \cdot h^{-1}$ su bicicletis di piste 'moderne' e 152.3 e 279.0 $km \cdot h^{-1}$ su veicui carenâts (tabelle 2).

La struttura. Lis velocitàs altis che si puedin vê su veicui ciclistics carenâts, soredut in sprint di durade curte, ancje lassant in bande lis ipotesis fantasientifichis di prime di velodroms 'ermetics', a fasin sì che i veicui a sedin une vore instabii e che no si rivedin a voidâ, e chest al rint inutil il fin di chescj veicui. Par evità chest e podê duncje disfrutâ chescj mieçs a propulsion umane, la strutture e varâ di jessi costituide di une sine di forme circolâr o elitiche tignude sù cun pilons di pueste a cualchi metri parsore dal teren (figure 3). Cussì il veicul al sarâ sospindût ae sine midiant di un carel a teleferiche e i pedâi a fasaràn partî une ruode motrice metude su la sine stesse (figure 4). Chest sisteme al liberarà i braçs de 'sclavitût dal manubri' par podê doprâju par aumentâ la potence, midiant un altri sisteme di trazion movût di ma-

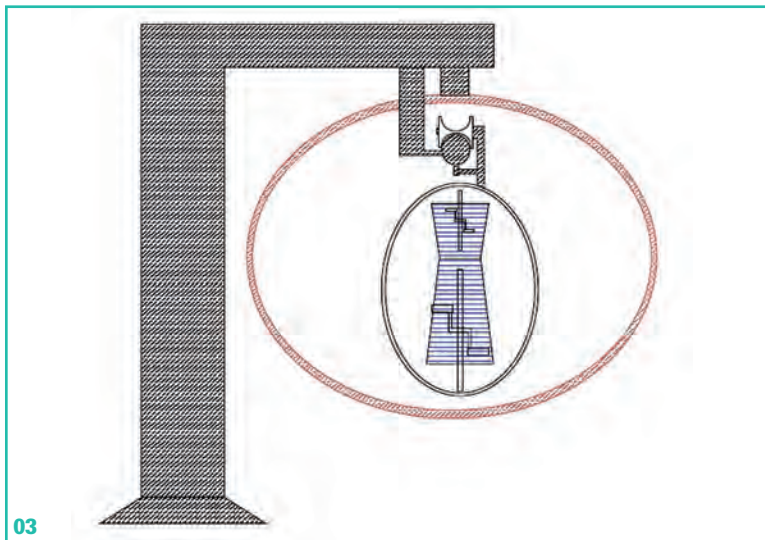
nuelis. Cussì la massime potence muscolâr che il sogjet al pues svilupâ e sarâ plui grande di chê dade dome dai arts inferiôrs.

La sine e sarâ cussì grande che si varâ di sistemâ la strutture di fûr (viôt plui indevant), e duncje no si podarâ doprâle cuant che al è brut timp (ploie, aiar, ecc.). Par evità chest la sine e podarâ sedi metude dentri di un tubi grant par fâ stâ ancje il veicul, che e protezarâ veicul e 'ciclist' dal maltimp (figure 4). Cun di plui, pression e composizion dal aiar dentri tal tubi a podaran jessi controlâts di sistemis di pueste che a permetaran di sbassâ la densità dal aiar fassint cressi tal stes timp la frazion di ossigjen. Come dit parsore, chest al permetarâ di ridusi R_{tot} e duncje C, cence però penalizâ il sogjet in tiermins di massime potence muscolâr, rivant cussì a lis massimis velocitàs assolutis. Al va dit che la realizacion pratiche di chescj sistemis a volaresin un impegn tecnologic e economic di caratar 'fantasientific'.

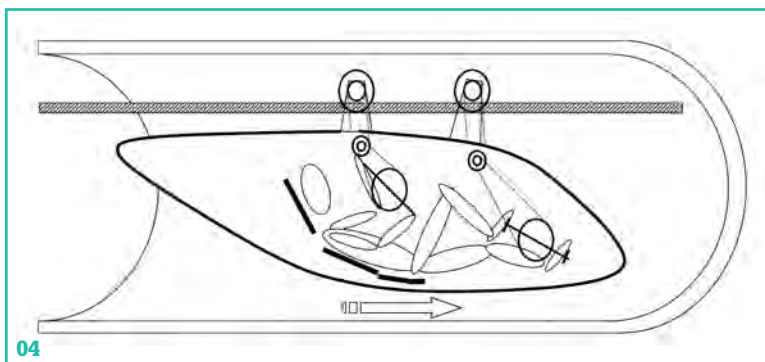
Lis dimensions. La sine e varâ doi tocs drets, tignûts dongje cun semicerclis. Ceste forme e lis sôs dimensions a puartin a consequencis biomecanichis interessantis. Di fat, intant che tai tocs drets oltri ae resistance aerodinamiche il mobil al è sottoponût dome ae fuerce pês (veicul + ciclist) agent in sens verticâl, tes dôs curvis, sul mobil e intervignarâ une acelerazion centrifughe (a_c), funzion de velocità respjet al teren (s) e dal rai di curvadure de sine (R):

$$a_c = s^2 * R^{-1} \quad 5)$$

Stant che a_c e je aplicade ori-



03



04

03. Pilons di supuart dal tubi e dal veicul (schematic).

04. Il veicul (schematic).

zontalmenti viers fûr, a 90° rispjet ae acelerazion di gravitàt (g), la acelerazion nete (g') che e agjis sul mobil e je la some vetoriâl di a_c e g (figure 5):

$$g' = \sqrt{g^2 + a_c^2} \quad 6)$$

Dôs a son lis consecuencis di chest:

1. Tai tocs curvilinis la struture de sine (la sô sezion), dal carel di sostegn e dal sisteme di trazion dal veicul a varan di permeti che une rete che e cjape dentri il centri di masse dal mobil stes su la

sine si meti in rie cul vetôr g' (viôt figure 5).

2. Il vetôr g' al è simpri plui grant di g (ecuazion 6). Duncje tai tocs curvilinis dal percors, l'atrît volvint che, a paritàt di altris cundizions e je funzion de fuarce pês, al amente di un fatôr che al dipent dal rapuart g' · g⁻¹.

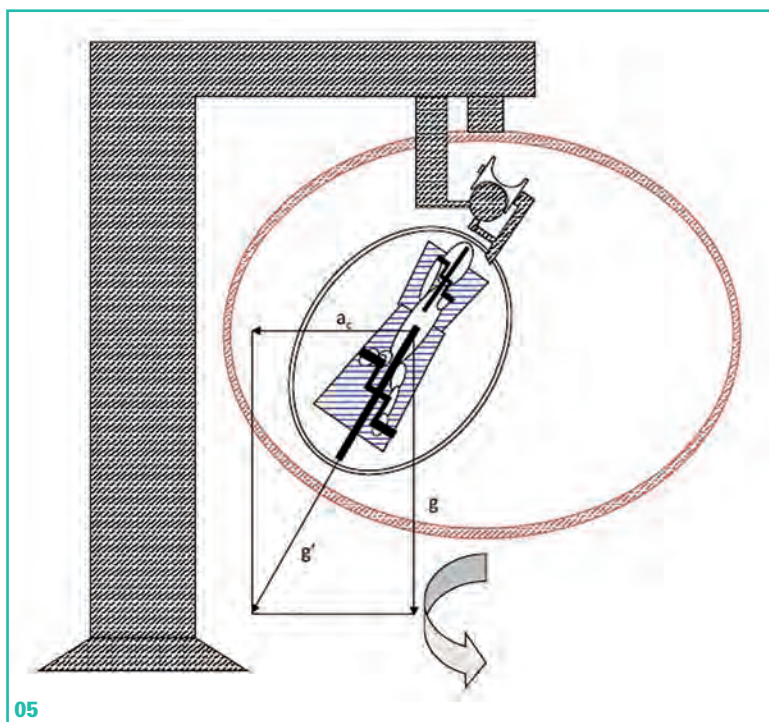
L'aument dal atrît volvint (a) (tabelle 1) tai tocs curvilinis de sine al fâs sì che, par mantignî la velocitât costante, in chescj tocs al covente aumentâ la potence mecaniche buride fûr di un fatôr che al dipent dal rapuart g' · g⁻¹ e duncje de velocitât (s) e dal rai di curvadure (R). Chest al è rapresentât te figure 6A e B, dulà che il rapuart g'/g, o ben l'increment relatîf de fuarce pês dal mobil (veicul + ciclist) e la

potence che e covente par mantignî ognidune des cuatri velocitâts 'tipo', elements di fonde di chest studi, a son indicâts in funzion dal rai di curvadure. Lis cuatri velocitâts di fonde a son chês stimadis, su veicul carenât, par un ciclist di élite che al disvilupedi une massime potence aerobiche di 450 W e anaerobiche di 1800 W a nivel dal mâr (90,5 e 149 km/h) o a P_B = 110 mmHg in O₂ pûr (152,3 e 279,0 km/h) (viôt tabelle 2).

Chest al met dai limits a lis dimensions de struture che o vin ipotizât culi. Come che o vin dit parsore, di fat, l'aument dal atrît volvint pe acelerazion centrifughe tai tocs curvilinis dal percors al puarte cun sê un aument proporzionâl de potence mecaniche domandade, a paritàt di velocitât. Subit daûr si trataran i doi câs estremis:

- A. La ipotesi di minime dulà che la struture e vebi lis dimensions di une piste standard di atletiche che, come che si viodarà, e met dai limits a lis prestazions massimis.
- B. Une ipotesi ideâl, dulà che la sine e vebi une lungjece di 6 km cun rai dai tocs curvilinis di 500 m, che al permetarès il disfrutament ideâl de struture stes.

Te ipotesi in A), la struture e varà une forme ovâl, cu lis stessis dimensions di une piste di atletiche. I pilons di sostegn de sine a saran metûts par fûr de piste e la sine e sarà sospindude parsore de corsie corrispondente. I doi retilineis a varan duncje une lungjece di 85 m ognidun e lis dôs curvis che ju unissin un rai di 46,4 m par une lungjece di 145,75 m ognidun, che al puartarà la lungjece totâl de sine a 461,5 m tal câs di une piste a vot corsis.



05. Representazion schematiche dai efietis de acelerazion centrifughe (a_c) e de acelerazion di gravitàt (g) sul veicul in curve (detais tal test).

Duncje tai tocs curvilinis des sinis ($R \approx 45$ m), a lis velocitâts aerobicichis massimis che si puedin vê di un ciclist di élite (cuntune potence di 450 W), la fuarce pês agjent sul mobil e sarà aumentade di un fatôr di cirche 1.75 e la potence domandade par mantignî la velocitât costante e larà sù a cirche 500 W (figure 6A).

Tal câs des velocitâts anaerobichis massimis, la fuarce pês agjente tai tocs curvilinis des sinis e aumentarà di cirche 4 voltis, puartant la potence mecaniche di 1800 a 2150 W (figure 6A).

Tal câs che la struture e podes permeti prestazions in O_2 pûr a une pression di 110 mm Hg, no sarès pussibile par vie che tai tocs curvilinis, aes massimis velocitâts aerobicichis, la fuarce

pês e aumentarès di 4.8 voltis puartant la potence domandade a 940 W e aes massimis velocitâts anaerobichis la fuarce pês e aumentarès di cirche 13.6 voltis puartant la domandade di potence di 1800 a 4540 W (figure 6B).

Duncje une struture di dimensions companis di chês di une piste standard di atletiche e permetarès dome prestazions di caratar aerobic in aiar a pression barometriche di 760 mm Hg. Dutis lis prestazions sprint, cussì come chês in atmosfere a pression barometriche plui basse, a saressin invezeit plui o mancun penalizadis.

Te ipotesis ideâl, come in B, i doi retilinis de sine a varan une lungjece di 1586.3 m e il rai dai tocs curvilinis al sarà di 450 m, che al puarte la lungjece total dal percors a 6000 m e la superficie complessive a cirche 2.25 km² (225 etars).

In chest câs, tai tocs curvilinis a pression barometriche nor-

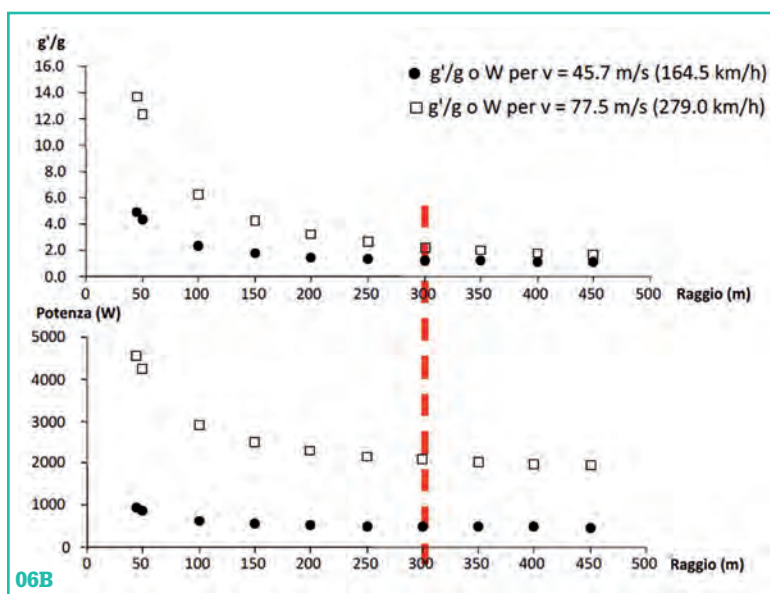
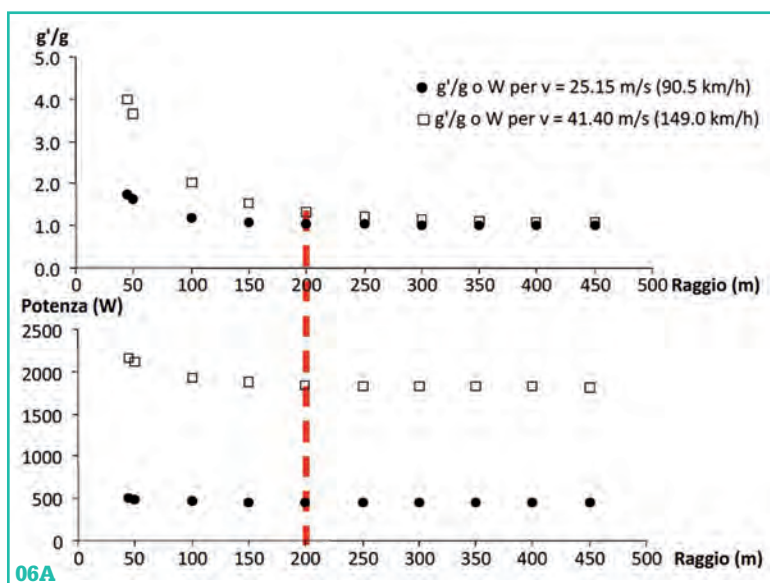
mâl, a lis massimis velocitâts aerobicichis la fuarce pês e cressarès dal 1% e a lis massimis velocitâts anaerobichis dal 7%, un aument duncje dal dut margjinâl (figure 6A). Tal câs invezeit di prestazions in O_2 pûr a une pression di 110 mm Hg, la fuarce pês (e duncje l'atrît volvint) a lis massimis velocitâts aerobicichis al cressarès dal 4% cirche, puartant la domandade di potence di 450 a 466 W; a lis massimis velocitâts anaerobichis, la fuarce pês (e duncje l'atrît volvint) al cressarès (dal 8% cirche), puartant cussì la richieste di potence di 1800 a 1950 W cirche (figure 6B).

Chest model di struture al permetarès duncje un disfrutament total de potence muscolâr umane par rivâ a lis massimis velocitâts assoldis, ancje par vie dal fat che il cronometraç des velocitâts massimis di un sprint cun partence lançade al sarès fat sul toc dret de sine disfrutant invezeit pe acelerazion il trat curvilini di prime.

Al è evident che, tra i doi esemplis estremis mostrâts parsore, a son cetantis soluzions intermediis, in tiermins di dimensions e di rais di curvadure, cun carateristicichis in tiermins di prestazions che a puedin jessi analizadis tant che tes figuris 2 e 6.

No si pues escludi che une struture come cheste e podedi jessi fate sù disfrutant feroviis dismetudis, orizzontâls e avonde lungjis. In chest câs il veicul al larès costruît par permeti l'ûs dai arts inferiôrs e/o superiôrs.

Une stime dai coscj. I coscj di costruzion de struture a podarès jessi sbassâts se, invezeit di jessi sospindude a pilons di ciment come tes figuris 3 e 5, e



06A e B. Rapuart g'/g (panel parsore) e potence mecaniche (W) (panel sot) in funzion dal rai di curvadure de piste (m) par un veicul carenât a lis massimis velocitâts aerobichis e anaerobichis (segnadis) a 20° C , nivel dal mâr (A) e in ossigjen pûr a $P_b = 110 \text{ mm Hg}$ (B). La linie tratinate vertical e mostre il rai che parsore di chel l'efiet de acelerazion centrifughe e devente pôc impuartante ancje a lis massimis velocitâts anaerobichis.

fos tignude sù cun cavalets di fier a cirche 1 metri de tiere, come te descrizion che e ven (par chê o ringracii la cortesie

dal inz. Livio Fantoni, Studi Conti e Associati, Udin). La struture dal tunnel che al puarte la sine dulà che al cor il veicul in sospension e je fate di centinis elitichis formadis cun tubi cuadri di $100 \times 100 \text{ mm}$, cun as plui grant di 3.1 m e as plui piçul di 2.5 m, metudis cun interas di 7.5 m. Lis centinis a son poiadis par tiere cun cavalets di fier che a tegnin la struture a 0.95 m de tiere e a son colegadis sot cun longarons

metûts par lunc cuintrivintâts che a tegnin sù il palc e cun corints tubolârs dilunc des gjeneratoris dal cilindri. Parsore de centine e je picjade la sine di scoriment dal veicul, costituide di un profilât tubolâr. Stant che cuant che si dopre l'implant e covente une protezion cuintri il brut timp, il cilindri a sezion elitiche al è taponât parsore e riviestît cuntune impalcadure in lamiere metaliche spesse 2 mm. I flancs a son riviestûts di plexiglass trasparent o traslucit cun viertiduris cuintri de condense. Il pês de struture metaliche, riferît ae lungjece di dut il cilindri, al è di cirche 220 kg/m e il cost, cu la zincadure o vernisadure dal pavimento, si pues stimâ in 1200 euro al metri, plui la paneladure di plexiglass, cun cirche 600 euro al metri. Lis fondis in blocs di beton par 30 euro al metri, par un totâl duncje di 1830 euro al metri (i presits a son riferîts al 2009).

Il cost net di costruzion di une struture ideâl (ipotesi B) al rivarès duncje a 11.000 k€, invezeit chês de struture minime (ipotesi A) e sarès tor i 850 k€.

La costruzion dal veicul, daûr di une stime che nus à dât il prof. inz. Alfredo Soldati dal Dipartiment di Energetiche e Machinis de Universitât di Udin, e compuarte un cost totâl lort di cirche 950 k€ (an 2009).

Si à di dî ancje che l'ûs di tocs dismetûts di liniis feroviariis su teren plan a sbassaressin une vore i coscj di costruzion de struture. Duncje la costruzion dal veicul e podarès jessi diferente par jessi compatibile cu la struture feroviarie.

Sinopsi. Tes pagjinis indaûr si è deliniât un 'Templi' des velocitâts massimis assoludis su veicui a propulsion umane. Lis

conclusions principâls a son metudis in struc chi sot:

- Veicul a trazion di stamp ciclistic sierât in armadure aerodinamiche e picjât a une sine.
- Sine costituide di doi tocs drets unîts di doi semicerclis e include intun tubi.
- Dimensions minimis de sine compagnis di chês di une piste standard di atletiche.
- Dimensions ideâls de sine: lungjece 6000 m, rai dai tocs curvilinis 450 m.
- Tal câs di c), lis prestazions

a saran limitadis aes massimis velocitâts aerobichis (ca $90 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$).

- Tal câs di d), lis prestazions dilunc dai sprint massimâi de durade di 20 s a rivaressin a $150 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$.
- Se si podês meti dentri dal tubi che al fâs sù la sine e veicul + ciclist ossigjen pûr a une pression di 110 mm Hg, lis massimis velocitâts aerobichis e anaerobichis, tal câs d), a laressin sù ai valôrs di 164 e $279 \text{ km}\cdot\text{h}^{-1}$.

- Lis prestazions scritis par sore a cressaressin in mò di plui se si doprassin ancje i braçs pe propulsion e/o doi o plui sogjets a pedalassin insiem tal stes veicul.

Conclusions. Lis dissiplinis sientifichis che a podaressin zovâsi di une struture come chê ipotizade, cui relatîfs cjamps di studi, e lis pussibilis aplicazions praticichis a son scritis chi sot.



PERAULIS

Dissiplinis sientifichis

Fisiologjie. Funzion muscolâr e cardiocirculatorie cui arts superiôrs e/o inferiôrs; ricambi gasôs; termoregolazion.

Medicine e riabilitazion. Otimizazion di veicul e sisteme di propulsion par disabii; strategiis di riabilitazion.

Science dai materiâi. Fuarcis e tensions su veicul; sisteme di trazion; struture di supuart.

Siencis spaziâls. Periodis curts di ipergravitât, come chei tai svoi parabolicis.

Aplicazions praticichis

Ativitâts ludichis. Si podaran organizâ competizions su distancis o timps predeterminâts su veicui standard (furnîts de organizazion e ducj compagns) o fats di pueste dai concorincj. A cui che al vûl provâ plui distancis si podarâ dâ une atestazion che e certifichi i risultâts otignûts. Si podaran organizâ

manifestazions sportivis diferentis, par esempli garis di inseguiment.

Centine. Struture provisorie di len o di metal par tignî sù un arc o une volt.

Disabilitât e riabilitazion. Studi di posizion e sisteme di propulsion che a permetin a personis disabilis di rivâ a lis lôr prestazions miôr daûr de patologjie. Il 'Templi' al podarâ jessi ancje doprât pe riabilitazion post traumatiche o dopo malatiis neuromuscolârs, cardiovascolârs o metabolicis e in dutis chês cundizions dulâ che tignî sù il propri pês al pues jessi un probleme (obesitât, vecjaie, malatiis neuromuscolârs).

Drag. Resistance aerodinamiche.

Ipergravitât. Tai tocs curvilinis de sine il veicul, e dut ce che al è dentri, al sarâ sotponût a un vetôr centrifuc che al permetarâ di studiâ lis rispuestis car-

diovascolârs e sensoriis - motoriis a cundizions similis ae ipergravitât.

Lis massimis prestazions. Studi de miôr forme aerodinamiche dal veicul e di sistemis di propulsion che a permetin di doprâ ducj i doi arts inferiôrs e superiôrs, ancje in veicui a doi o plui sogjets.

Sine. Linie di metal che e fâs di vuide a carei, puartis, tendinis, ruedis di un tren o di un tram.

Strumentazion. Progjetazion e disvilup di sistemis di rilêf dai parametris di interès, come chel che e veve sperimentât la agenzie spaziâl europeane (ESA) pal studi di cetantis funzions fisiologjichis dilunc dal svol spaziâl e clamât Anthrorack.

Termoregolazion. Studi di sistemis di pueste che a permetin di sfantâ il calôr e il vapôr di aghe produsûts de aiûtivitât metaboliche.

PAR SAVÈNT DI PLUI

di Prampero P.E. (2000), *Cycling on Earth, in Space, on the Moon*, in «European Journal of Applied Physiology», 82, pp. 345-360.

di Prampero P.E., Antonutto G., Lazzar S. (2009), *Human powered centrifuges on*

the Moon or Mars, in «Microgravity Science and Technology», 21, pp. 209-215.

di Prampero P.E., Antonutto G., Lazzar S. (2011), *Effetti dell'assenza di peso sul sistema cardiocircolatorio*, Atti dell'Accademia Nazionale dei Lincei, CDVIII -

2011. Contributi del Centro Linceo Interdisciplinare 'Beniamino Segre', n. 125; XXXVII Seminario sulla 'Evoluzione biologica e i grandi problemi della biologia: forza di gravità ed evoluzione', pp. 109-124.