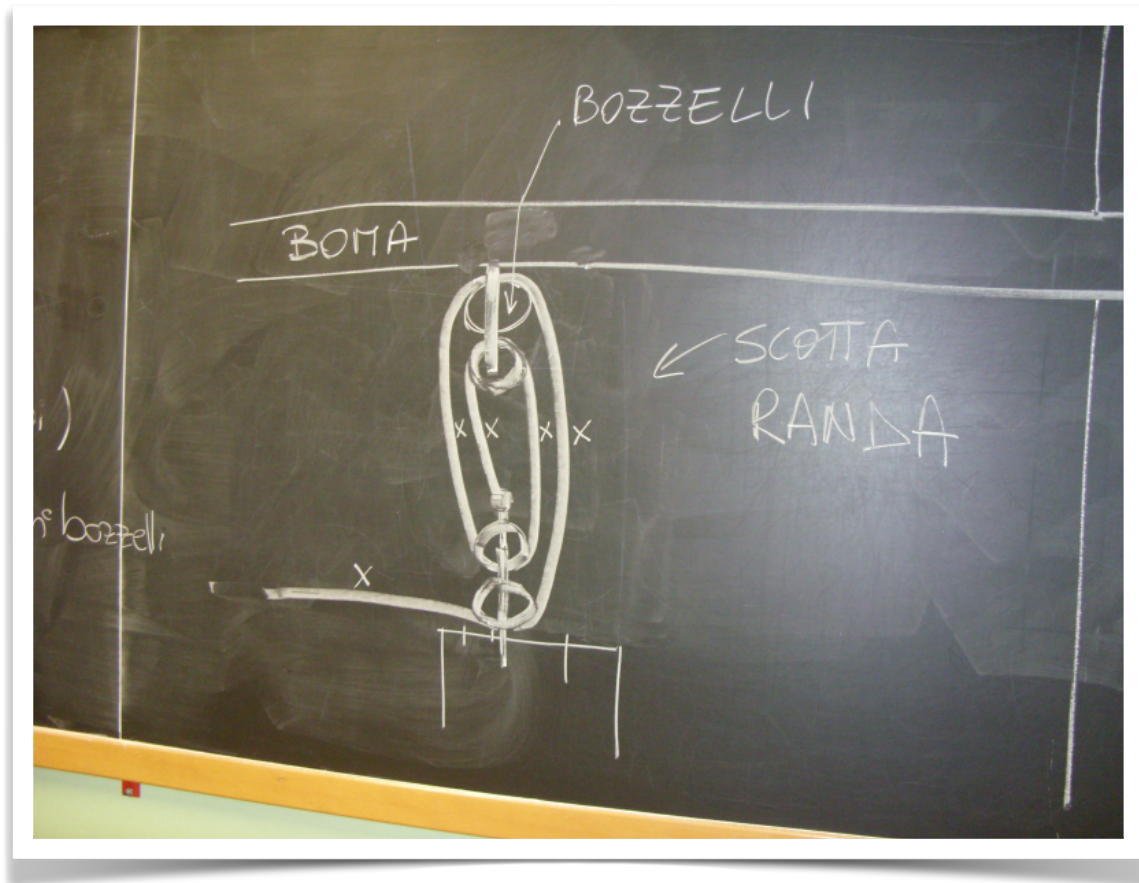




LA MATEMATICA NELLE MANI LA MATEMATICA DELLE MANI LA MATEMATICA CON LE MANI

2° parte



I fondamenti teorici per condurre una barca Leve, Carrucole, Paranchi ed Argani

Scuola secondaria di primo grado
Ponzano Veneto (TV)

prof. Gianluigi Boccalon

Con queste pagine voglio offrire un piccolo spunto operativo che possa essere la base per l'organizzazione di un laboratorio didattico come quello che ho messo in atto con la costruzione degli Optimist.

In questa seconda parte analizzeremo i concetti relativi alla "conduzione" soffermandoci ad affrontare una parte della teoria legata alla fisica che viene applicata alla "struttura" di una barca a vela.

Anche in questo caso ci accorgeremo che la quasi totalità dei concetti esposti rientra nella "normale" programmazione didattica che, grazie a questo approccio pratico e basato sulle linee guida dell'Outdoor Education, possono essere affrontati e approfonditi anche nella scuola secondaria di 1° grado.

L'esperienza personale mi ha insegnato che non esistono "**concetti difficili**", esistono semmai "**concetti complessi**" che possono tranquillamente essere capiti "**accompagnando i nostri studenti alla loro scoperta**".

Come sempre è la fantasia dell'insegnante il motore principale di questa "scoperta".

Fondamentale è l'approccio libero da condizionamenti, da vincoli, da paure di "osare" ad affrontare argomenti complessi "**non adatti a studenti della secondaria di 1° grado**".

Con Scuole Outdoor in Rete si sono affrontate imprese uniche nel loro genere, basate sulla passione di "insegnanti illuminati" che "**hanno lanciato il cuore oltre l'ostacolo**".

l'unico vero limite di tutte queste attività è solo legato alla "passione", alla convinzione che la scuola non è fatta da "clienti" o "utenti", è fatta da persone che hanno bisogno di crescere, di formare la loro personalità, di diventare donne e uomini adulti e responsabili, in grado di ragionare autonomamente e di essere "cittadinanza attiva".

È proprio questa la mission di Scuole Outdoor in Rete con la sua "**Outdoor Education for Citizenship**".

Questa formazione nei confronti di una cittadinanza globale permette di acquisire le competenze necessarie per valutare criticamente ciò che ci sta attorno e mettendo in relazione il vissuto e le proprie esperienze con le proprie prospettive future.

Questo approccio risulta fondamentale come aiuto ad un "orientamento consapevole" nei confronti del proprio futuro.

Studenti "impauriti" dalla Matematica o dalla Fisica, hanno così potuto capire che con una visione diversa, un approccio più "pratico", un'applicazione diretta dei concetti teorici, si potevano dipanare molti dubbi e molte paure.

Nella terza parte affronteremo i problemi della conduzione vera e propria della barca.

Affronteremo l'applicazione di tutti quei concetti teorici visti in classe che, quando sei da solo in barca devi applicare per ottimizzare la gestione della vela, per andare più veloce e, data la sana competizione che alimenta ogni essere umano, arrivare primi alle mini regate messe in atto in laghetto.

Ed è proprio in questi momenti che i "concetti matematici" o le applicazioni di Fisica ti aiutano a migliorare la performance e ad essere più veloce.

In questi frangenti diventano "necessari", non stai facendo scuola, stai vincendo una regata!

Questo è l'obiettivo raggiunto

LEVE CARRUCOLE PARANCHI E ARGANI

LE LEVE

Nelle applicazioni in ambito nautico, sono sempre state usate corde, carrucole, perni e pali.

Nella nomenclatura, le corde prendono un nome specifico in base al loro uso e alla loro funzione.

Si parlerà di drizze, di scotte, di sartie, di stralli, di paterazzi, di cime.

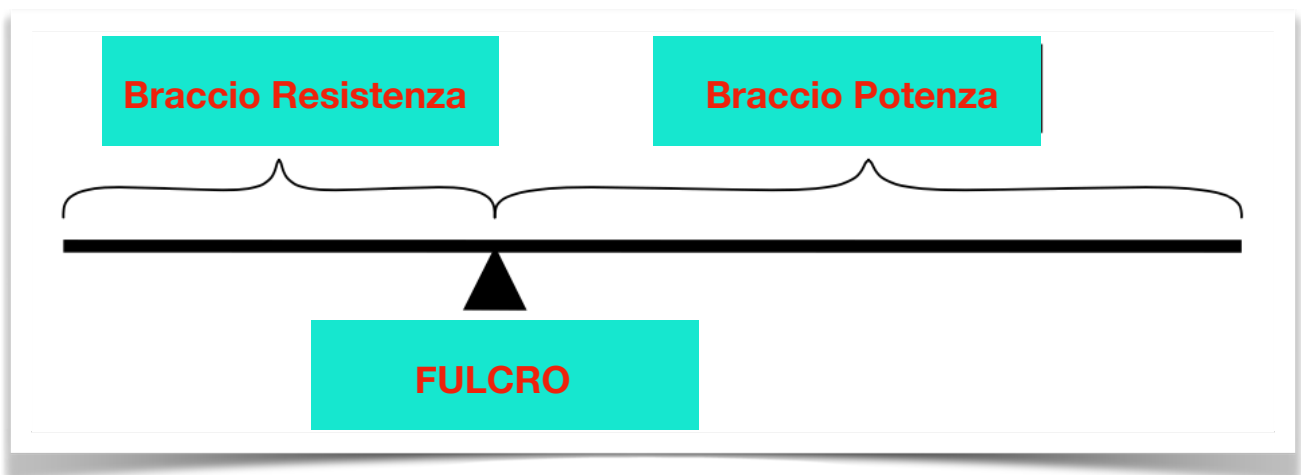
Le carrucole vengono chiamate bozzelli.

Il principio fisico su cui si basano tutte queste attrezzature, è il principio della **LEVA**.

La leva è una macchina semplice formata da un'asta rigida avente un **FULCRO** attorno a cui può ruotare.

Il fulcro divide la leva in due parti:

- 1) **Braccio della potenza.**
- 2) **Braccio della resistenza.**



Su questo attrezzo si esercitano sempre due forze:

La **POTENZA** e la **RESISTENZA**.

La potenza viene esercitata all'estremità del braccio della potenza, mentre la resistenza viene esercitata all'estremità del braccio della resistenza.

Resistenza = R

Potenza = P

Le applicazioni della leva, sono applicazioni che quotidianamente utilizziamo.

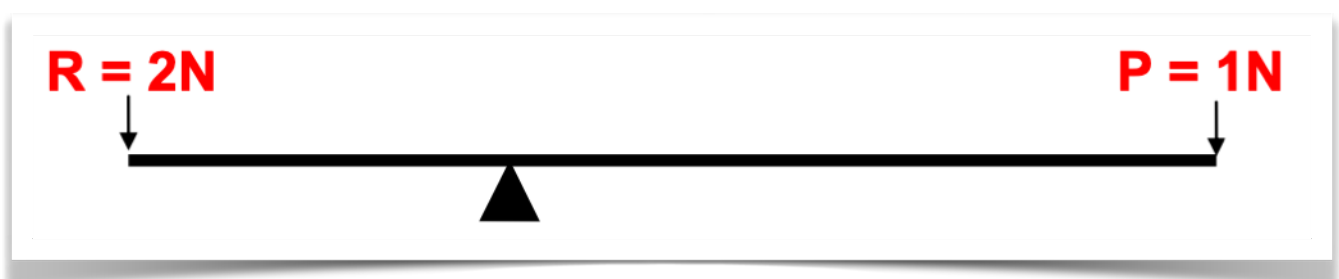
La forbice, le pinze, le chiavi inglesi, i leva chiodi, lo schiaccianoci, la carriola, sono tutte applicazioni del principio della leva

La geometria di una leva, ne condiziona il funzionamento.

Se il braccio della potenza è maggiore del braccio della resistenza, si potrà mantenere l'equilibrio di una leva con una potenza inferiore alla resistenza.

R = 2N

P = 1N



Nel nostro esempio, una resistenza di **2 Newton**, è tenuta in equilibrio da una potenza di **1 Newton**.

Infatti il braccio della potenza è il doppio del braccio della resistenza. Le formule che regolano questo equilibrio sono le seguenti:

Braccio Potenza : R = Braccio Resistenza : P

$$BP * P = BR * R$$

$$BP = (R * BR) : P$$

$$BR = (P * BP) : R$$

$$P = (R * BR) : BP$$

$$R = (P * BP) : BR$$

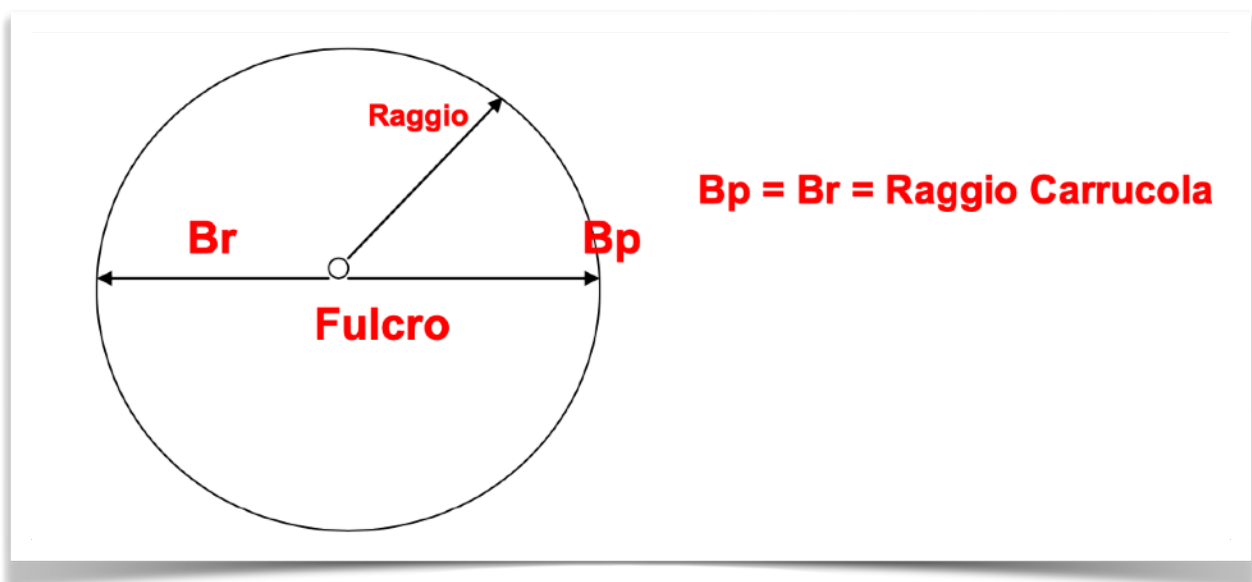
IN UNA LEVA ALL' AUMENTARE DEL BRACCIO DELLA POTENZA, DIMINUISCE LA POTENZA NECESSARIA A MANTENERLA IN EQUILIBRIO. ANALOGAMENTE ALL' AUMENTARE DEL BRACCIO DELLA RESISTENZA DEVE AUMENTARE LA POTENZA.

LE CARRUCOLE E I PARANCHI

Anche una carrucola, sfrutta questo principio.

In una carrucola però il braccio della potenza è uguale al braccio della resistenza ed il fulcro, rappresenta il perno attorno a cui ruota.

Il Bp e il Br, rappresentano il raggio della carrucola.



Br = Braccio Resistenza

Bp = Braccio Potenza

Raggio Carrucola

Fulcro

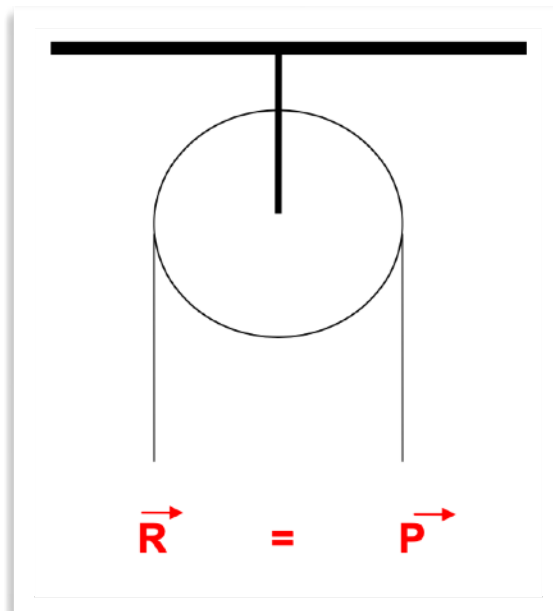
BP = BR = Raggio Carrucola

Una carrucola per funzionare ha bisogno di un punto di attacco e di una fune o una catena.

Il punto di attacco è un punto fisso.

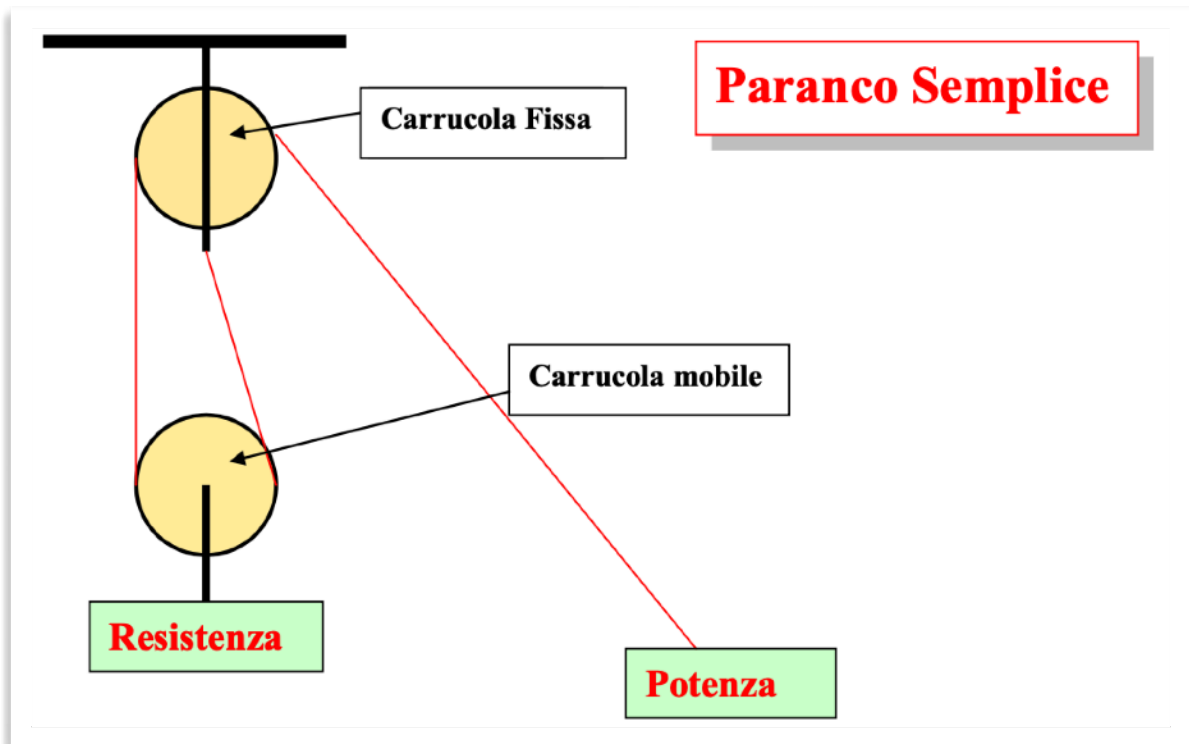
In questo punto si scaricano tutti gli sforzi della carrucola.

Sulla fune o sulla catena, gli sforzi si distribuiscono in modo equilibrato lungo ogni ramo di fune che rimane teso.

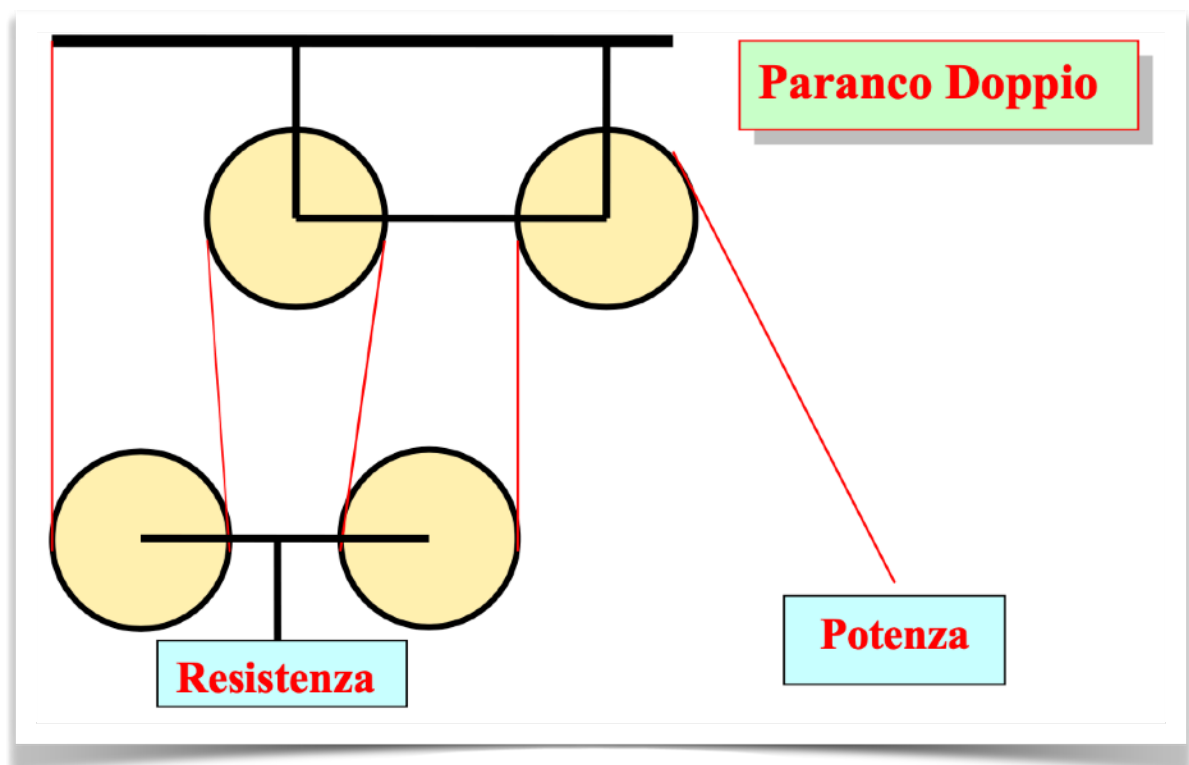


Se usiamo più carrucole possiamo ridurre lo sforzo esercitato per vincere la resistenza. In questo caso si avranno carrucole che rimangono fisse ad un punto di ancoraggio e carrucole che potranno avvicinarsi o allontanarsi da queste. Quando abbiamo più carrucole mobili e fisse, abbiamo costruito un paranco.

Se il paranco è fatto da due carrucole (**Paranco Semplice**), lo sforzo si dimezza, cioè è come se si usasse una leva avente il braccio della resistenza, la metà di quello della potenza.



Applichiamo lo stesso principio ad una carrucola mobile doppia; costruiamo perciò un paranco formato da 4 carrucole (**Paranco Doppio**).

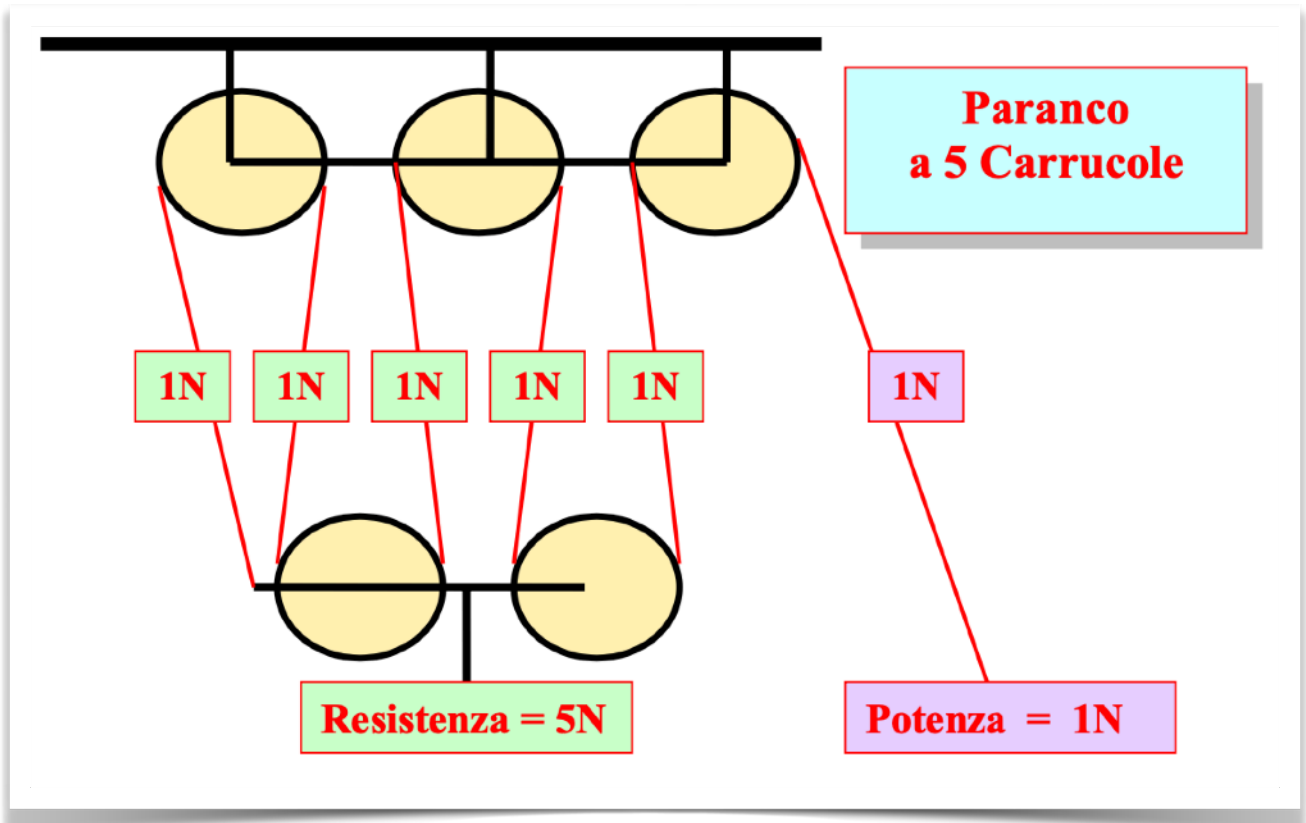


Come si può notare, lo sforzo esercitato per tenere in equilibrio il paranco, corrisponde a 1/4 della resistenza.

$$P = R : 4$$

Possiamo perciò stabilire che per calcolare la potenza necessaria a mantenere in equilibrio un paranco, basterà dividere la resistenza per il numero di carrucole che compongono quel paranco.

Vediamo ora cosa accade con un paranco formato da un numero dispari di carrucole.
(Paranco a 5 Carrucole)

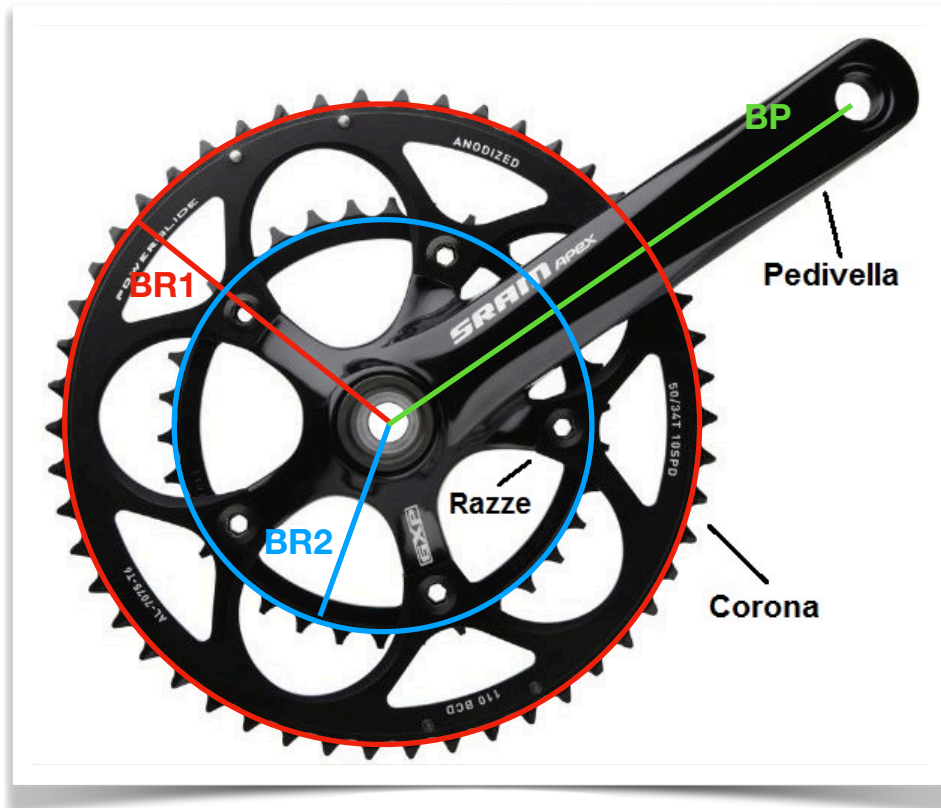


Nell'esempio del disegno, possiamo notare che la potenza che serve per tener in equilibrio la resistenza, corrisponde a 1/5 della stessa, perché le carrucole sono 5.

$$P = R : 5$$

L'ARGANO

Anche se appare estremamente diverso, l'argano svolge le stesse funzioni di un paranco. Il principio di funzionamento dell'argano è lo stesso che viene applicato al cambio della bicicletta.

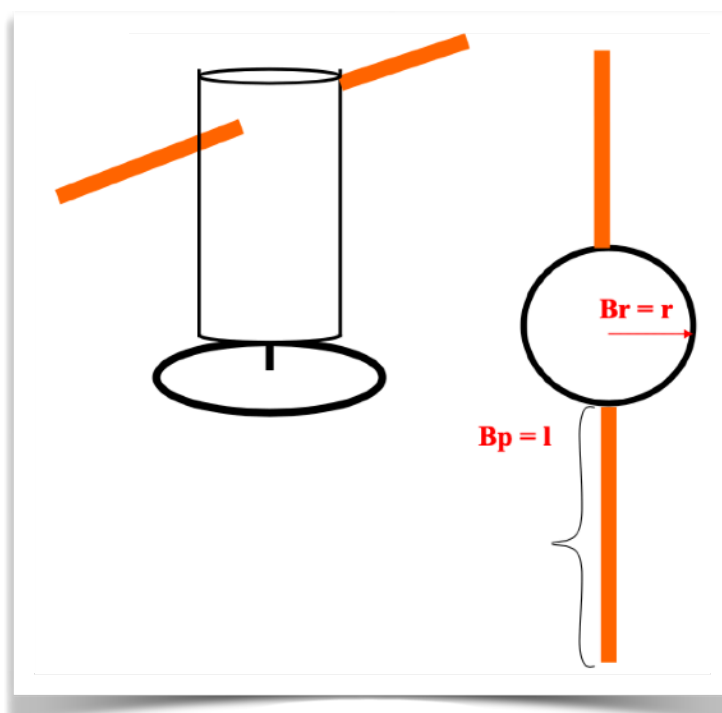
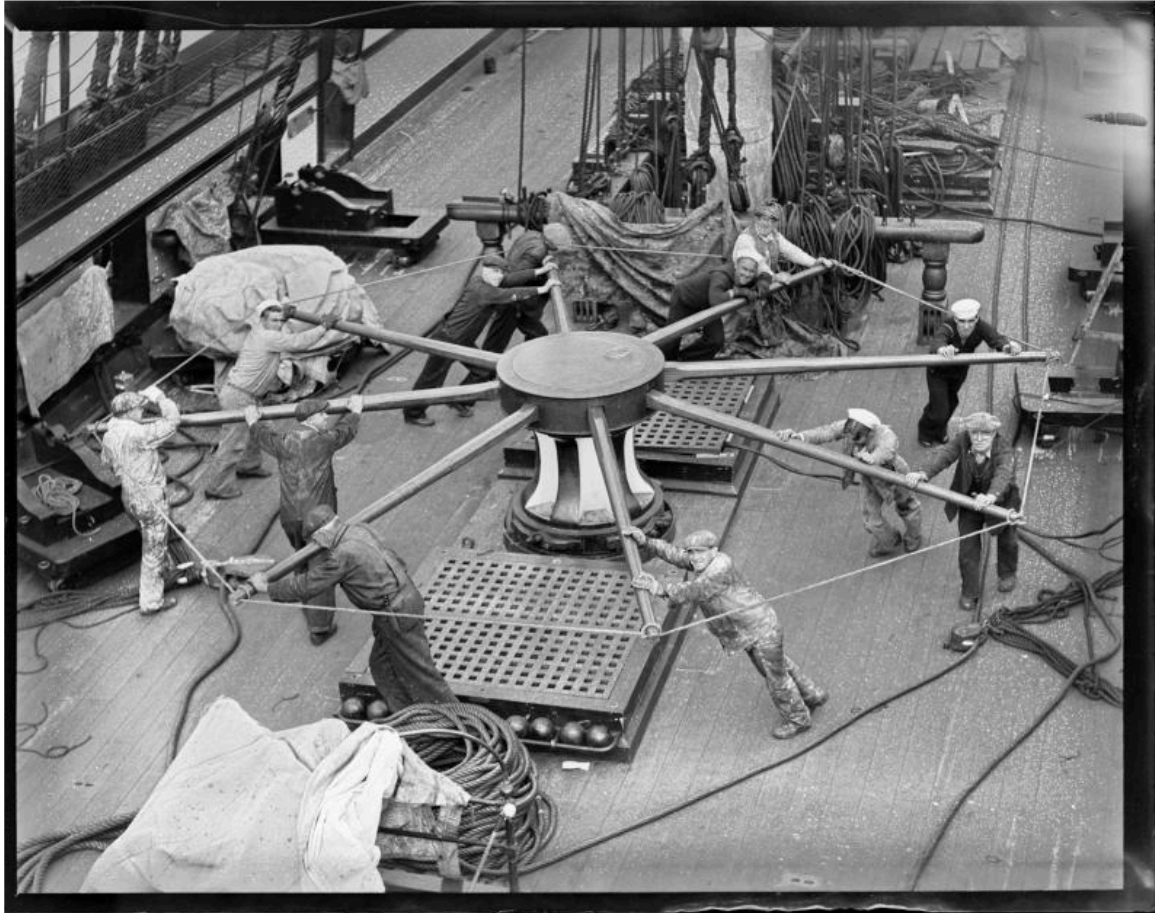


Gli argani più semplici sono quelli che i pescatori utilizzavano per spiaggiare le barche. Erano costituiti da un cilindro centrale che ruotava attorno ad un perno e da uno o più pali laterali. La corda si arrotolava attorno al cilindro centrale mentre i pescatori (o i marinai) facevano forza sui pali laterali.



Grandi argani erano utilizzati anche sulle navi per issare a bordo l'ancora ed erano movimentati da più marinai.

Il braccio della resistenza era dato dal raggio del cilindro centrale mentre il braccio della potenza era dato dalla lunghezza del palo più il raggio del cilindro centrale. Il perno di rotazione svolgeva la funzione di fulcro.



$$Br = r$$

$$Bp = l + r$$

Gli argani più semplici, sono formati da un cilindro di raggio r , e da un palo di lunghezza $(l+r)$, ovviamente maggiore di r .

$$Bp = (l + r)$$

$$Br = r$$

Al cilindro è agganciata una corda che viene arrotolata dal movimento del palo.

Il palo è il punto in cui si applica la potenza, mentre il tronco cilindrico è il punto in cui viene applicata la resistenza.

La fune è l'organo di collegamento tra la resistenza e il cilindro.

Il palo è il punto in cui si applica la potenza, mentre il tronco cilindrico è il punto in cui viene applicata la resistenza.

Con l'argano, vale il principio della leva:

Braccio Potenza : R = Braccio Resistenza : P

$$BP * P = BR * R$$

$$BP = (R * BR) : P$$

$$BR = (P * BP) : R$$

$$P = (R * BR) : BP$$

$$R = (P * BP) : BR$$

quando l'argano compie un giro, il percorso che ha fatto il pescatore è una circonferenza che misura

$$2 \pi * (l+r) = 2 * 3,14 * (l+r) = 6,28 * (l+r)$$

la corda viene recuperata di una lunghezza pari alla circonferenza del cilindro che sarà:

$$2\pi * r = 2 * 3,14 * r = 6,28 * r$$

se il palo è il doppio del raggio, lo sforzo del pescatore sarà 1/3 della resistenza della barca.

Se il palo è il triplo del raggio del cilindro, lo sforzo sarà 1/4 della resistenza della barca.

Il percorso a piedi che farà il pescatore, sarà il triplo del percorso della barca se il palo è il doppio del raggio del cilindro, mentre sarà il quadruplo se il palo è il triplo del raggio del cilindro.

RICAPITOLANDO

come abbiamo visto, il principio della leva si applica pari pari sia ai paranchi, sia agli argani.

In una leva all'equilibrio si ha sempre la seguente relazione:

$$Bp * P = Br * R$$

Da questa relazione possiamo ricavare tutte le formule risolutive utili nei nostri problemi.

$$P = Br * R / Bp$$

$$R = Bp * P / Br$$

$$Bp = Br * R / P$$

$$Br = Bp * P / R$$

Un paranco lo possiamo considerare come una leva avente il **Br** uguale ad una unità ed il **Bp** uguale a tante unità quante sono le carrucole (bozzelli) che formano il paranco. Il principio della leva (**Bp · P = Br · R**) lo potremmo perciò riscrivere:

$$\text{n° Carrucole} : R = 1 : P$$

$$\text{n° Carrucole} * P = 1 * R$$

da cui si potrà cavare che:

$$\text{n° Carrucole} = 1 * R / P = R / P$$

$$P = R * 1 / \text{n° Carrucole} = R / \text{n° Carrucole}$$

$$R = P * \text{n° Carrucole} / 1 = P * \text{n° Carrucole}$$

In un argano La lunghezza del palo (**l+r**) è il Braccio della potenza **Bp**, mentre il raggio (**r**) del cilindro attorno a cui si arrotola la corda, è il Braccio della resistenza **Br**, pertanto si avrà che:

$$(l + r) = Bp \qquad r = Br$$

per un argano, il principio della leva sarà perciò:

$$(l + r) : R = r : P$$

$$(l + r) * P = r * R$$

da cui si potrà ricavare che:

$$P = r * R / (l + r)$$

$$(l + r) = r * R / P$$

$$R = (l + r) * P / r$$

Risoluzione guidata di problemi su leve, carrucole, paranchi ed argani

Affrontiamo ora la risoluzione dei problemi legati alla conduzione di una barca a vela ed allo sforzo che il timoniere deve fare sulla scotta della randa per mantenere una determinata andatura.

Ovviamente in questi problemi ci si riferisce alla conduzione di una barca a vela cosiddetta "deriva".

PROBLEMA 1

Calcolare lo sforzo che il timoniere deve fare per tenere la scotta della randa se il vento sul boma esercita una forza di 720 N e il paranco è formato da tre bozzelli (carrucole).

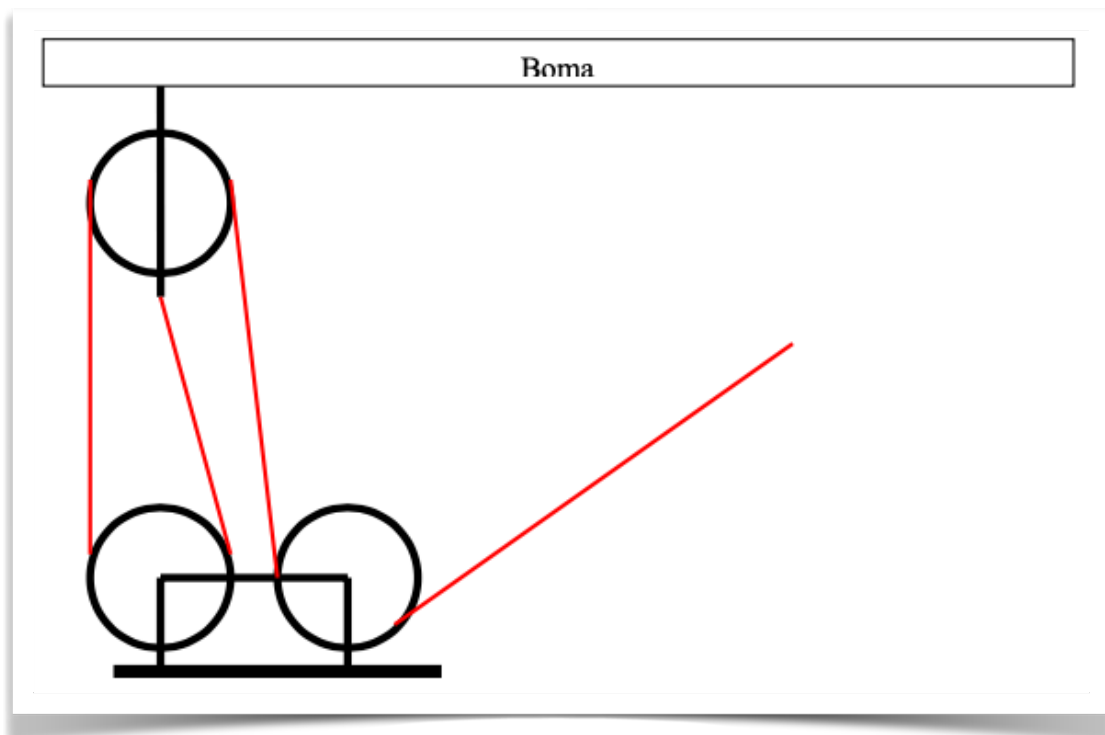
DATI

$P=?$

$R = 720 \text{ N}$

N° bozzelli = 3

RISOLUZIONE



Il timoniere deve esercitare una forza uguale alla forza di equilibrio.

Si applica il principio della leva all' equilibrio.

$n^\circ \text{ bozzelli} : \text{Resistenza} = 1 : \text{Potenza}$

$n^\circ \text{ bozzelli} \cdot \text{potenza} = 1 \cdot \text{resistenza}$.

$\text{Potenza} = \text{Resistenza} \cdot 1 / n^\circ \text{bozzelli} = \text{Resistenza} / n^\circ \text{bozzelli} = 720 \text{ N} / 3 = 240 \text{ N}$

RISPOSTA

Il timoniere per mantenere la sua rotta deve esercitare uno sforzo sulla scotta della randa pari a 240 N.

PROBLEMA 2

Calcolare lo sforzo necessario a spiaggiare una barca se l'argano utilizzato ha un cilindro del raggio di 30 cm, il palo della lunghezza (l+r) di 150 cm e la resistenza offerta dalla barca è di 1500 N.

DATI

P = ?

r = 30 cm

l + r = 150 cm

R = 1500 N

RISOLUZIONE

Lo sforzo che deve esercitare il pescatore per piaggiare la barca, deve essere maggiore dello sforzo all'equilibrio perché se fosse uguale la barca rimarrebbe ferma e non potrebbe essere trainata a riva (spiaggiata).

Anche in questo caso vale il principio della leva:

$$B_r * R = B_p * P$$

e più precisamente sapendo che: $B_r = r$ (raggio cilindro) $B_p = (l+r)$ (lunghezza palo)

Si avrà che:

$$(l+r) * P = R * r$$

e applicando la formula

$$P = r * R / (l+r) = 30 \text{ cm} * 1500 \text{ N} / 150 \text{ cm} = 300 \text{ N}$$

siccome la barca deve essere spiaggiata, lo sforzo fatto dal pescatore, dovrà essere maggiore di 300 N.

RISPOSTA

Lo sforzo che il pescatore deve effettuare per spiaggiare la barca dovrà essere maggiore di 300 N.

PROBLEMA 3

Calcolare la forza necessaria a sollevare un peso di 3600 N se si usa un paranco formato da 2 bozzelli tripli.

DATI

Peso = 3600 N

n° carrucole = 6

potenza = ?

RISOLUZIONE

$$P = R / (n \text{ carrucole}) = 3600 \text{ N} / 6 = 600 \text{ N}$$

RISPOSTA

Con un paranco formato da due bozzelli tripli, per sollevare un peso di 3600 N sarà necessario applicare una potenza maggiore di 600 N

Un po' di esercizi per allenarci. Ogni insegnante ne può inventare a piacimento sulla base di questi esempi

Problema 1

Calcolare lo sforzo necessario a spiaggiare una barca che offre una resistenza di 4200N se si usa un paranco formato da 2 bozzelli tripli.

Problema 2

Calcolare lo sforzo necessario a sollevare una peso di 3600N se si utilizza un argano avente il palo il quadruplo del raggio del cilindro.

Problema 3

Calcolare la potenza minima necessaria a spiaggiare una barca se la sua resistenza é di 900N e il palo su cui il pescatore esercita la potenza é il triplo del raggio del cilindro.

Problema 4

Calcolare lo sforzo necessario a tenere la scotta della randa di un Alpa S (paranco formato da 4 bozzelli) se lo sforzo del vento esercitato sul boma é di 720N.

Problema 5

Calcolare lo sforzo necessario per cazzare (tirare) la scotta della randa di un optimist sapendo che lo sforzo esercitato dal vento sul boma é di 420N.

Problema 6

Calcolare qual é la resistenza massima che può offrire un'imbarcazione per essere spiaggiata se la potenza massima che si può esercitare sull'argano é di 250N ed il palo é (l+r) quadruplo del raggio del cilindro.

Problema 7

Calcolare quanti pesi di massa unitaria servono per equilibrare una massa di 12u posta a 2u di lunghezza dal fulcro sapendo che il Bp della leva misura 6u di lunghezza.

Problema 8

Calcolare lo sforzo necessario a lascare (mollare) la scotta della randa se la resistenza del vento sulla vela é di 500N ed il paranco é formato da 2 bozzelli doppi.

Problema 9

Calcolare lo sforzo necessario a ruotare la barra del timone se la pala é larga 50 cm, la resistenza dell'acqua é di 80N e la barra del timone é lunga 1 m.

Problema 10

Calcolare la resistenza massima che può essere **sollevata** da un paranco formato da 5 carrucole se la potenza applicata é di 250N.

Problema 11

Calcolare la potenza necessaria a mantenere in equilibrio una vela se il Bp misura 80 cm, il Br misura 20 cm e la resistenza applicata é di 540N.

Problema 12

Calcolare lo sforzo necessario a lascare la scotta della randa se lo sforzo esercitato dal vento sul boma é di 640N e il paranco é formato da 2 bozzelli doppi.

Dire all'incirca a quanti chilogrammi forza corrispondono

Problema 13

Calcolare lo sforzo necessario a calare un'imbarcazione lungo un piano inclinato se la resistenza offerta dalla barca é di 3500N, il diametro del cilindro dell'argano é di 80 cm mentre la lunghezza (l+r) del palo é di 1,4 m.

Problema 14

Calcolare lo sforzo necessario a issare una barca lungo un piano inclinato se la resistenza offerta dall'imbarcazione é di 4000N e il diametro del cilindro dell'argano é 1/5 della lunghezza (l+r) del palo.

Problema 15

Calcolare lo sforzo necessario a cazzare la scotta della randa se la forza esercitata dal vento sul boma é di 1500N e il paranco é formato da un bozzello triplo e da uno doppio.

Disegnare il paranco ed esprimere anche i valori calcolati in kg_f.

