



Quante PENDENZE



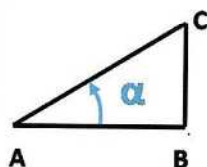
Insieme al grip e al guado, la pendenza è la tipica sfida del fuoristrada. Ecco allora tutto quello che bisogna sapere quando occorre affrontare la legge di gravità o di Newton!

La pendenza è il rapporto tra il dislivello di due punti e la loro distanza topografica (sul piano orizzontale). Utilizziamo il termine inclinazione (espresso generalmente in gradi sessagesimali) per l'angolo che un piano, o una linea, forma con un piano di riferimento, come per es. il suolo. Inclinazione del veicolo e pendenza del terreno possono non coincidere per effetto del sistema sospensivo (es. nel caso di trasferimento di carico dinamico o disposizione di

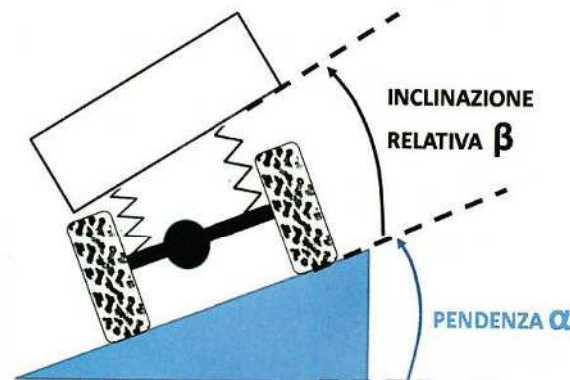
pesi a bordo). Nella marcia su terreni non preparati dobbiamo affrontare dossi, cunette e piani variamente inclinati. Rispetto al veicolo, l'ingegneria dei terreni individua quattro modelli di misura:

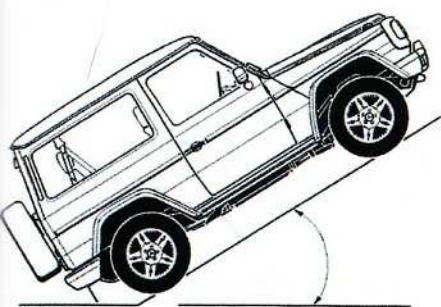
Pendenza longitudinale

È quella più intuitiva, lungo l'asse longitudinale del veicolo (lato più lungo). Può essere percorsa in salita e discesa, in marcia avanti o retromarcia, ma sempre in direzione della



PENDENZA = BC/AB
Dove:
BC = ELEVAZIONE
AB = DISTANZA TOPOGRAFICA

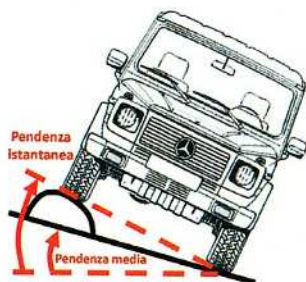




PENDENZA LONGITUDINALE



PENDENZA TRASVERSALE



pendenze fondamentalmente si dividono in longitudinali e trasversali. All'interno di questi due macro tipi esistono ulteriori suddivisioni, come evidenziato nei disegni sopra.

Tabella di conversione misure di pendenza

Pend. (°)	Pend. (%)	Gradiente
2,9	5	
5,7	10	1:10
11,3	20	1:5
14,0	25	1:4
16,7	30	1:3,33
21,8	40	1:2,5
26,6	50	1:2
31,0	60	1:1,67
35,0	70	1:1,43
38,7	80	1:1,25
45,0	100	1:1

massima pendenza per evitare il ribaltamento del veicolo.

Pendenza trasversale

Spesso insidiosa, è la pendenza lungo l'asse trasversale del veicolo (lato più corto). Può essere affrontata in marcia avanti e retromarcia, possibilmente a ruote diritte per evitare l'intraversamento del veicolo. Per entrambe queste geometrie, sui terreni non preparati, si possono avere altri due modelli di misura:

- Pendenza media

Quella di una retta che

rappresenta idealmente la media del profilo delle asperità del terreno (interpolazione) su una data distanza. Può quindi cambiare a seconda della base (distanza) considerata. Si può prendere per base il passo del veicolo, oppure tutta la distanza di una salita (o discesa), dall'inizio alla fine.

- Pendenza di spunto

È la pendenza puntuale di un'area del terreno che deve essere superata dal pneumatico. Può essere istantaneamente diversa per ogni pneumatico. La pendenza di spunto può essere notevolmente più alta di quella media e quindi richiedere al veicolo ed ai pneumatici il massimo della capacità di trazione (grip, coppia, potenza, inerzia). Inoltre può determinare un valore istantaneo d'inclinazione del veicolo che può raggiungere o superare l'inclinazione massima, sia trasversale che longitudinale, con il rischio del ribaltamento, anche su pendenze nei limiti di sicurezza. Nella realtà, sui suoli non preparati, queste condizioni



di "pendenza" si possono trovare tutte istantaneamente e sta al pilota (o al co pilota nella guida a terra) avere la giusta attenzione e sensibilità per affrontarli. Anche l'elettronica più recente e i cambi automatici aiutano a dosare opportunamente le forze di trazione.

LA PENDENZA DEL TERRENO SI MISURA RISPETTO AL PIANO ORIZZONTALE IN TRE MODI:

Pendenza in Gradi

È l'angolo misurato in gradi (°), generalmente sessagesimali, cioè un angolo retto corrisponde a 90°. Questo sistema viene usato anche per misurare le inclinazioni del veicolo e per indicare la pendenza laterale massima sopportabile dai 4x4 (in genere tra 30°/40°)

Pendenza in % (pendenza di livelletta)

Rappresenta l'elevazione espressa in % di una base orizzontale di riferimento. Ad esempio, su una distanza orizzontale di 10 m, se ci si eleva di 10 m, cioè il 100% della base stessa; la pendenza è appunto il 100%, corrispondente ad un angolo di 45°. E' il sistema usato in ingegneria dei trasporti per la costruzione delle strade e delle vie ferrate. Su asfalto non si supera il 10%, ammesso al massimo il 20% per tratti brevissimi; le carrarecce militari non dovevano superare il

12%. Viene usato spesso per indicare la pendenza massima superabile dai veicoli 4x4 con riduttore che, in genere, è il 100%, cioè 45°.

Pendenza in Gradiente (o Rapporto di Pendenza)

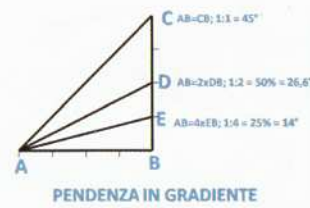
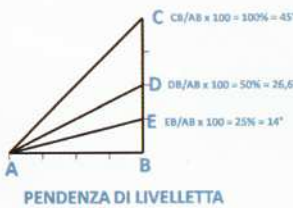
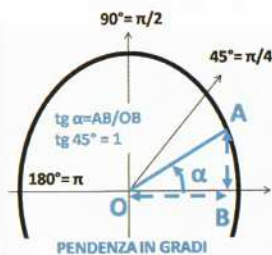
Misura utilizzata più spesso nel mondo anglosassone off road, rappresenta quante volte l'elevazione è contenuta nella distanza presa come base sul piano orizzontale: es. 1:2 (si legge "uno in due" o "one in two") significa che l'elevazione sta due volte nella lunghezza orizzontale presa come base, quindi una pendenza equivalente al 50%.

COME SI MISURA IN PRATICA LA PENDENZA DEL TERRENO?

Escludendo i sistemi professionali di topometria, nel fuoristrada si possono usare tre metodi pratici:

L'inclinometro manuale

Si utilizza una barra o bastone di 1 m (ottima la leva telescopica della binda o del tirfor) tenuto orizzontale con una piccola livella (meglio magnetica), appoggiato ad un estremo al terreno in pendenza (è il segmento OB=1 m). Dall'altro capo, con un centimetro (volendo un filo a piombo) si misura la distanza dal terreno. Nel caso della foto controlliamo la pendenza di una rampa RTI (Ramp Travel Index) da 20°; AB risulta 35 cm, quindi una pendenza del 35% pari a



Inclinometro manuale



Un tipico inclinometro analogico.

19,3°. Questa è quindi la pendenza "media" del tratto OA.

L'inclinometro di bordo

Acquistabile come accessorio, può essere analogico o digitale, rappresenta la pendenza media sulla base del passo (longitudinale) e della carreggiata del veicolo (trasversale), ma è da misurare solo a vettura ferma (cosa molto pericolosa da fare sulle forti pendenze). La misura è di solito espressa in gradi (°).

Carta topografica

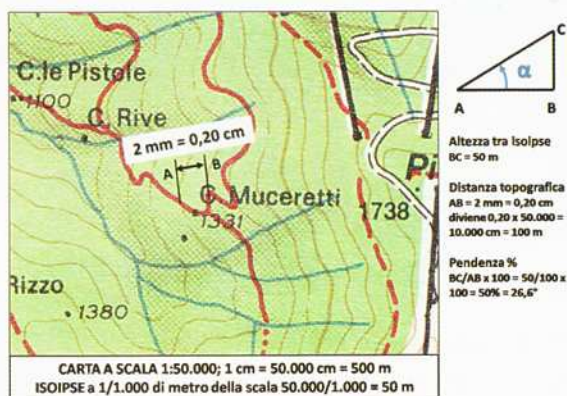
Si può calcolare approssimativamente la pendenza che dovremo affrontare su un percorso tracciato sulle carte topografiche. Le più usate sono quelle con scala 1:50.000 e 1:25.000 (rispettivamente 1 cm = 50.000 cm = 500 m e 250 m). Più il denominatore è piccolo e più la scala è "grande", quindi con maggiori dettagli e miglior stima della pendenza. L'esempio pratico mostra un tratto di carrareccia (in rosso) tra Casa Rive e Case Muceretti. Le linee di livello o isoipse congiungono tutti i punti del terreno alla stessa quota. Sono intervallate, salvo diversa indicazione, a 1/1000 della scala (qui la cartina è al 50.000, quindi il terreno si eleva di 50 m tra ogni isoipsa). La misura della pendenza è realistica tanto più la strada interseca perpendicolarmente le isoipse. Se la strada corre parallela ad una isoipsa vuol dire

che è in piano. L'ultimo tratto sembra appunto piuttosto trasversale e misura 2 mm. In figura lo sviluppo del calcolo e la stima della pendenza, probabilmente da correggere al ribasso per tenere conto delle indicazioni approssimate (specie sulle carte italiane). Comunque una salita di ca. 26°, approssimata a 18°, in condizioni di grip critico può essere considerata impegnativa. Sappiamo così come prepararci!

PENDENZE "ELABORATE"

I valori di pendenza massima (longitudinale e trasversale) dei veicoli 4x4 sono forniti (ma non sempre) dai produttori. Non esiste un metodo standardizzato e il valore di questi angoli dipende, più che dalla potenza (sempre più che sufficiente), dai rapporti di trasmissione, dal peso del veicolo e dal grip tra pneumatico e suolo e dagli interessi. In genere le prove si effettuano su rampe di cemento scabro asciutto (coefficiente di attrito di almeno 0,90, cioè possibilità di trasformare in spinta utile il 90% del peso aderente su ogni pneumatico), con veicoli nuovi in allestimenti standard, con peso in ordine di marcia (peso a vuoto + serbatoio carburante pieno), salvo diversamente indicato. I valori così ottenuti sono piuttosto alti, per cui alcuni produttori preferiscono non comunicarli o correggerli al ribasso con un

coefficiente di sicurezza. Questo perché l'utente non si lasci ingannare da un valore ottenuto in condizioni praticamente mai riscontrabili nella realtà. Un conto è salire una rampa di cemento in prima ridotta, un altro viaggiare in salita a pieno carico, con il traino e il carico massimo consentito sul tetto! Un consiglio ragionevole è di non superare mai per entrambe i 30°. I valori dichiarati quindi non devono essere presi in senso assoluto per valutare la vera performance di un fuoristrada. Questa è data da tutto l'insieme degli angoli e dei rapporti caratteristici, dalla posizione del baricentro, dai rapporti di trasmissione e, soprattutto, dalle prove pratiche in fuoristrada. Perché allora avere marce ridotte e larghe carreggiate? Perché sui terreni cedevoli abbiamo visto che le pendenze di spunto e istantanea hanno valori decisamente più alti per cui, anche se non lo percepiamo, il veicolo è sempre sollecitato ad uno sforzo o ad una reazione alla forza di gravità, seppur per brevissimi istanti. Se è vero che non dobbiamo prendere per oro colato questi indici, è altrettanto vero che modifiche dell'assetto riducono drasticamente i margini di sicurezza di queste inclinazioni e ci devono indurre alla prudenza. Vedremo prossimamente la relazione tra baricentro, forza peso e pendenza e fin dove possiamo spingerci nelle nostre elaborazioni.



Pendenze massime dichiarate da alcuni costruttori con metodi non omogenei

Modelli Diesel	Longitudinale (°)	Trasversale (°)
Iveco Massif	45,0	40,0
Land Rover Defender	45,0	35,0
Mercedes G	38,7	28,4
Nissan Patrol	31,0	48,0

Il pelo nell'uovo

Per la conversione da pendenza % a gradi sessagesimali occorre conoscere il concetto di:

- Tangente dell'angolo (tg): è il rapporto tra intercetta AB/proiezione OB, è uguale alla pendenza %, ma in forma decimale, per es. 100% = 1,00 = tg 45°
- La sua forma trigonometrica inversa arctg (arco di cerchio la cui tangente è ...) che si ricava da tabelle o sui fogli di calcolo e si misura in radianti
- Radiante che è l'angolo che sottende un arco di lunghezza uguale al raggio di un cerchio e quindi (180°)/pi (pi greco = 3,141593)=57,296°

Se una pendenza 100% corrisponde a 45°, una pendenza del 50% corrisponde a 45°/2=22,5°?

No perché l'angolo ricercato si calcola in questo modo: Pendenza 50% significa AB = 50% di OB; per OB=1 AB=0,5 e quindi tg = AB/OB=0,5; l'arco la cui tangente è 0,5 si calcola con la funzione arctg 0,5 = 0,463648 radianti (da tabelle o fogli di calcolo), per cui 0,463648 x 57,296 = 26,56°