

Manuale d'uso — Calcolatore Canali Terrazzamenti

Salto idraulici, dispersione/irrigazione — Versione 2025

Autore: Andrea Scotti © 2025

1. Scopo e campo d'impiego

Questa app stima la capacità idraulica di canali a pelo libero per terrazzi agricoli, con opzione di irrigazione a salti. Gli algoritmi seguono Manning-Strickler in moto uniforme e modellano le perdite strutturali e la dispersione su piatti d'acqua. L'output include indicatori (Q_{cap} , Q_{out} , perdite) e un semaforo che confronta Q_{out} con la richiesta Q_{des} .

- Ambito: progettazione rapida e controllo di massima di tratti canalizzati su versanti terrazzati.
- Ipotesi: moto uniforme; sezione rettangolare; scabrezze differenziate fondo/pareti; perdite lineari proporzionali al perimetro bagnato; opzionale catena di salti d'irrigazione.
- Limiti: in presenza di salti energetici rilevanti o regime supercritico, validare con modelli dedicati.

2. Dati di input

Parametro	Simbolo	Unità	Descrizione / Note
Larghezza fondo	b	m	Valore impostato dall'utente.
Tirante idrico	h	m	Valore impostato dall'utente.
Pendenza	S	-	Inserire in %; la formula usa $S = \%/100$.
Lunghezza	L	m	Lunghezza del tratto calcolato.
Scabrezza fondo	n_{bed}	$s \cdot m^{-1/3}$	Tabella di riferimento.
Scabrezza pareti	n_{wall}	$s \cdot m^{-1/3}$	Tabella di riferimento.
Fattore additivo	Cf	-	Corregge $n_{comp} \rightarrow n_{eff}$.
Perdite lineari	k_{loss}	$l/s \cdot m$	Proporzionali a P·L.
Richiesta progetto	Q_{des}	l/s	Soglia per il semaforo.
Irrigazione: n. salti	N	-	Se 0: irrigazione OFF.
Lunghezza piatto	L_{pan}	m	Per ciascun piatto.
Perdita piatto	k_{pan}	$l/s \cdot m^2$	$k_{pan} \cdot b \cdot L_{pan}$.
Spray/derivazioni	f_{spray}	%	Percentuale sottratta a ogni segmento.

3. Algoritmi

Passo	Formula / Regola
Passo	Formula / Regola
Geometria	$A = b \cdot h$; $P = b + 2h$; $R = A/P$.
Scabrezza effettiva	$n_{eff} = n_{comp} \cdot (1 + Cf)$ (con n_{comp} media fondo/pareti).
Capacità moto uniforme	$Q_{cap} = (1/n_{eff}) \cdot A \cdot R^{2/3} \cdot S^{1/2}$; $V = Q_{cap} / A$.
Perdite lineari	$Q_{loss} = k_{loss} \cdot P \cdot L$.
Uscita senza irrigazione	$Q_{out} = \max(Q_{cap} - Q_{loss}, 0)$.
Irrigazione a salti	Per $i=1..N$: $L_{seg}=L/N$; $structLoss=k_{loss} \cdot P \cdot L_{seg}$; $panLoss=k_{pan} \cdot b \cdot L_{pan}$; $sprayLoss=f_{spray} \cdot Q_{curr}$; $Q_{curr} = \max(\min(Q_{curr}, Q_{cap}) - (structLoss + panLoss + sprayLoss), 0)$; all'ultimo segmento $Q_{out} = Q_{curr}$.

4. Indicatori e semaforo

Il semaforo confronta Q_{out} con Q_{des} applicando soglie configurabili: verde $\geq 110\%$, giallo 90-110%, rosso $< 90\%$. Le bande possono essere modificate nell'interfaccia dell'app.

Tabella della simbologia

Grandezza	Simbolo	Unità	Spiegazione
Larghezza fondo	b	m	Larghezza del canale alla base.
Tirante idrico	h	m	Profondità dell'acqua in sezione.
Area bagnata	A	m ²	$A = b \cdot h$.
Perimetro bagnato	P	m	$P = b + 2h$.
Raggio idraulico	R	m	$R = A/P$.
Pendenza longitudinale	S	-	Pendenza adimensionale ($S = \%/100$).
Scabrezza fondo	n_{bed}	$s \cdot m^{(-1/3)}$	Coefficiente di Manning del fondo.
Scabrezza pareti	n_{wall}	$s \cdot m^{(-1/3)}$	Coefficiente di Manning delle pareti.
Composito (media)	n_{comp}	$s \cdot m^{(-1/3)}$	Media ponderata fondo/pareti.
Fattore additivo	Cf	-	Correzione percentuale su n_{comp} .
Scabrezza effettiva	n_{eff}	$s \cdot m^{(-1/3)}$	$n_{eff} = n_{comp} \cdot (1 + Cf)$.
Lunghezza tratto	L	m	Lunghezza del canale in analisi.
Perdite lineari	k_{loss}	l/s·m	Dispersioni proporzionali a P·L.
Portata di progetto	Q_{des}	l/s	Richiesta a valle.
Portata capacità	Q_{cap}	l/s	Capacità in moto uniforme.
Velocità media	V	m/s	$V = Q_{cap} / A$.
N. salti	N	-	Numero di salti/vasche.
Lunghezza piatto	L_{pan}	m	Lunghezza di ogni piatto d'acqua.
Perdita piatto	k_{pan}	l/s·m ²	Dispersione su piatto: $k_{pan} \cdot b \cdot L_{pan}$.
Spray/derivazioni	f_{spray}	%	Quota percentuale prelevata per irrigazione.
Portata in uscita	Q_{out}	l/s	Portata residua al termine del tratto.

5. Esempi di calcolo (passo-passo)

Esempio 1 — Moto uniforme, irrigazione OFF

Parametro	Valore
b [m], h [m], S [%], L [m]	0.40, 0.25, 1.20, 30.0
A [m ²], P [m], R [m]	0.100, 0.900, 0.111
n _{bed} , n _{wall} , n _{comp} , Cf, n _{eff}	0.040, 0.060, 0.051, 0.10, 0.056
Q _{cap} [l/s], V [m/s]	45.0, 0.45
Perdite (lineari) Q _{loss} [l/s]	8.10
Irrigazione OFF — Perdite irrigazione I _{pan} [l/s]	0.00
Q _{out} [l/s] vs Q _{des} [l/s]	36.9 vs 20.0 — Esito OK ($\geq 1.10 \cdot Q_{des}$)

Esempio 2 — Irrigazione ON (N=3; L_{pan}=1.2 m; k_{pan}=0.20; f_{spray}=5%)

Parametro	Valore
b [m], h [m], S [%], L [m]	0.40, 0.25, 1.20, 30.0
A [m ²], P [m], R [m]	0.100, 0.900, 0.111
n _{bed} , n _{wall} , n _{comp} , Cf, n _{eff}	0.040, 0.060, 0.051, 0.10, 0.056
Q _{cap} [l/s], V [m/s]	45.0, 0.45
Perdite (lineari) Q _{loss} [l/s]	14.40
Irrigazione ON — Perdite irrigazione I _{pan} [l/s]	6.30
Q _{out} [l/s] vs Q _{des} [l/s]	30.6 vs 20.0 — Esito OK ($\geq 1.10 \cdot Q_{des}$)

Esempio 3 — Scenario alternativo (b=0.50; h=0.30; S=0.8%; L=45 m; Q_{des}=28 l/s; N=4)

Parametro	Valore
b [m], h [m], S [%], L [m]	0.50, 0.30, 0.80, 45.0
A [m ²], P [m], R [m]	0.150, 1.100, 0.136
n _{bed} , n _{wall} , n _{comp} , Cf, n _{eff}	0.040, 0.060, 0.051, 0.15, 0.059
Q _{cap} [l/s], V [m/s]	60.7, 0.40
Perdite (lineari) Q _{loss} [l/s]	26.39
Irrigazione ON — Perdite irrigazione I _{pan} [l/s]	16.49
Q _{out} [l/s] vs Q _{des} [l/s]	34.3 vs 28.0 — Esito OK ($\geq 1.10 \cdot Q_{des}$)

6. Esercizi di calcolo

E1 — Canale base, senza irrigazione

Parametro	Valore	Parametro	Valore
b	0.35	n_bed	0.04
h	0.22	n_wall	0.055
S%	1.0	Cf	0.1
L	25	k_loss	0.25
Q_des	18.0		

Risultati: Q_cap ___ Q_loss ___ I_pan ___ Q_out ___ Esito ___

E2 — Con irrigazione (N=3)

Parametro	Valore	Parametro	Valore
b	0.4	n_bed	0.038
h	0.26	n_wall	0.06
S%	0.9	Cf	0.12
L	40	k_loss	0.3
Q_des	22.0	N	3
L_pan	1.0	k_pan	0.18
f_spray%	6		

Risultati: Q_cap ___ Q_loss ___ I_pan ___ Q_out ___ Esito ___

E3 — Tratto lungo, scabrezza maggiore

Parametro	Valore	Parametro	Valore
b	0.45	n_bed	0.045
h	0.28	n_wall	0.07
S%	0.7	Cf	0.15
L	80	k_loss	0.35
Q_des	25.0	N	4
L_pan	1.5	k_pan	0.2
f_spray%	8		

Risultati: Q_cap ___ Q_loss ___ I_pan ___ Q_out ___ Esito ___

Appendice A — Soluzioni degli esercizi

Esercizio	Soluzione
E1	$Q_{cap} = 30.66 \text{ l/s}$; $Q_{loss} = 4.94 \text{ l/s}$; $I_{pan} = 0.00 \text{ l/s}$; $Q_{out} = 25.72 \text{ l/s}$; Esito OK ($\geq 1.10 \cdot Q_{des}$).
E2	$Q_{cap} = 40.84 \text{ l/s}$; $Q_{loss} = 17.51 \text{ l/s}$; $I_{pan} = 6.47 \text{ l/s}$; $Q_{out} = 23.32 \text{ l/s}$; Esito Limite (106% di Q_{des}).
E3	$Q_{cap} = 38.88 \text{ l/s}$; $Q_{loss} = 36.57 \text{ l/s}$; $I_{pan} = 8.29 \text{ l/s}$; $Q_{out} = 2.31 \text{ l/s}$; Esito Insufficiente (9% di Q_{des}).

Appendice B — Disegni di esempio

Esempio schematico di canale a salti (salti da 0.70 m)



Appendice C — Bibliografia (cliccabile)

- Manning (1891) — Formula di Manning (overview).
- EN 1997 Eurocodice 7 (EC7) — Geotecnica.
- NTC 2018 — Norme Tecniche per le Costruzioni.
- Chow, V.T. (1959). Open-Channel Hydraulics. McGraw-Hill.
- Streeter, Wylie, Bedford (1998). Fluid Mechanics. WCB/McGraw-Hill.