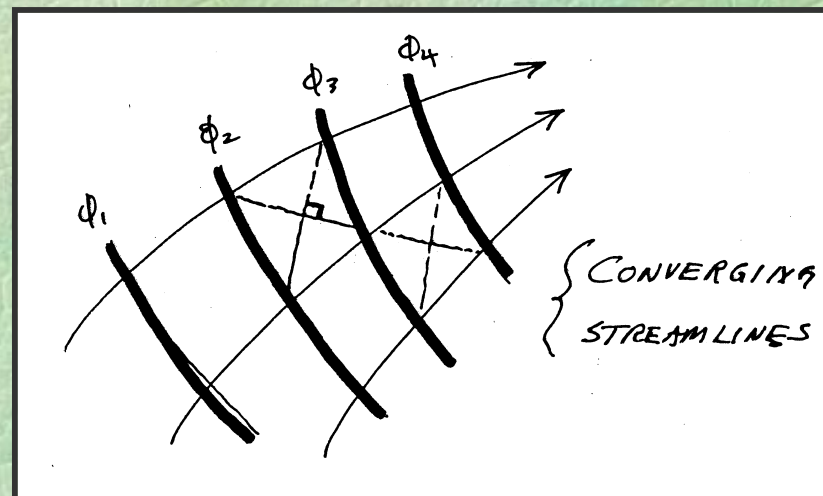
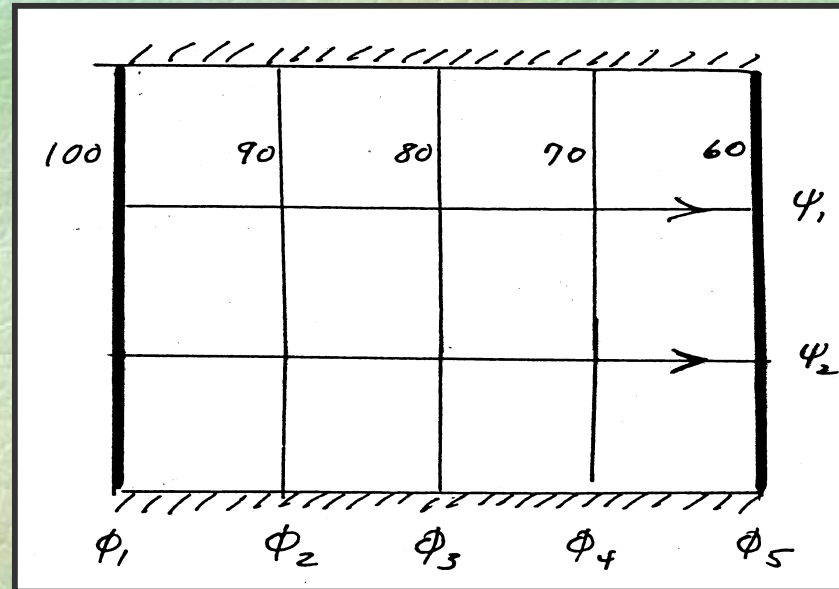


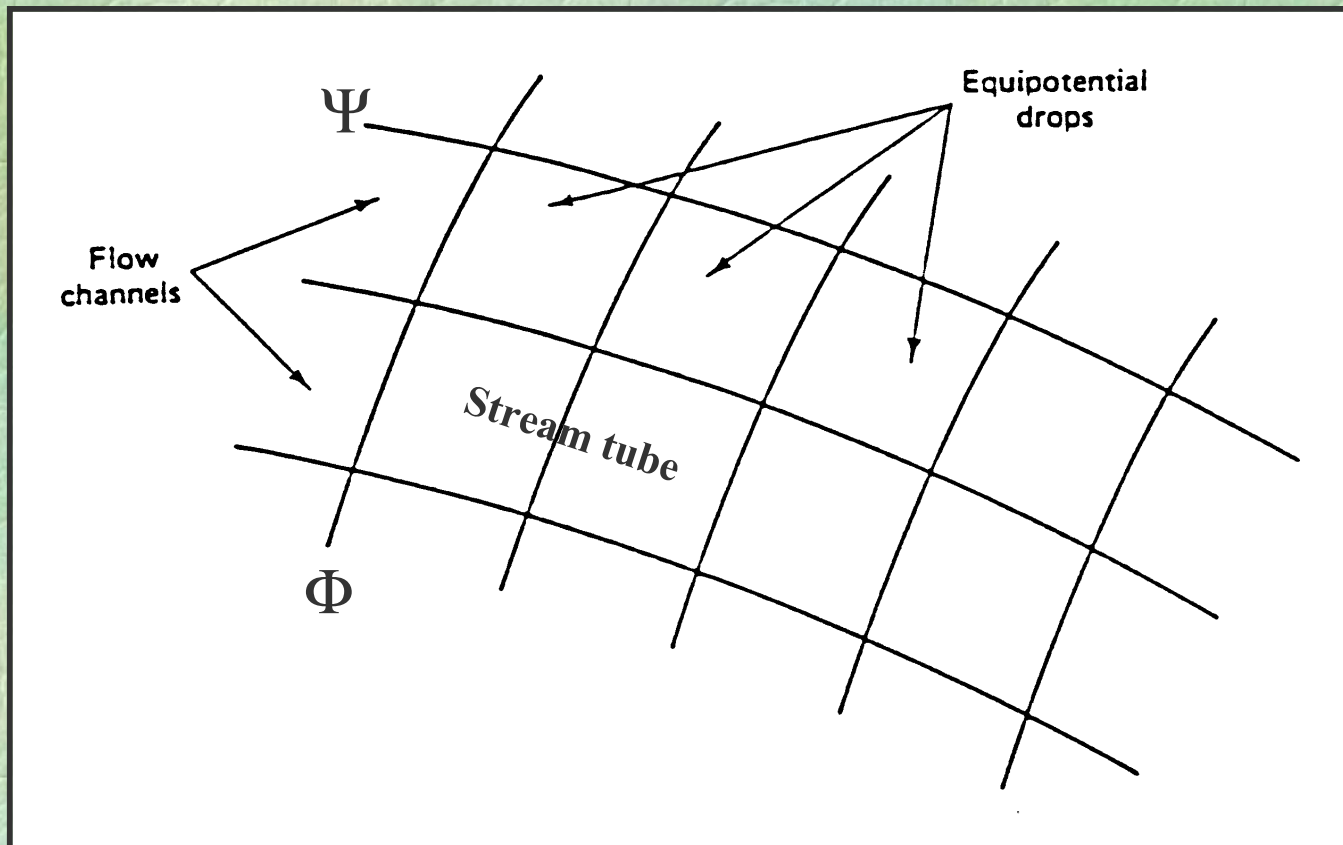
Flow Nets

1. Linee di flusso Ψ e linee equipotenziali ϕ sono $\perp$
2. Linee di flusso sono $\parallel$ alla direzione del flusso
3. Due linee di flusso adiacenti individuano un *Tubo di Flusso* (o *Flux Tube*).
4. Un *reticolato di flusso* (o *Flow Net*) è formato da Ψ e ϕ distanziati tra di loro a passi costanti.
5. All'interno di un tubo di flusso la portata è costante.

Flow Net

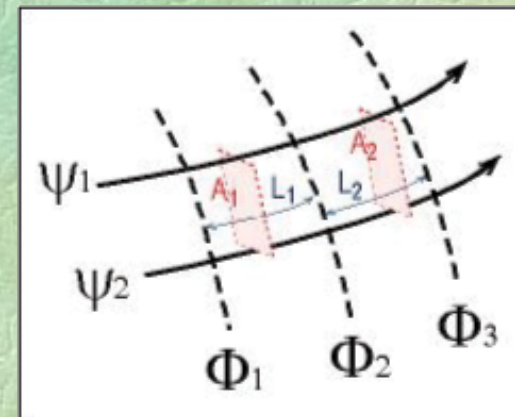
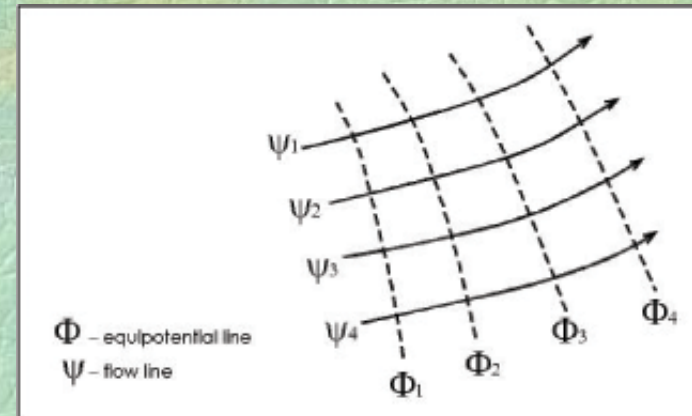


Flow Net (caso Isotropo)



Flow Net

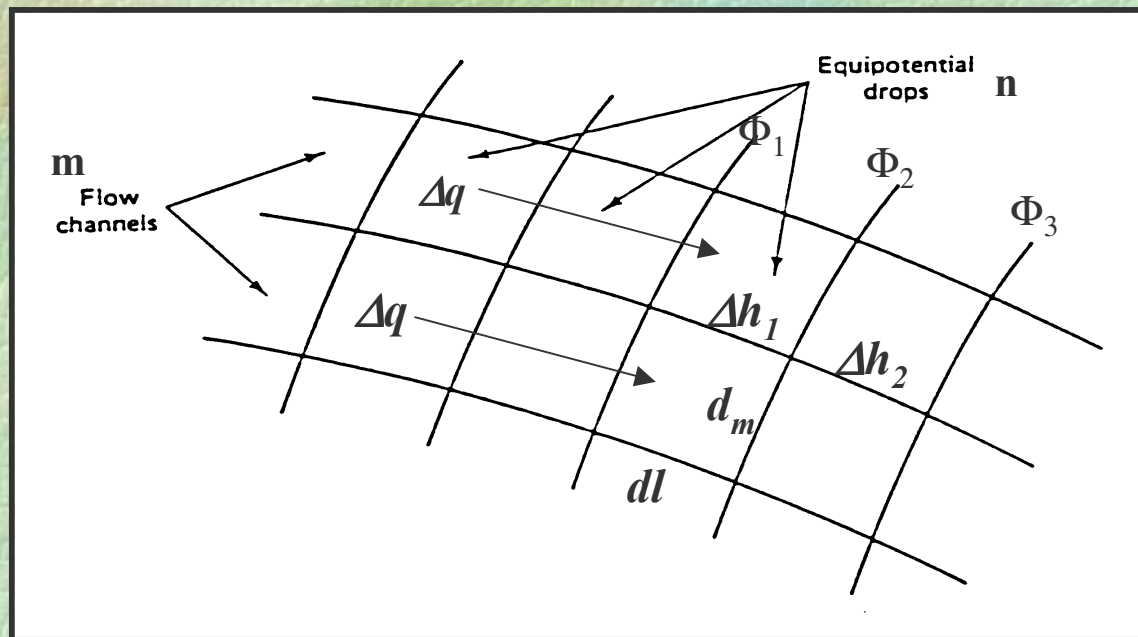
- La base è la legge di Darcy $q = -k \partial h / \partial x$
- $\Delta Q = \text{cost} = K \Delta h A / L$
- Portata totale:
 $Q = N K \Delta h = N_f / N_e K H$
 $H = N_e \Delta h$



Flow Net

Il flusso attraverso le due linee equipotenziali ϕ_1 e ϕ_2 per unità di larghezza è:

$$\Delta q = K(d_m \times 1)(\Delta h_1/dl)$$



Flow Nets

∞ Il flusso attraverso le equipotenziali 2 e 3 è:

$$\Delta q = K(d_m \times 1)(\Delta h_2/dl)$$

∞ Il reticolato di flusso deve avere griglia “quadrata”, per cui la perdita di carico tra due equipotenziali è sempre la stessa:

$$\Delta h_1 = \Delta h_2$$

∞ Se ci sono n_e perdite di carico:

$$\Delta h = (H/n)$$

dove H è la perdita di carico totale tra la prime e l'ultima equipotenziale.

Flow Nets

∞ Quindi:

- $\Delta q = K(d_m \times dl)(H/n)$

∞ Questa equazione vale per un tubo di flusso.
La portata totale per unità di larghezza è
quindi:

- $q = (m/n)K(d_m/dl)H$

Flow Net s

∞ Poichè si usano “i quadrati” $d_f \approx d_e$, si ha:

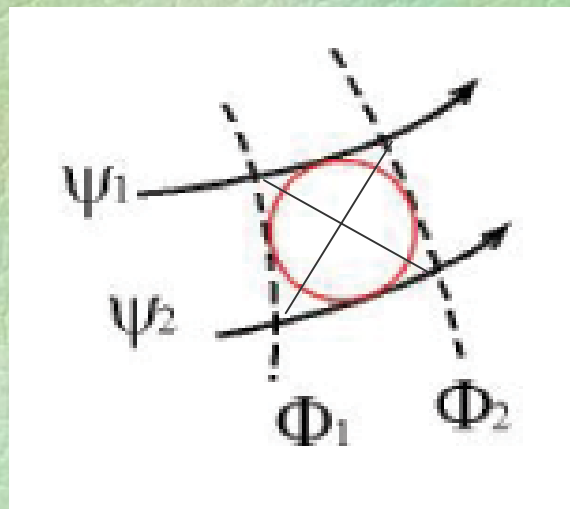
$$q = (m/n)KH \quad [L^2T^{-1}]$$

dove:

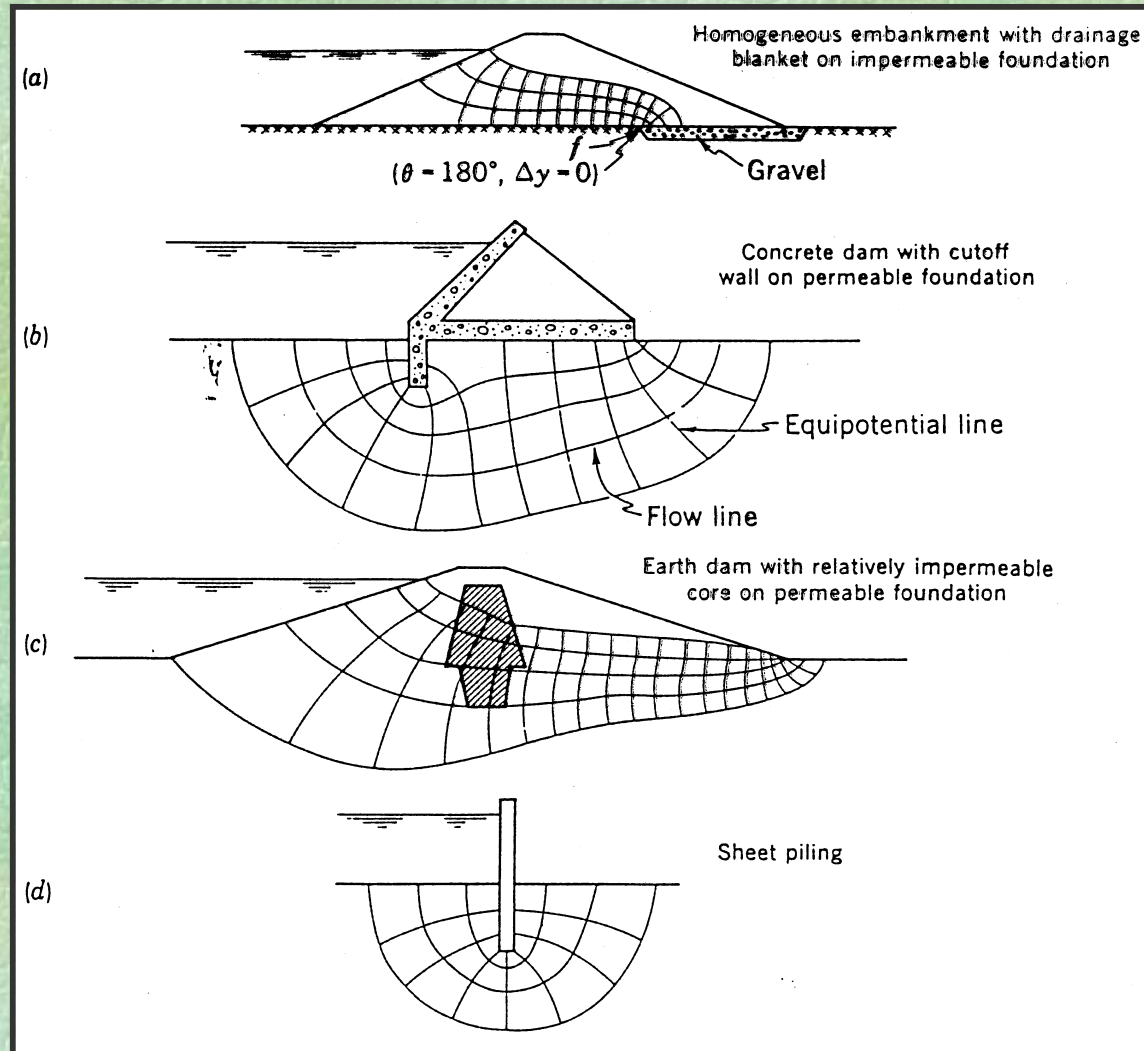
- q = flusso per unità di larghezz
- m = numero di tubi di flusso
- n = numeri di Δh
- H = perdita di carico totale
- K = conducibilità idraulica

Per disegnare:

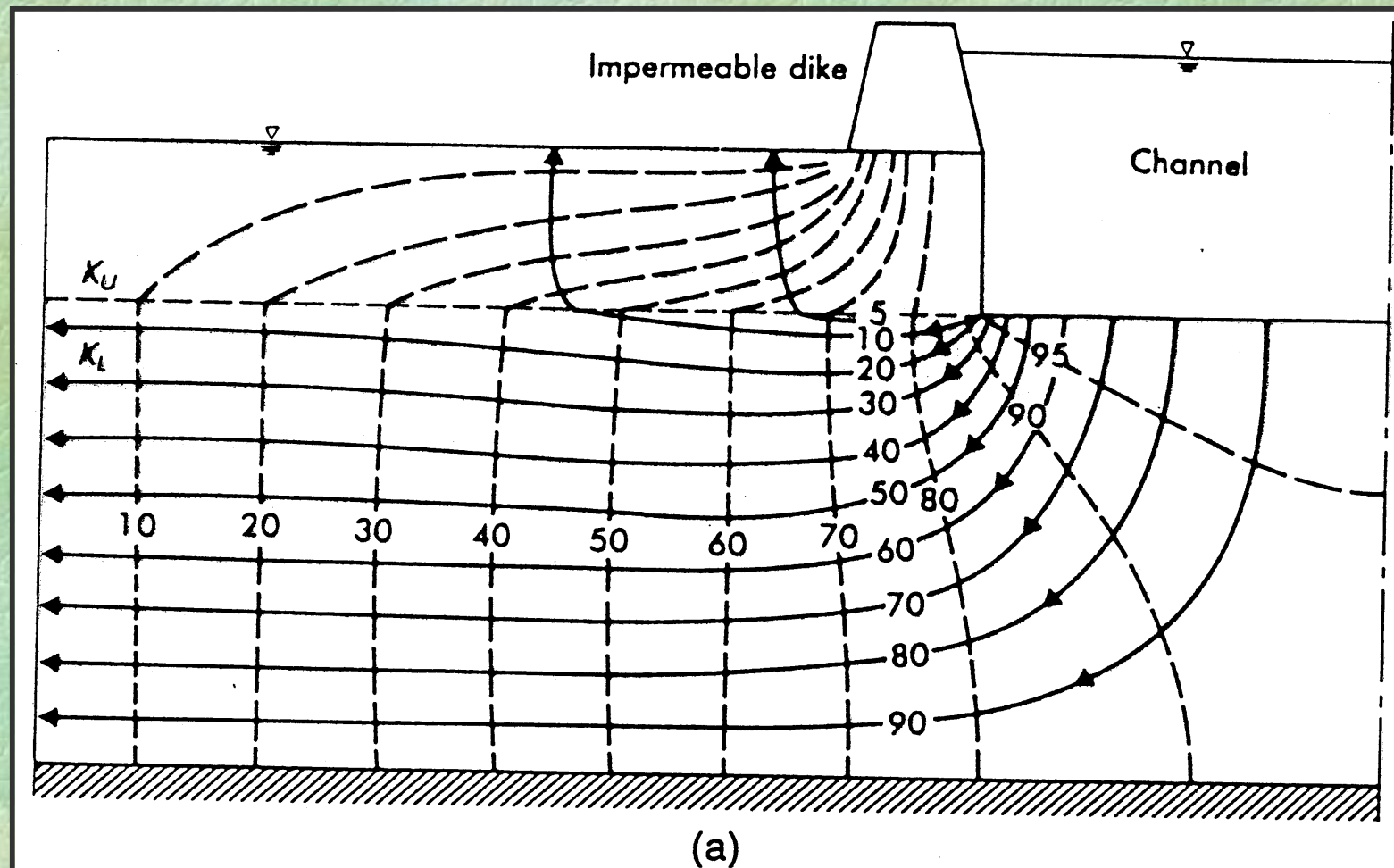
1. Disegnare il dominio in una scala opportuna
2. Imporre le condizioni al contorno e disegnare le linee Ψ e Φ vicino ai contorni
3. Disegnare le altre linee imponendo l'ortogonalità
4. Di solito poche linee sono sufficienti (10)



Flusso sotto una diga

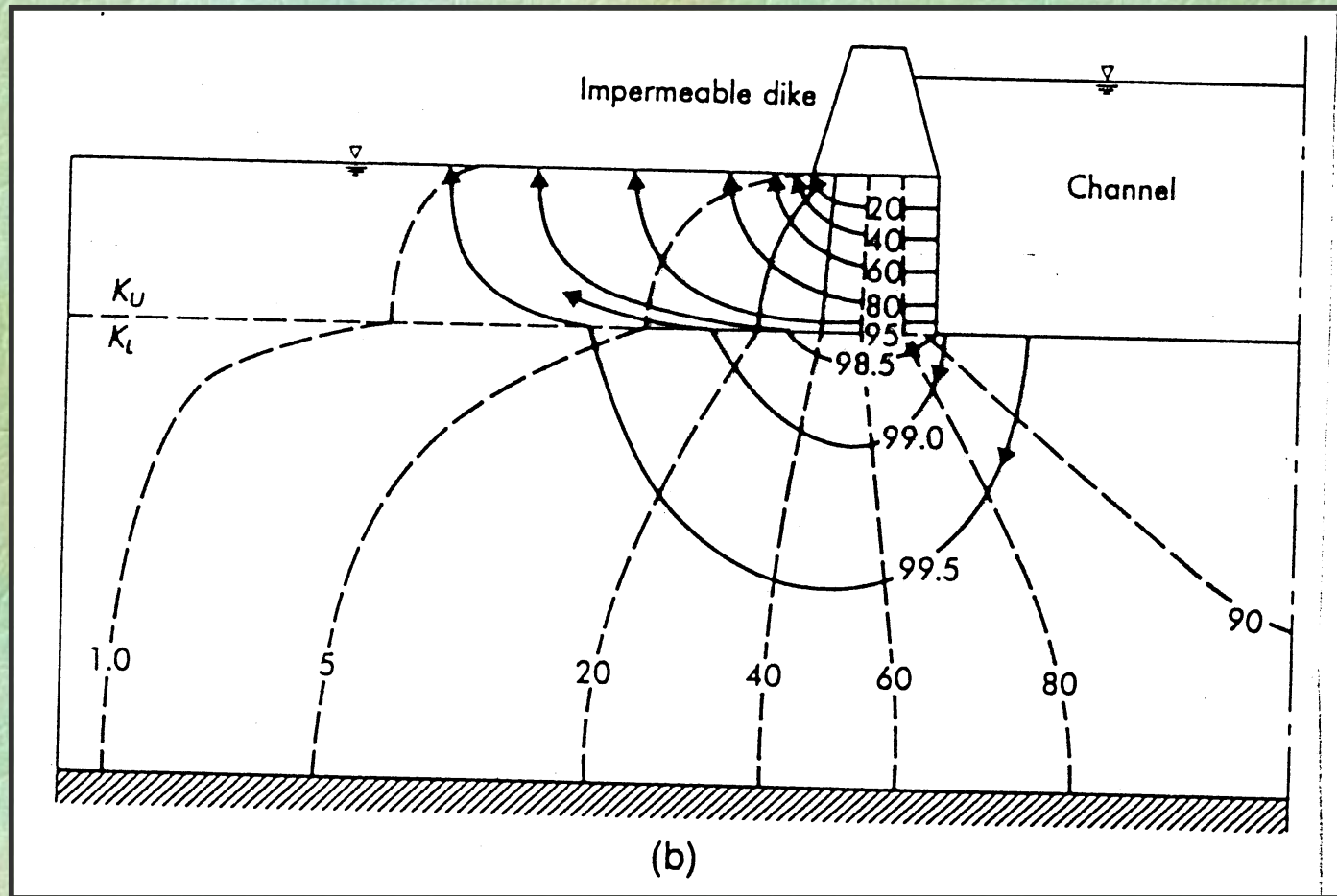


Strato limoso su strato sabbioso



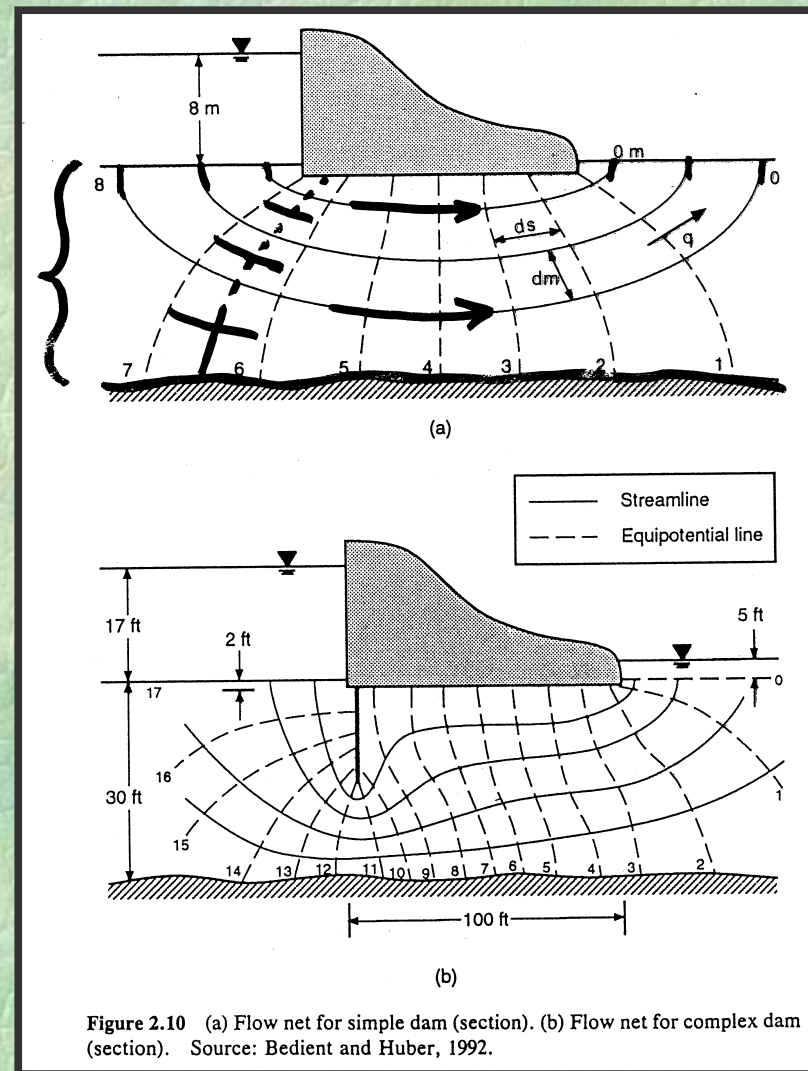
$$K_u / K_l = 1 / 50$$

Strato limoso su strato argilloso

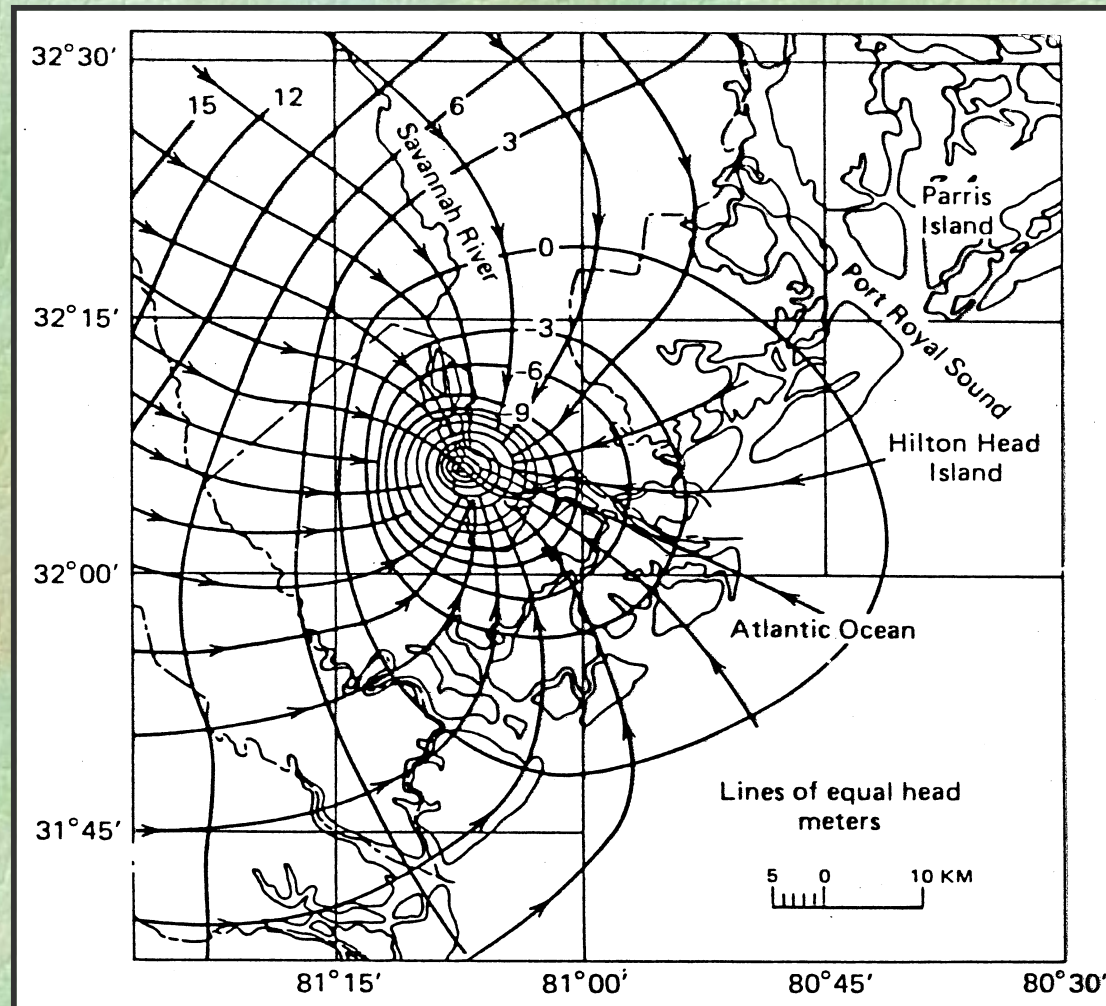


Problema anisotropo: $K_u / K_l = 50$. Source: Todd & Bear, 1961.

Effetti di condizioni al contorno

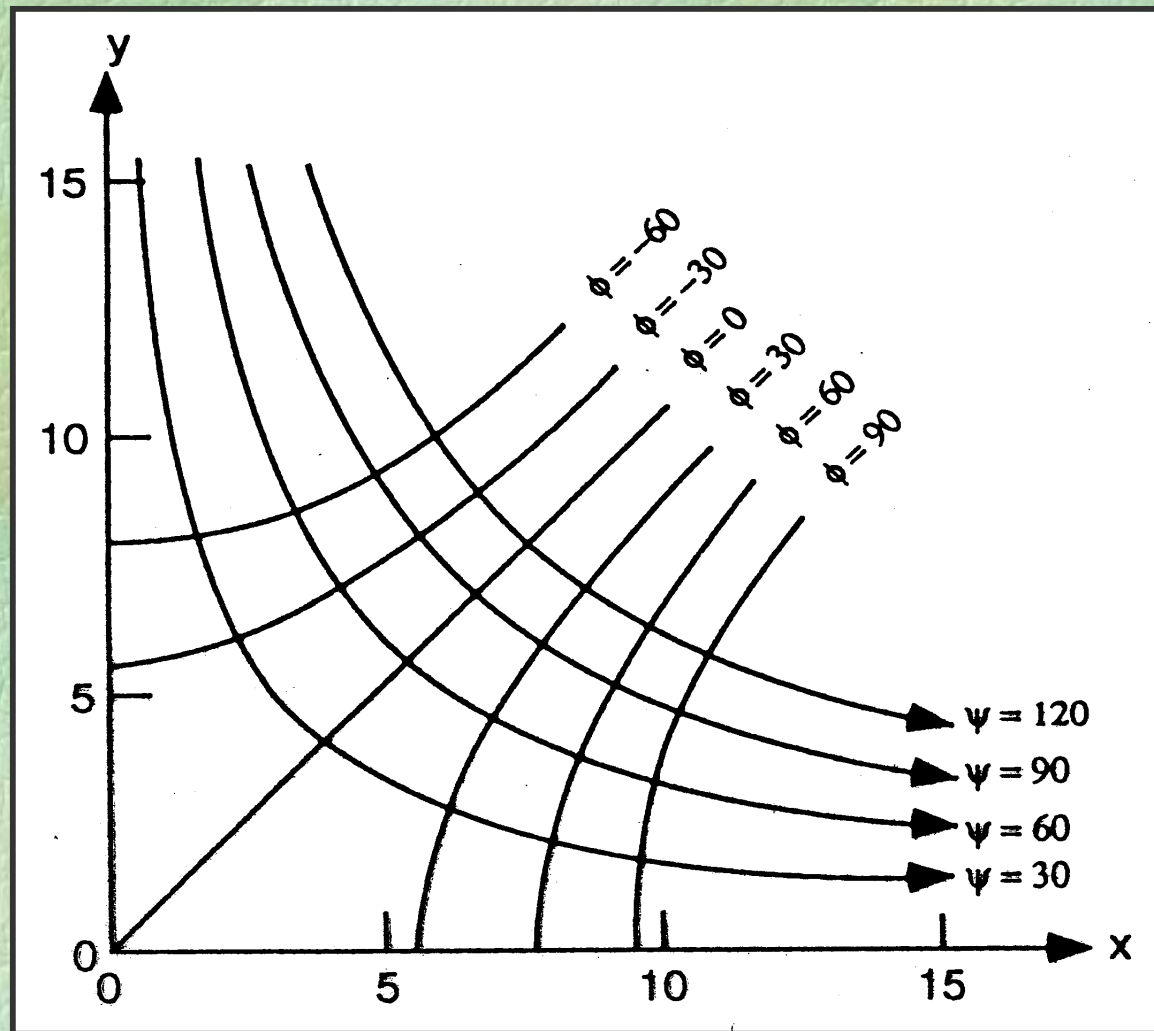


Flusso radiale



Mappe piezometriche nella zona di Savannah, Georgia, 1957, si vede lo sfruttamento importante dell'acquifero (da USGS □ Water-Supply Paper 1611).

Flow Nets in un angolo:



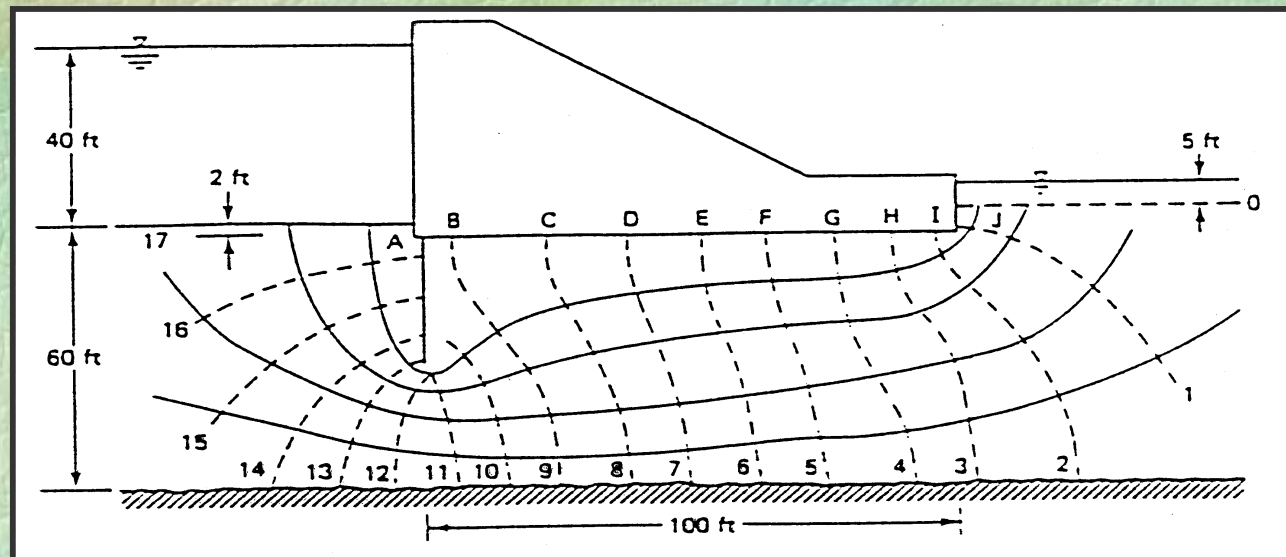
Flow Nets: esempio

- Diga costruita su uno strato permeabile sovrastante uno strato impermeabile. Lo strato permeabile ha un coefficiente di conducibilità idraulica pari a 150ft/giorno.

Flow Nets: un esempio

Posizione:	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Distanza dalla punta (ft)	0	3	22	37.5	50	62.5	75	86	94	100
n	16.5	9	8	7	6	5	4	3	2	1.2

Il reticolo è disegnato con: $m = 5$ $n = 17$



Flow Nets: soluzione

∞ Flusso per unità di larghezza:

$$q = (m/n) K h$$

$$= (5/17)(150)(35)$$

$$= 1544 \text{ ft}^3/\text{day per ft}$$

Flow Nets: esempio

➤ Diga in terra di dimensioni 13x7.5 m. La profondità dell'acqua invasata a monte è 6.2 m, mentre a valle è pari a 2.2m. La diga è lunga 72 m. Il coefficiente di conducibilità idraulica del terreno della diga è pari a 6.1×10^{-4} cm/s. Calcolare il flusso totale attraverso la diga usando $n = 21$

$$\begin{aligned} K &= 6.1 \times 10^{-4} \text{ cm/sec} \\ &= 0.527 \text{ m/day} \end{aligned}$$

Flow Nets: soluzione

∞ La perdita di carico totale è pari a
 $H = 6.2 - 2.2 = 4.0$ meters.

∞ Ci sono 6 tubi di flusso (m) e 21 ΔH (n):

$$\begin{aligned} Q &= (KmH/n) \times \text{lunghezza diga} \\ &= (0.527 \text{ m/gy} \times 6 \times 4\text{m} / 21) \\ &\times (\text{lunghezza diga}) \\ &= 0.60 \text{ m}^3/\text{g per m di diga} \end{aligned}$$

∞ = 43.4 m³/g per tutti i 72 metri di diga