

❖ ASPETTI GENERALI DI PROGETTAZIONE

ELEMENTI BASE DI PROGETTAZIONE

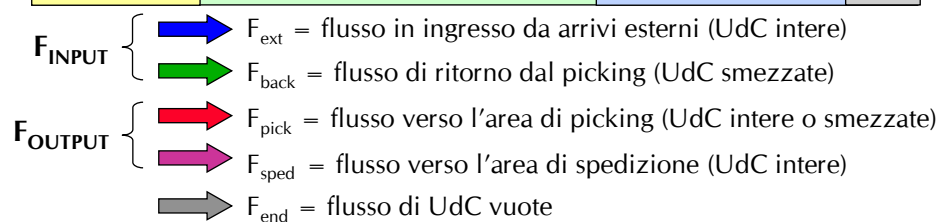
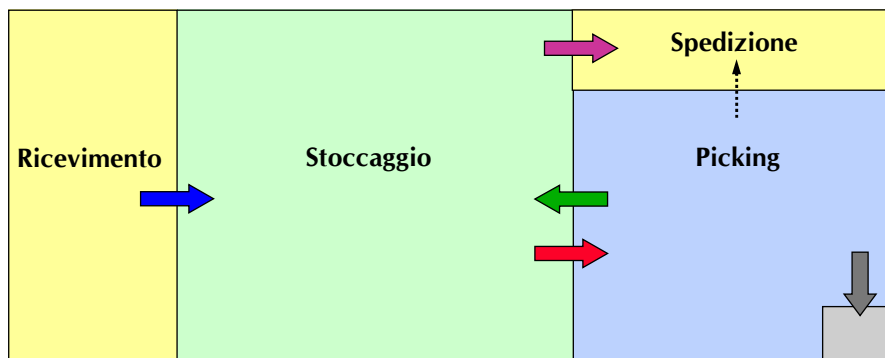
- analisi dei flussi fisici → potenzialità di movimentazione
- analisi delle giacenze → potenzialità ricettiva

SITUAZIONE DI RIFERIMENTO

- stoccaggio su scaffalature a celle a singola profondità
- UdC pallettizzate monoarticolo (intere o "smezzate")
- nella zona stoccaggio non si effettua picking

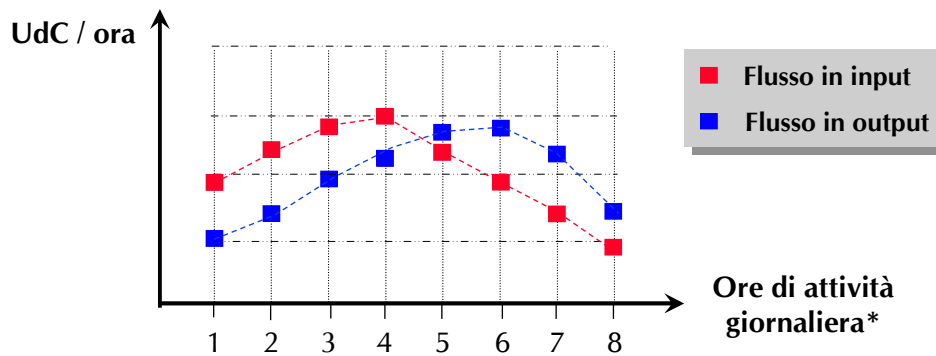
(Con riferimento all'aggregato *i*-esimo)

❖ ANALISI DEI FLUSSI FISICI



❖ ANALISI DEI FLUSSI FISICI

Si riportano i valori dei flussi (orari, giornalieri, ...) desunti sulla base dei dati storici relativi ad un periodo rappresentativo



(*) Esempio con magazzino che lavora su un solo turno lavorativo di 8 ore

❖ POTENZIALITÀ DI MOVIMENTAZIONE IN INPUT

DATI STORICI SUL RICEVIMENTO MERCI



EVOLUZIONE PREVISTA DELLE ESIGENZE

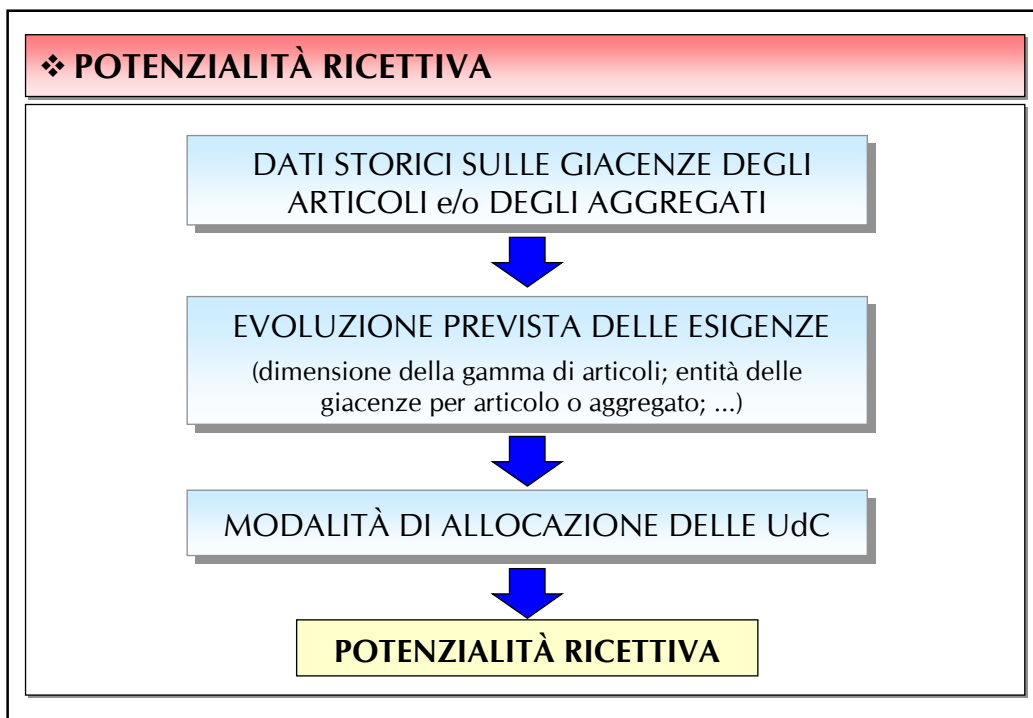
(caratteristiche delle UdC; dimensioni dei lotti in ricevimento; entità dei flussi)



MODALITÀ DI GESTIONE DELLE OPERAZIONI DI STOCCAGGIO



PREVISIONE FLUSSI IN INPUT



❖ PROGETTAZIONE DEI MAGAZZINI TRADIZIONALI**SITUAZIONE DI RIFERIMENTO**

- la zona di stoccaggio è costituita da scaffalature bifronte con celle a singola profondità
- UdC pallettizzate monoarticolo
- i mezzi di movimentazione sono carrelli a forche (contrappeso, a montante retrattile, bilaterale, trilaterale)
- il numero di carrelli non è vincolato al numero di corridoi
- non si effettua picking nella zona stoccaggio
- sono noti i valori richiesti di PR e PM

❖ PROGETTAZIONE DEI MAGAZZINI TRADIZIONALI**SCHEMA DI PROGETTAZIONE****FASE ① PROGETTAZIONE DEL LAYOUT**

(dimensionamento statico: potenzialità ricettiva)

FASE ② DETERMINAZIONE DEL NUMERO DI CARRELLI

(dimensionamento dinamico: potenzialità di movimentazione)

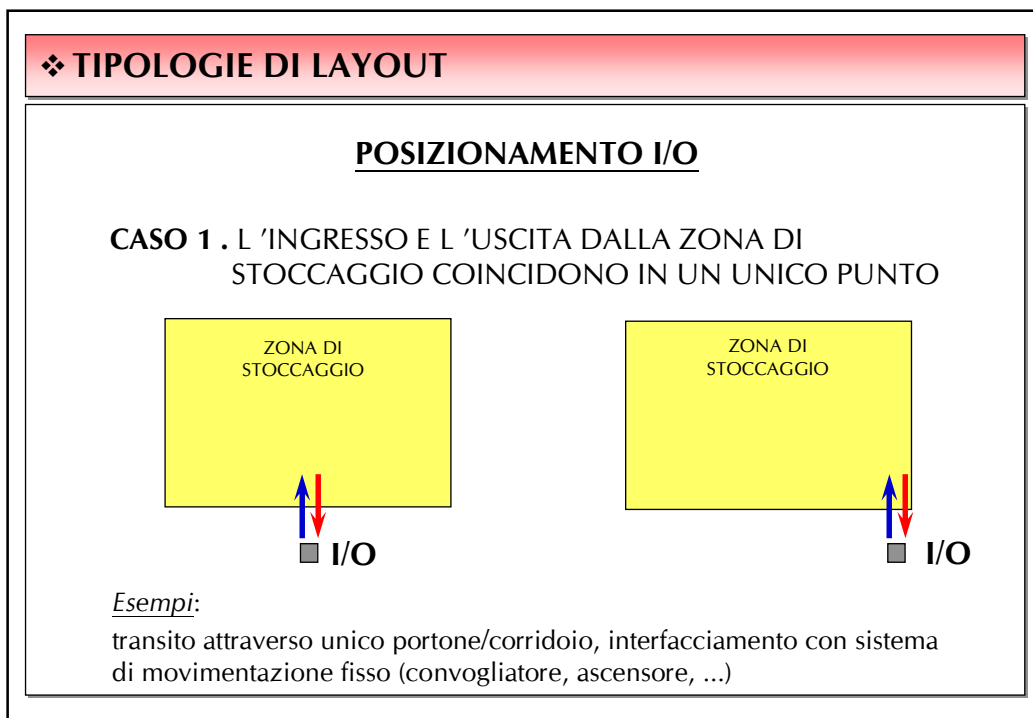
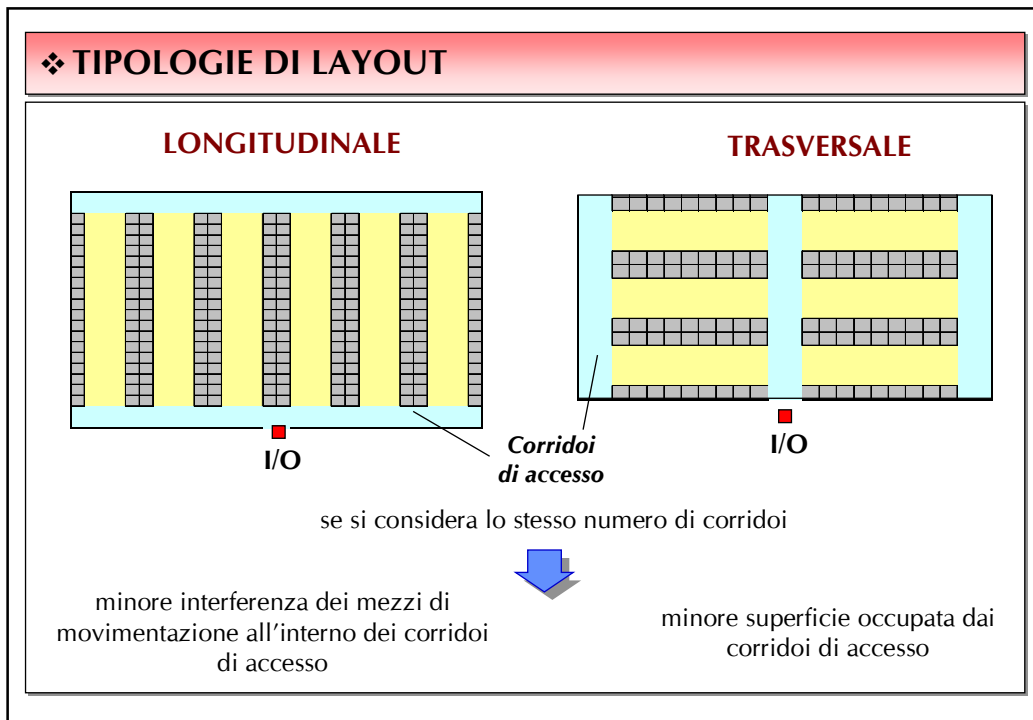
NB: esistono interrelazioni tra fase 1 e fase 2 (es.: scelta del layout che minimizza la percorrenza attesa)

❖ PROGETTAZIONE DEI MAGAZZINI TRADIZIONALI**FASE 1 - POTENZIALITÀ RICETTIVA**

- 1. SCELTA DELLA TIPOLOGIA DI LAYOUT E POSIZIONAMENTO DEI PUNTI DI INPUT E DI OUTPUT**
- 2. DETERMINAZIONE DELLA SUPERFICIE DELLA ZONA DI STOCCAGGIO**
 - dimensionamento del singolo vano di stoccaggio
 - numero di livelli di stoccaggio
 - dimensionamento del modulo unitario
 - determinazione della superficie necessaria
- 3. DETERMINAZIONE DELLA FORMA OTTIMALE**
- 4. DIMENSIONAMENTO DELLA ZONA DI STOCCAGGIO**
 - numero di corridoi
 - numero di colonne di vani
 - potenzialità ricettiva effettiva

❖ PROGETTAZIONE DEI MAGAZZINI TRADIZIONALI**VINCOLI NELLA PROGETTAZIONE DEL LAYOUT**

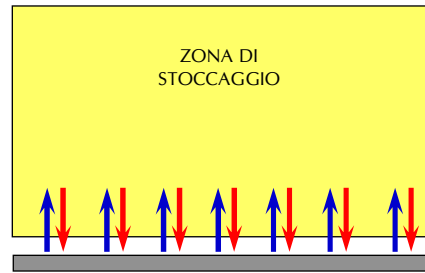
- I IMPOSTI DAI MEZZI DI MOVIMENTAZIONE**
 - altezza massima di sollevamento delle forche
 - larghezza minima dei corridoi
 -
- II IMPOSTI DALLA CONFORMAZIONE DELL'EDIFICIO**
 - altezza utile edificio (sottotrave)
 - dimensioni massime in pianta (per l'area di stoccaggio)
 - posizione pilastri di sostegno della copertura
 - carichi specifici massimi ammissibili (N/m²)
 -
- III DI ADEGUAMENTO ALLE NORME DI SICUREZZA**



❖ TIPOLOGIE DI LAYOUT

POSIZIONAMENTO I/O

CASO 2 . LE POSIZIONI DI INPUT E DI OUTPUT SONO DISTRIBUITE LUNGO IL FRONTE DELLA ZONA DI STOCCAGGIO

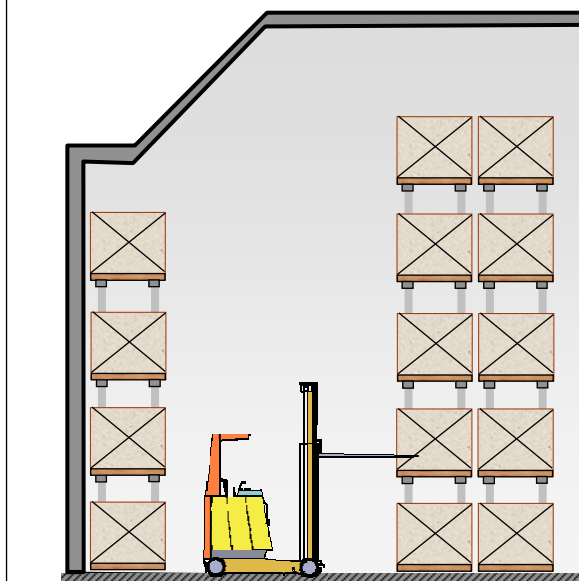


I/O

Esempio:

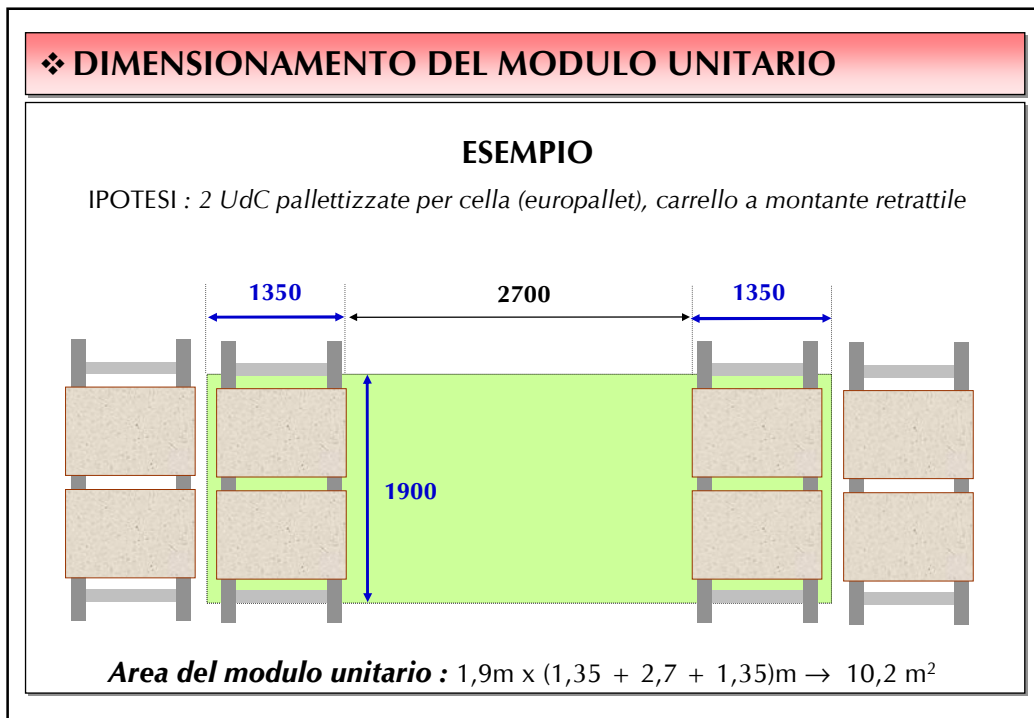
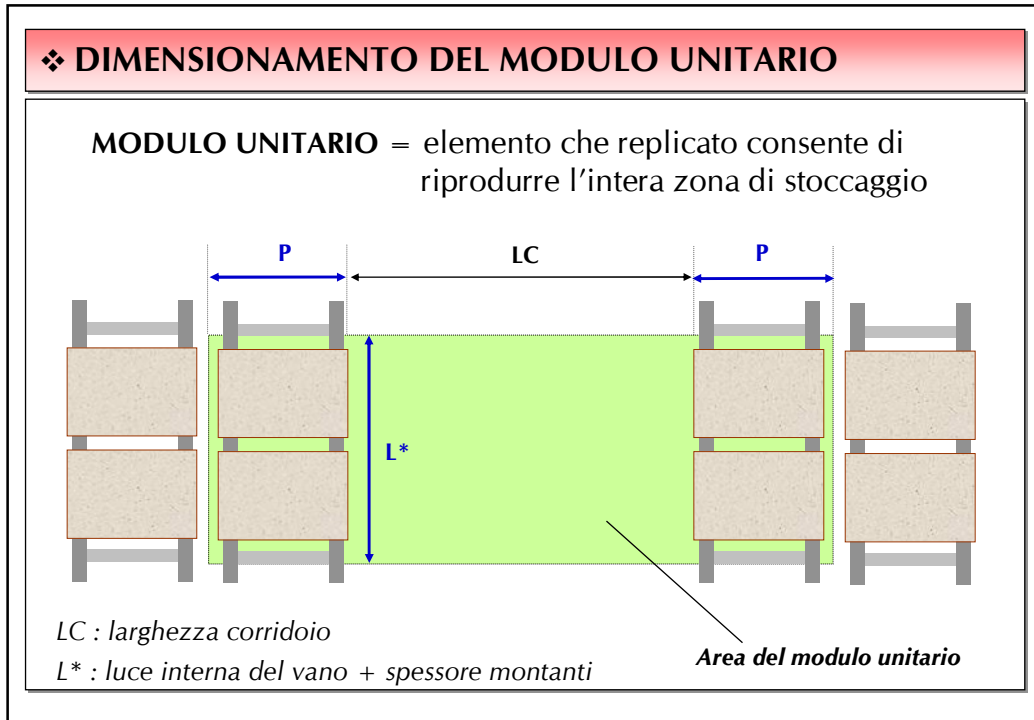
banchina ricevimento/spedizione con molti punti di accesso

❖ NUMERO DI LIVELLI DI STOCCAGGIO



Il numero massimo di livelli di stoccaggio (**NL**) del magazzino è funzione dell'altezza massima di sollevamento delle forche del carrello ovvero dell'altezza utile dell'edificio (altezza sottotrave)

NL : numero di livelli di stoccaggio in verticale



❖ COEFFICIENTE DI UTILIZZAZIONE SUPERFICIALE

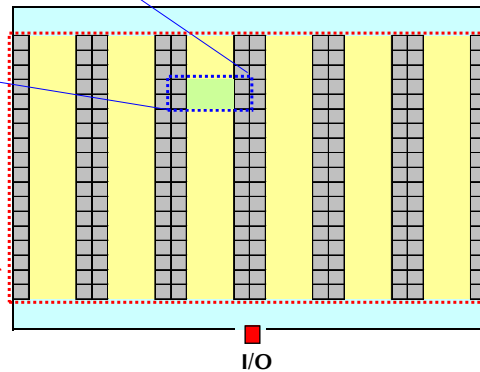
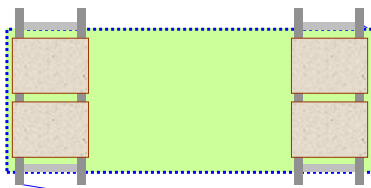
$$CUS = \frac{\text{Numero di UdC stoccate}}{\text{Area del modulo unitario}} \quad [\text{UdC}/\text{m}^2]$$

ESEMPIO

IPOSTESI : scaffalature bifronti, 2 UdC pallettizzate per cella (europallet),
carrello a montante retrattile, 5 livelli di stoccaggio verticali

$$CUS = \frac{5 \cdot 2 \cdot 2}{10,2} = 1,95 \text{ UdC}/\text{m}^2$$

❖ SUPERFICIE IN PIANTA DELLA ZONA DI STOCCAGGIO

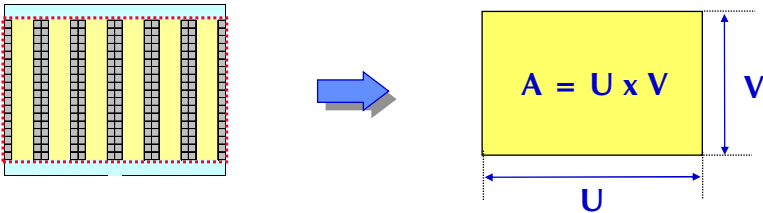


$$A = \frac{PR}{CUS} \quad [\text{m}^2]$$

❖ FORMA OTTIMALE DELLA ZONA DI STOCCAGGIO

Nell'ipotesi di :

- utilizzo di cicli semplici
- equiprobabilità di accesso ai vani
- percorsi rettilinei in pianta
- scaffalatura descritta come dominio continuo

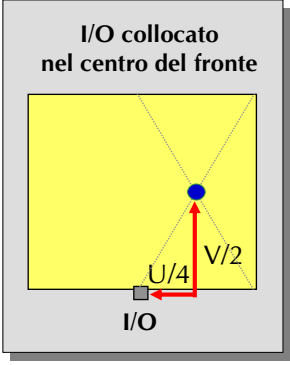


è possibile determinare il rapporto ottimale tra la larghezza (U) e la profondità (V) della zona di stoccaggio mediante la minimizzazione della percorrenza attesa (A + R) del mezzo di movimentazione

❖ FORMA OTTIMALE DELLA ZONA DI STOCCAGGIO

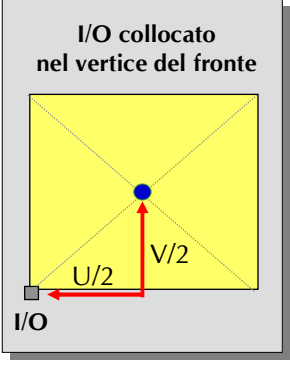
Il valore atteso del percorso di andata e ritorno (P) dalla posizione di I/O è :

I/O collocato nel centro del fronte



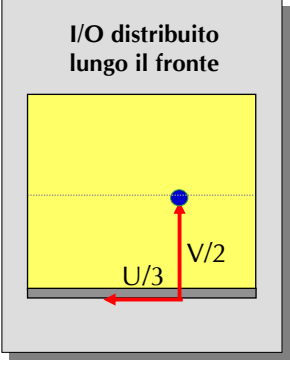
$P = 2 \cdot (U/4 + V/2)$

I/O collocato nel vertice del fronte



$P = 2 \cdot (U/2 + V/2)$

I/O distribuito lungo il fronte



$P = 2 \cdot (U/3 + V/2)$

❖ FORMA OTTIMALE DELLA ZONA DI STOCCAGGIO

Il valore minimo del percorso di andata e di ritorno dal punto di I/O è ottenuto derivando la seguente relazione :

$$\text{Percorrenza attesa (A+R)} : P = 2 \cdot \left(\frac{U}{k} + \frac{V}{2} \right)$$

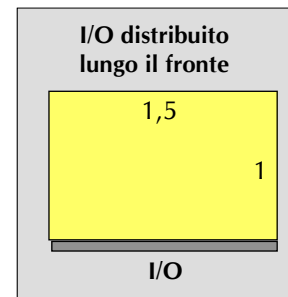
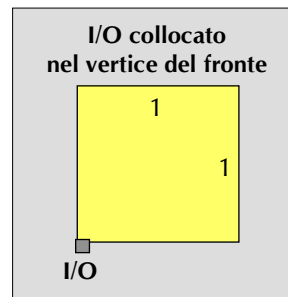
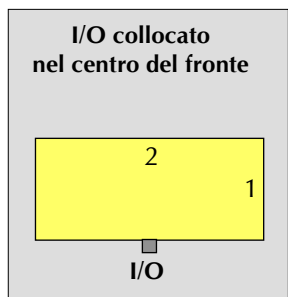
$$\frac{dP}{dU} = 0 \rightarrow \frac{d\left(\frac{U}{k} + \frac{A}{2 \cdot U}\right)}{dU} = 0 \rightarrow \frac{1}{k} - \frac{A}{2 \cdot U^2} = 0$$

$$\Rightarrow U_{OTT} = \frac{k}{2} \cdot V_{OTT}$$

❖ FORMA OTTIMALE DELLA ZONA DI STOCCAGGIO


Rapporti ottimali tra le due dimensioni della zona di stoccaggio (U e V)

- PUNTO I/O AL CENTRO DEL FRONTE : $U_{OTT} = 2 \cdot V_{OTT}$
- PUNTO I/O IN UN VERTICE DEL FRONTE : $U_{OTT} = V_{OTT}$
- I/O DISTRIBUITO NEL FRONTE : $U_{OTT} = 1,5 \cdot V_{OTT}$




❖ **FORMA OTTIMALE DELLA ZONA DI STOCCAGGIO**

Numero di corridoi : $NC \rightarrow \left\{ \frac{U_{OTT}}{LC + 2 \cdot P} \right\}$

 $U = NC \cdot (LC + 2 \cdot P) \text{ [m]}$

Numero di colonne di vani : $NV \rightarrow \left\{ \frac{PR}{2 \cdot NC \cdot Z \cdot NL} \right\}$

 $V = NV \cdot L \text{ [m]}$

Z = numero UdC in un vano

Potenzialità ricettiva effettiva : $2 \cdot NC \cdot NV \cdot Z \cdot NL$

❖ **PROGETTAZIONE DEI MAGAZZINI TRADIZIONALI****FASE 2 - POTENZIALITÀ DI MOVIMENTAZIONE**

1. DETERMINAZIONE DEL TEMPO MEDIO DI CICLO SEMPLICE
2. DETERMINAZIONE DEL NUMERO DI CARRELLI NECESSARI PER SODDISFARE LA POTENZIALITÀ DI MOVIMENTAZIONE DI PROGETTO
3. DETERMINAZIONE DELLA POTENZIALITÀ DI MOVIMENTAZIONE EFFETTIVA

❖ TEMPO MEDIO DI CICLO SEMPLICE

$$T_{CS} = TV_{CS} + TF_{CS} \text{ [s]}$$

$$TV_{CS} = \frac{P}{V_O} + \frac{S}{V_V} \quad \left\{ \begin{array}{l} P = 2 \cdot \left(\frac{U}{k} + \frac{V}{2} \right) \\ S = 2 \cdot H \cdot \left(\frac{NL-1}{2} \right) \end{array} \right.$$

P = PERCORRENZA ATTESA DI A+R IN PIANTA [m];

S = PERCORRENZA ATTESA DI SALITA / DISCESA DELLE FORCHE [m];

V_O = VELOCITÀ DI TRASLAZIONE ORIZZONTALE DEL CARRELLO [m/s];

V_V = VELOCITÀ DI SALITA / DISCESA DELLE FORCHE [m/s];

N.B. Nell'ipotesi che le velocità di salita e discesa con o senza carico siano uguali

❖ POTENZIALITÀ DI MOVIMENTAZIONE

Potenz. movimentazione di un singolo carrello :

$$PM_{CAR} = FU \cdot \frac{3600}{T_{CS}} \text{ [cs / h]}$$

FU = FATTORE DI UTILIZZAZIONE DEL CARRELLO (pause operatori, disponibilità del carrello, ...)



Numero carrelli necessari :

$$\frac{PM_{RICHIESTA}}{PM_{CAR}} \text{ (arrotondato all'intero superiore)}$$

Potenzialità effettiva di movimentazione :

$$N_{CAR} \cdot PM_{CAR}$$