

STOCCAGGIO DEI MATERIALI

Principali motivi dello stoccaggio

Lo scopo dello stoccaggio delle merci è multiplo; esso serve per:

- Proteggere le merci a scorta
- Garantire un grado di copertura delle scorte
- Avere una continuità di flussi non sincronizzati
- Trasformare i flussi

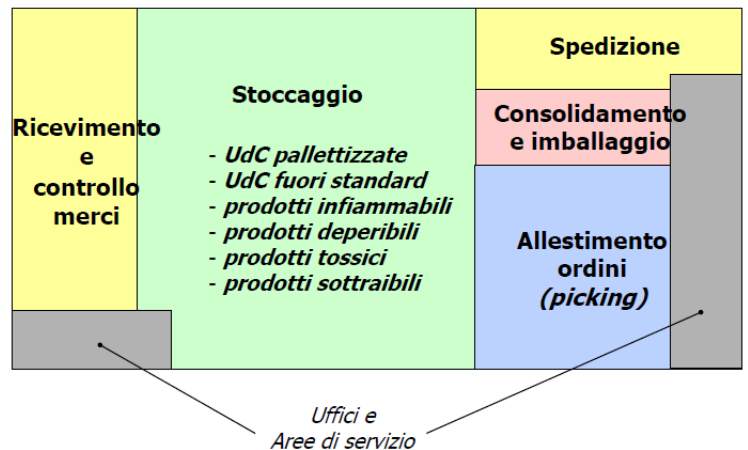
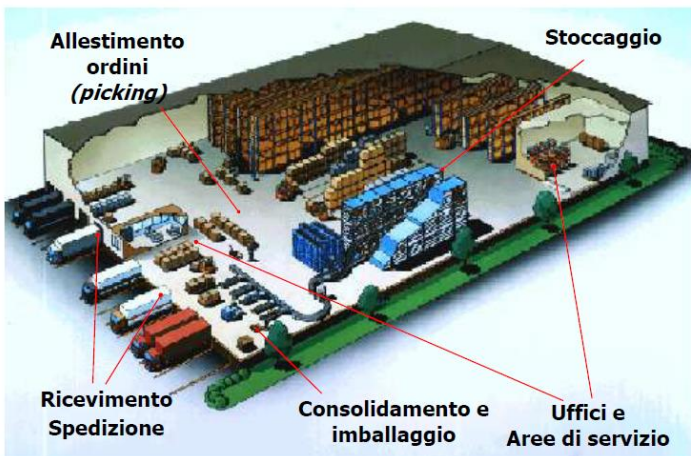
Aree funzionali

In un sistema di stoccaggio è generalmente possibile distinguere diverse aree principali che vengono identificate a partire dalle funzioni svolte, tra queste evidenziamo:

- Ricevimento = al momento del ricevimento si procede con lo scarico delle merci, i controlli e l'unitizzazione delle unità di carico per stoccaggio
- Stoccaggio = in questa area funzionale avviene l'assegnazione delle postazioni e l'allocatione delle unità di carico
- Allestimento ordine = in questa zona si procede con il picking, il packaging, il consolidamento ordine, ulteriori controlli e unitizzazione delle unità di carico per il trasporto delle stesse
- Consolidamento e imballaggio
- Uffici e aree di servizio = svolgono diversi compiti e offrono differenti servizi (laboratorio controllo qualità, stazione ricarica batterie, officina manutenzione, rimessa automezzi e carrelli, servizi per il personale)
- Spedizione = al momento della spedizione invece si effettua il raggruppamento delle unità di carico per vettore e successivamente il carico dei mezzi di trasporto

Spesso alle attività tradizionali (cioè le aree funzionali sopra elencate) sono aggiunte quelle innovative come ad esempio:

- Personalizzazione dei prodotti
- Assistenza tecnica del prodotto
- Gestione resi e /o dismessi



Parametri di progetto

Analizziamo ora alcuni parametri di progetto per i sistemi di stoccaggio:

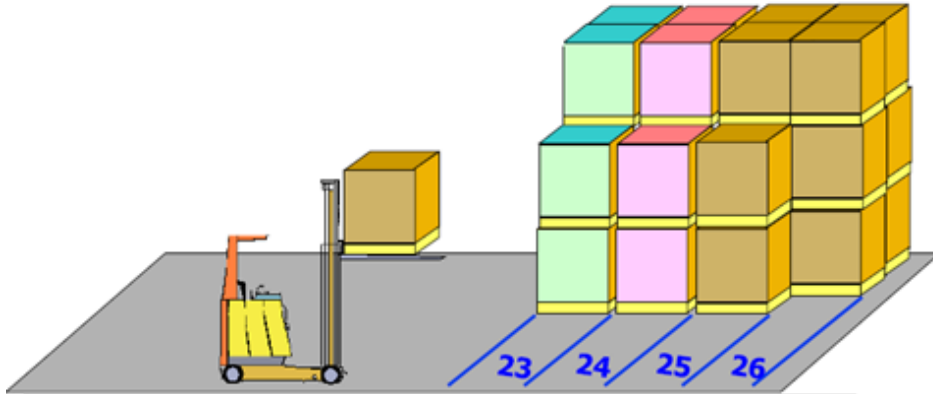
- Potenzialità ricettiva (PR) = numero di postazioni di stoccaggio
- Potenzialità di movimentazione (PM) = flusso delle unità di carico in ingresso, in uscita o di attraversamento
- Coefficiente di utilizzazione superficiale (CUS) = rapporto tra la potenzialità ricettiva e la superficie in pianta zona di stoccaggio

- Selettività = rapporto tra i posti delle unità di carico direttamente accessibili e potenziali ricettiva. È un valore minore o uguale a 1
- Coefficiente di saturazione = rapporto tra il numero di unità di carico a deposito e la potenzialità ricettiva. È un valore minore o uguale a 1

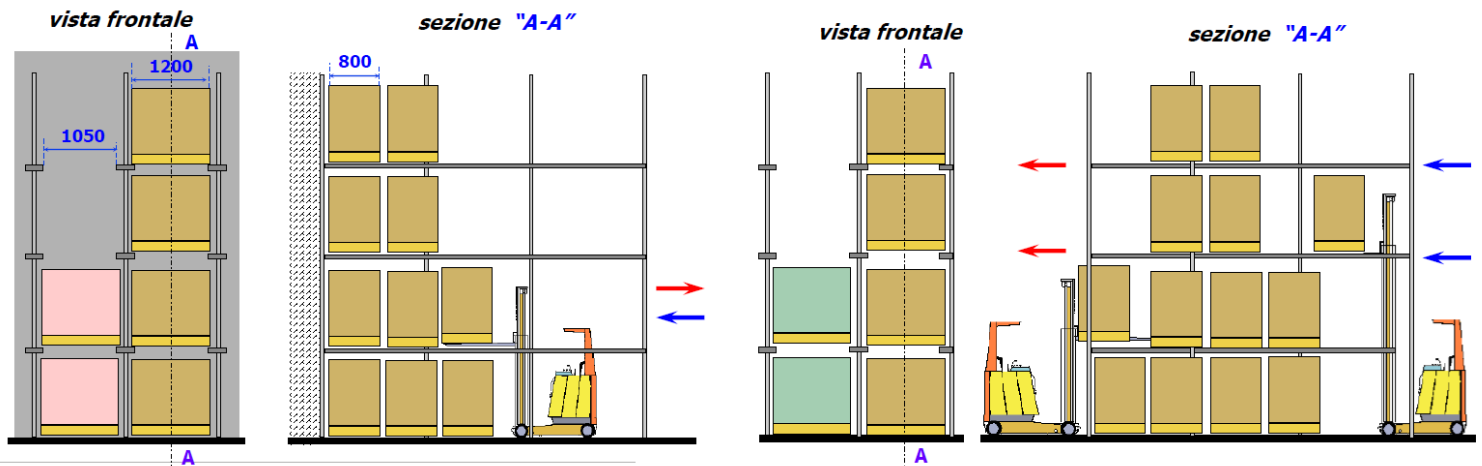
Classificazione sistemi di stoccaggio

Analizziamo ora i diversi tipi di sistemi di stoccaggio:

- Sistemi a catasta = in questi sistemi le unità di carico sono sovrapponibili. Si ha una limitazione dell'altezza così da avere la stabilità. È dunque un sistema a bassa selettività che viene usato per articoli ad elevata giacenza. Ha un costo modesto ed è caratterizzata da una segnalazione delle corsie a terra



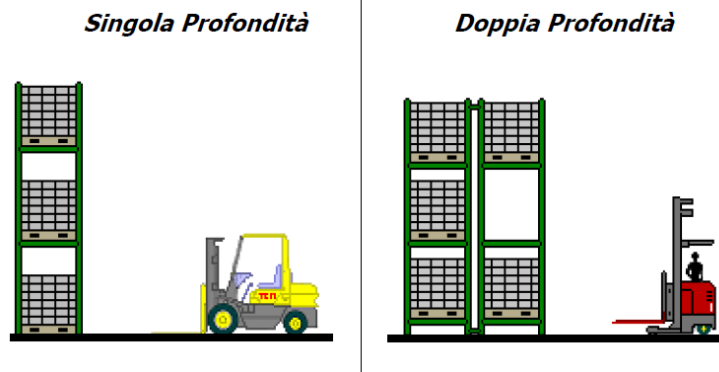
- Scaffalature a mensole = è un sistema simile a quello a catasta ma le unità di carico non sono sovrapponibili. È un sistema ideato per articoli ad alta giacenza e per questo motivo generalmente si ha almeno un corridoio per articolo. Ha un'elevata utilizzazione superficiale e i carrelli industriali sono di dimensioni ad hoc. Di questo sistema ne riconosciamo due tipologie:
 - a. Scaffalatura drive in = detti anche a corridoi caricabili. La gestione delle scaffalature è possibile da un solo lato (metodo Lifo)
 - b. Scaffalatura drive through = si può effettuare lo stoccaggio da un lato e contemporaneamente eseguire il prelievo dal lato opposto (metodo Fifo)



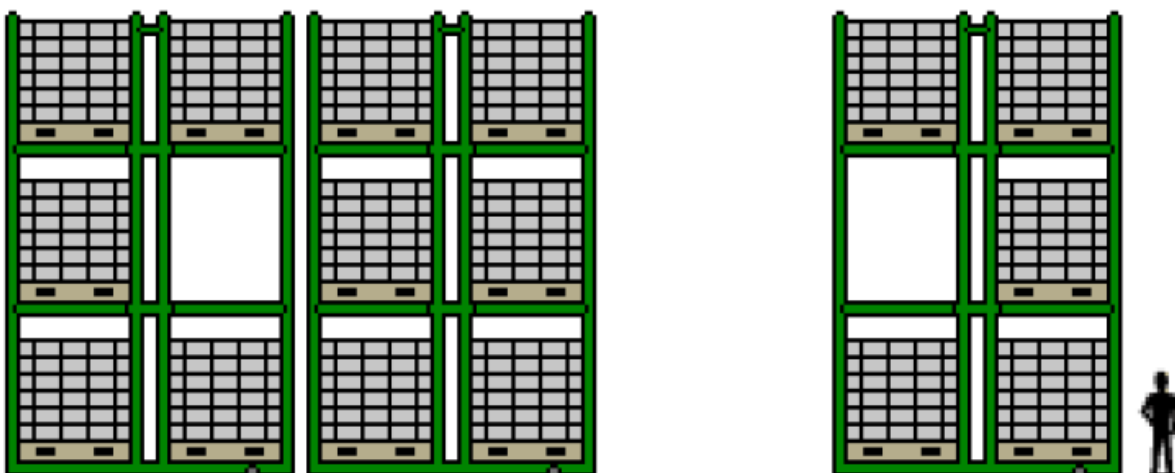
a.

b.

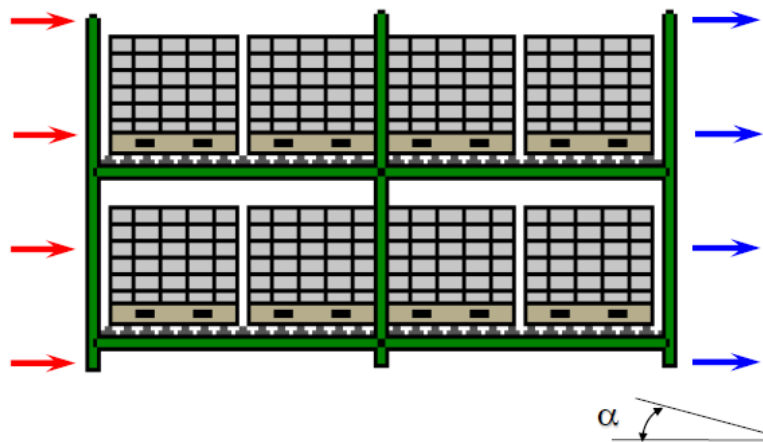
- Scaffalatura a cella = sono sistemi di stoccaggio per unità di carico standardizzate e quindi che hanno altezza e peso limitato. Hanno un costo contenuto e sono ottime per lo stoccaggio e il picking a "low level". Possono essere a singola o doppia profondità



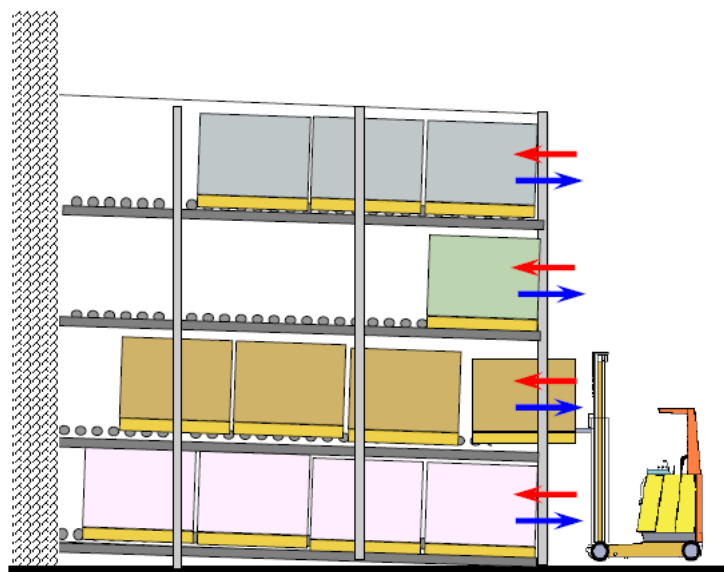
- Cantilever = è un sistema di stoccaggio usato per barre, profilati, tubi, assi, lastre e bobine. Di fatto sono delle travi con delle mensole che hanno all'estremo libero delle spine di contenimento così da evitare la caduta dei prodotti stoccati. Richiede l'impiego di carrelli bidirezionali o in alternativa di scaffalature compatte per ridurre l'area di manovra.
- Scaffalature compatte = permettono di saturare al meglio la superficie. Normalmente ci si aspetta di dover spostare metà del magazzino per accedere al prodotto interessato perché si ha una sola apertura di accesso alle corsie dimensionata in relazione al mezzo di movimento. Tipicamente vengono utilizzati per ricambi che di fatto servono poche volte e quindi implicano una movimentazione dei prodotti bassa, questa struttura dovendosi muovere porta ad avere costi elevati. Hanno un numero di livelli limitato e hanno un peso delle unità di carico ridotto. Esistono anche scaffalature compatte di tipo cantilever



- Canali a gravità live storage = il carico all'interno delle strutture si muove sfruttando la gravità. Non si paga dunque l'energia per la movimentazione della merce perché si sfrutta la forza di gravità stessa. È però di bassa selettività infatti occorre un canale per ogni singolo articolo disponibile a magazzino. Esistono principalmente due diverse configurazioni:
 1. Flow through = cioè flusso passante. Sono di fatto delle rulliere che nella zona finale sono dotate di un sistema frenante. Nel momento in cui si preleva un'unità di carico le altre scivolano lungo la rulliera. Il peso delle unità di carico è limitato a poche centinaia di chili altrimenti le rulliere possono incurvarsi. Più lungo è il canale maggiore è la velocità di movimento delle unità di carico e dunque maggiore sarà il tratto della rulliera dotata di un sistema frenante. È previsto anche un elemento di contenimento alla fine della rulliera stessa come già accennato. In questa tipologia di sistemi di stoccaggio viene data un'attenzione particolare alla forma del carico. Il peso deve anche essere uniforme. Ha costi piuttosto elevati, ma si ha sempre la garanzia di avere il prodotto più vecchio pronto per essere utilizzato.



2. Push back = cioè canali in contropendenza. Il carrellista spinge gentilmente tutti i carichi verso il muro che "rimbalzano" e si muove. Si hanno pochi pallet per canale perché lo scontro tra un numero troppo elevato di pallet potrebbe portare al danneggiamento del prodotto stesso. Il prodotto non deve dunque risentire delle eventuali spinte. Il carico e lo scarico della merce avviene dunque solo da un unico lato



Progettazione magazzini tradizionali

La progettazione di magazzini deve tenere presente diversi aspetti quali:

- Requisiti fisici dell'edificio
- Requisiti di movimentazione cioè il carrello industriale che si intende usare
- Garantire la potenzialità di movimentazione dei carrelli.

La situazione che considereremo e a cui faremo riferimento nella risoluzione dei nostri esercizi è la seguente:

- Scaffalatura bifronte con celle a singola profondità
- Unità di carico pallettizzate monoarticolo
- I mezzi di movimentazione sono carrelli a forche
- Numero di carrelli non è vincolato al numero di corridoi
- Non si effettua picking nella zona di stoccaggio
- Sono noti i valori richiesti di PR e PM.

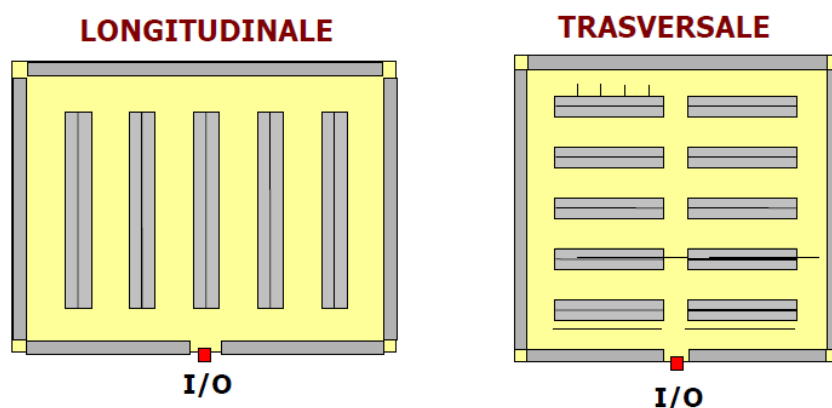
La progettazione si divide principalmente in due fasi:

1. **Dimensionamento statico** = progettazione del layout. I vincoli che si hanno sul layout sono i seguenti:
 - Quelli imposti dai mezzi di movimentazione = come altezza di sollevamento delle forche, larghezza minima dei corridoi
 - Quelli imposti dalla conformazione dell'edificio = altezza utile dell'edificio, dimensione massima in pianta, posizioni pilastri di sostegno della copertura, carichi specifici massimi ammissibili
 - Quelli di adeguamento alle norme di sicurezza

Elenchiamo ora i passi per effettuare il dimensionamento statico:

- 1) Tipologia del layout = le diverse tipologie di layout tra cui è possibile scegliere sono:
 - a. Longitudinali = interferenza limitata dei mezzi di movimentazione all'interno dei corridoi. Si ha la possibilità di avere dei percorsi che possono essere minimizzati
 - b. Trasversali = maggiore problema di congestione ma minore impatto di superficie occupata dai corridoi di accesso. Si sta minimizzando la superficie dei corridoi d'accesso. Viene generalmente usato per materiali a bassa rotazioni. Massimizzazione dello spazio utilizzato.

Indipendentemente dal tipo di layout è ottimale pensare di disporre lungo il muro una scaffalatura monofronte così da utilizzare dello spazio che altrimenti sarebbe inutilizzato

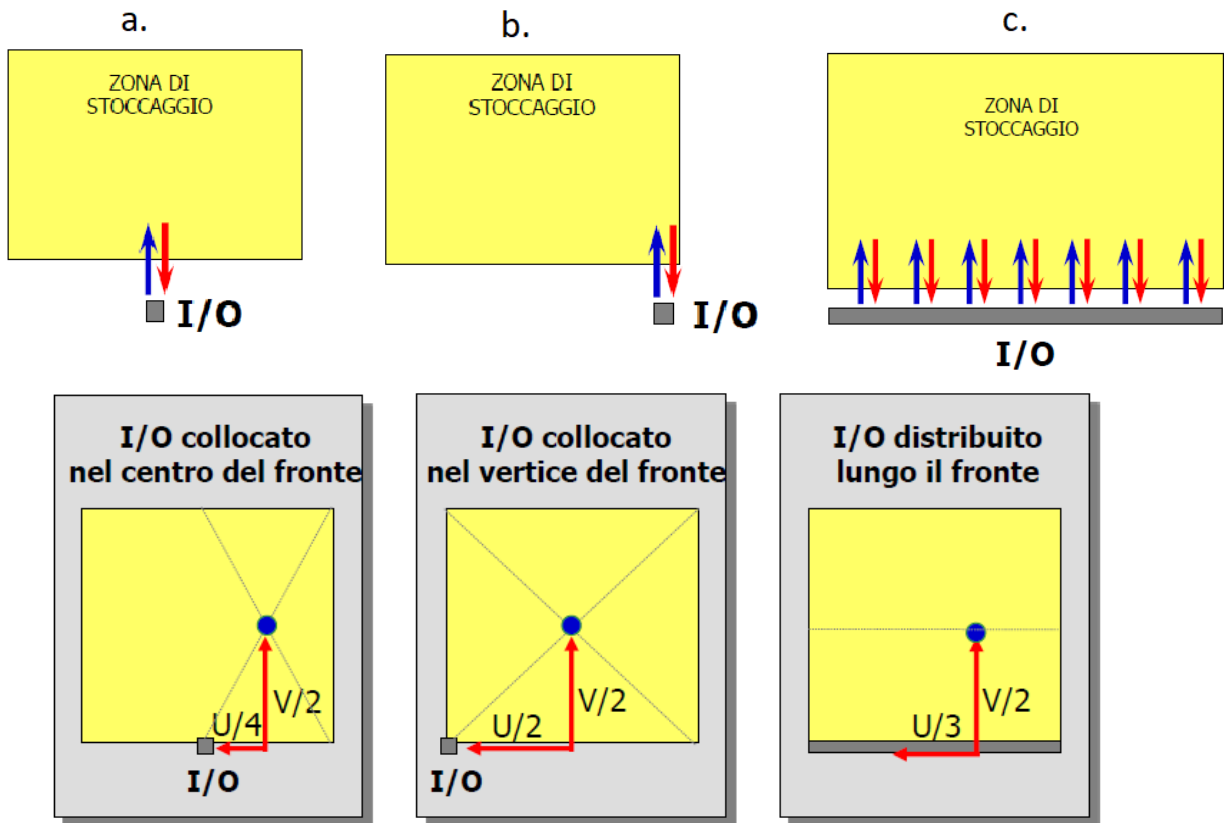


- 2) Posizionamento del punto di accesso = questo può essere disposto in tre diversi modi che ora elenchiamo e di cui calcoliamo il valore atteso del percorso di andata e ritorno dalla posizione input/output:

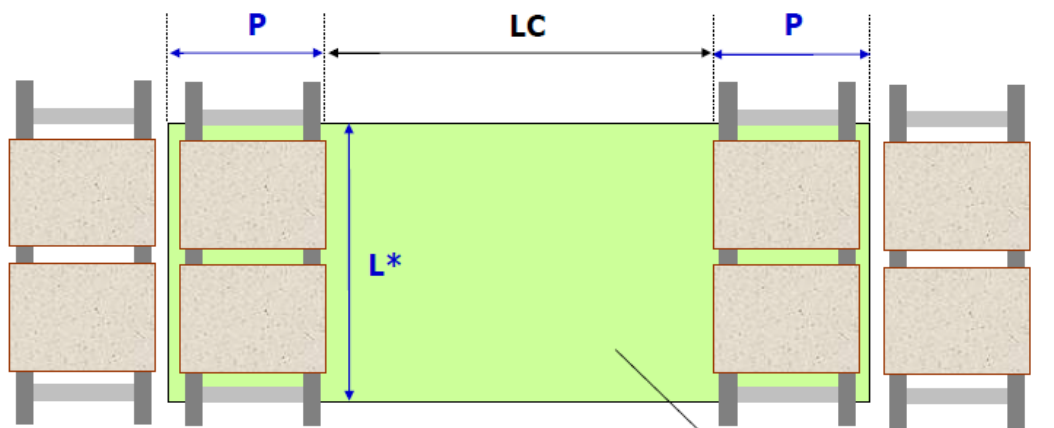
- a. Centralmente = così che il percorso medio che il carrello deve fare per raggiungere gli scaffali sia il mediamente il minore possibile
$$P = 2 * \left(\frac{U}{4} + \frac{V}{2} \right)$$
- b. Decentrato
$$P = 2 * \left(\frac{U}{2} + \frac{V}{2} \right)$$

- c. Distribuire i punti di accesso lungo il fronte della zona di stoccaggio = questa è la situazione migliore perché il percorso compiuto dai carrelli si riduce notevolmente.

$$P = 2 * \left(\frac{U}{3} + \frac{V}{2} \right)$$



- 3) Numero massimo di livelli di stoccaggio del magazzino = è funzione dell'altezza massima di sollevamento delle forche del carrello ovvero dell'altezza utile dell'edificio. Il numero di livello è pari all'altezza massima delle forche più l'altezza dell'unità di carico.
- 4) Dimensionamento del modulo unitario = il modulo unitario è l'elemento che replicato consente di riprodurre l'intera zona dello stoccaggio. Di solida si calcola come nel disegno seguente:



LC : larghezza corridoio

L^* : luce interna del vano + spessore montanti

Area del modulo unitario

Ridefiniamo ora il coefficiente di utilizzazione superficiale CUS non più come rapporto tra unità stoccate e area magazzino ma come rapporto tra unità stoccate nell'area del modulo unitario. Noto questo coefficiente si potrà determinare l'area del modulo unitario come rapporto tra potenzialità ricettiva e CUS.

2. **Dimensionamento dinamico** = consiste di fatto nel determinare le tre seguenti grandezze:

1) Tempi medio del ciclo semplice = si calcola come somma tra tempo variabile TV_{CS} e tempo fisso TF_{CS} :

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

$$TV_{CS} = \frac{P}{V_0} + \frac{S}{V_V}$$

$$P = 2 * \left(\frac{U}{a} + \frac{V}{2} \right)$$

$$S = 2 * H * \left(\frac{NL - 1}{2} \right)$$

Dove P è la percorrenza attesa cioè la somma tra la percorrenza di andata e quella di ritorno, S è la percorrenza attesa di salita e discesa delle forche, V_0 è la velocità di traslazione orizzontale del carrello e V_V è la velocità di salita e discesa delle forche. Chiaramente dobbiamo presupporre che la velocità di salita e discesa con o senza scarico sia la medesima.

2) Potenzialità di movimentazione effettiva = si può ora calcolare la potenzialità di movimentazione effettiva di un singolo carrello come:

$$PM_{carrello} = FU * \frac{3600}{T_{CS}} \quad \left[\frac{CS}{h} \right]$$

Dove FU è il fattore di utilizzazione del carrello che tiene conto anche della disponibilità.

3) Numero di carrelli necessari per soddisfare la potenzialità di movimentazione di progetto = nota la potenza di movimentazione del singolo carrello e quella richiesta si può stimare il numero di carrelli come rapporto tra quella richiesta e quella del singolo carrello:

$$\text{Numero carrelli necessari} = \frac{PM_{richiesta}}{PM_{carrello}}$$