

1.4.2. - Trasloelevatori (sigla TLE)

Il trasloelevatore è costituito da una traversa di base che porta le due ruote di scorrimento su di una rotaia fissata al pavimento, le motorizzazioni di scorrimento e di sollevamento e su cui è fissata la colonna la cui parte superiore è guidata mediante ruote di contrasto che scorrono sulle ali e contro l'anima di una putrella tipo NP. Lungo la colonna, mediante vie di corsa costituite da quadri con due gradi di lavorazione, scorre la culla porta forche. Le forche sono del tipo telescopico con possibilità di elongazione sia da un lato che da quello opposto.

(Lo schema dell'impianto è indicato nell'allegato 7).

Le motorizzazioni del trasloelevatore sono tutte in corrente continua e sono:

- motoriduttore per la traslazione dell'intera macchina
- motoriduttore per il sollevamento della culla portaforche
- motoriduttore per l'uscita ed il rientro delle forche.

Le velocità e le accelerazioni dipendono dall'operatività necessaria e dal disegno del magazzino.

Attualmente sono ammissibili i seguenti valori:

Traslazione: $V = 1 \text{ m/s}$

$V = 1,5 \text{ m/s}$

$V = 2 \text{ m/s}$

$V = 2,5 \text{ m/s}$

$V = 3 \text{ m/s}$

$a = \text{da } 0,3 \text{ a } 1,3 \text{ m/sq}$

Sollevamento: $V = 0,4 \text{ m/s}$

$V = 0,5 \text{ m/s}$

$V = 0,667 \text{ m/s}$

$V = 0,834 \text{ m/s}$

$V = 1 \text{ m/s}$

$a = \text{da } 0,3 \text{ a } 1 \text{ m/sq}$

Ciclo totale forcole (CF): 11 – 15 sec

Ciclo totale dito nelle macchine dei magazzini a cassette: 4 sec (e comunque dipende dalla lunghezza del cassetto)

Cicli operativi dei trasloelevatori

Ricordiamo che un magazzino a scaffalature autoportanti con traslo viene riconosciuto mediante tre assi:

- asse X lungo la via di corsa della macchina
- asse Y in altezza (numero dei piani)
- asse Z l'interasse delle vie di corsa dei trasloelevatori (interasse corridoi)

Per convenzione si definisce $X_0; Y_n$ la coordinata della postazione, in testa al corridoio, ove la macchina preleva il pallet in ingresso o deposita quello in uscita. Potendo la macchina sforcolare sia a destra che a sinistra nelle elaborazioni dei calcoli per i tempi di ciclo la definizione di lato destro o sinistro non viene considerata. In realtà l'esatta definizione delle coordinate di un pallet sarà: $Z_n ; X_{ndx/sx} ; Y_n$.

Il magazzino presenta due testate che vengono definite in testata A e testata B. I pallets possono entrare ed uscire dalla testata A, possono entrare ed uscire dalla testata A e uscire dalla testata B, possono entrare ed uscire in varie combinazioni tra le due testate.

Il trasloelevatore esegue le seguenti operazioni fondamentali:

- ciclo semplice quando preleva in X_0 un pallet per depositarlo in X_n e quindi ritorna a X_0 o viceversa (ingresso di pallets oppure uscita)
- ciclo combinato quando preleva un pallet in X_0 , lo deposita in X_n , si sposta in X_{n+1} per prelevare un pallet e portarlo a X_0 dove lo deposita (nello stesso ciclo ingresso di pallet ed uscita di pallet).

Risulta evidente che nel ciclo semplice la macchina movimentata un pallet per ciclo, mentre nel ciclo combinato la macchina movimentata due pallets per ciclo.

La sequenza delle operazioni di macchina nei due casi sono le seguenti:

Ciclo semplice (il ciclo parte da $X_0 ; Y_1$ oppure da $X_n ; Y_n$) ed è costituito da:

- CF (ciclo forcole)

- Tempo di viaggio a Xn
- Centraggio (normalmente con t = 3 sec)
- Tempo di salita a Yn
- Centraggio (normalmente con t = 2 sec)
- CF
- Tempo di viaggio a X0
- Centraggio (normalmente con t = 3 sec)
- Tempo di discesa a Y1
- Centraggio (normalmente con t = 2 sec)

Nel calcolo del ciclo tra il tempo di viaggio ed il tempo di salita (o discesa) viene assunto il tempo maggiore in valore assoluto tra i due. Solo in una piccola porzione di corridoio, quella più vicina a X0, il tempo predominante è quello del sollevamento.

Il tempo di viaggio è calcolato nel modo seguente:

$t = \text{tempo di accelerazione} = V/a$ (con $V = \text{velocità in m/s}$)

$s = \text{spazio di accelerazione} = at^2/2$ (con $a = \text{accelerazione in m/sq}$)

$D = \text{distanza tra X0 e Xn}$

$T = \text{tempo di viaggio} = ((D - 2s)/V) + 2t$

Nella tabella seguente sono riportati i tempi e gli spazi di accelerazione per le velocità più usate e per le accelerazioni più usate.

| V in m/s | a in m/sq | ta in s | s in m |
|----------|-----------|---------|--------|
| 1,0 | 0,3 | 3,33 | 1,67 |
| 1,5 | 0,3 | 5,00 | 3,75 |
| 2,0 | 0,3 | 6,67 | 6,67 |
| 2,5 | 0,3 | 8,33 | 10,42 |
| 3,0 | 0,3 | 10,00 | 15,00 |

| V in m/s | a in m/sq | ta in s | s in m |
|----------|-----------|---------|--------|
| 1,0 | 0,4 | 2,50 | 1,25 |
| 1,5 | 0,4 | 3,75 | 2,81 |
| 2,0 | 0,4 | 5,00 | 5,00 |
| 2,5 | 0,4 | 6,25 | 7,81 |
| 3,0 | 0,4 | 7,50 | 11,25 |

| V in m/s | a in m/sq | ta in s | s in m |
|----------|-----------|---------|--------|
| 1,0 | 0,5 | 2,00 | 1,00 |
| 1,5 | 0,5 | 3,00 | 2,25 |
| 2,0 | 0,5 | 4,00 | 4,00 |
| 2,5 | 0,5 | 5,00 | 6,25 |
| 3,0 | 0,5 | 6,00 | 9,00 |

| V in m/s | a in m/sq | ta in s | s in m |
|----------|-----------|---------|--------|
| 1,0 | 0,6 | 1,67 | 0,83 |
| 1,5 | 0,6 | 2,50 | 1,88 |
| 2,0 | 0,6 | 3,33 | 3,33 |
| 2,5 | 0,6 | 4,17 | 5,21 |
| 3,0 | 0,6 | 5,00 | 7,50 |

| V in m/s | a in m/sq | ta in s | s in m |
|----------|-----------|---------|--------|
| 1,0 | 0,7 | 1,43 | 0,71 |
| 1,5 | 0,7 | 2,14 | 1,61 |
| 2,0 | 0,7 | 2,86 | 2,86 |
| 2,5 | 0,7 | 3,57 | 4,46 |
| 3,0 | 0,7 | 4,29 | 6,43 |

| V in m/s | a in m/sq | ta in s | s in m |
|----------|-----------|---------|--------|
| 1,0 | 0,8 | 1,25 | 0,63 |
| 1,5 | 0,8 | 1,88 | 1,41 |
| 2,0 | 0,8 | 2,50 | 2,50 |
| 2,5 | 0,8 | 3,13 | 3,91 |
| 3,0 | 0,8 | 3,75 | 5,63 |

| V in m/s | a in m/sq | ta in s | s in m |
|----------|-----------|---------|--------|
| 1,0 | 0,9 | 1,11 | 0,56 |
| 1,5 | 0,9 | 1,67 | 1,25 |
| 2,0 | 0,9 | 2,22 | 2,22 |
| 2,5 | 0,9 | 2,78 | 3,47 |
| 3,0 | 0,9 | 3,33 | 5,00 |

| V in m/s | a in m/sq | ta in s | s in m |
|----------|-----------|---------|--------|
| 1,0 | 1,0 | 1,00 | 0,50 |
| 1,5 | 1,0 | 1,50 | 1,13 |
| 2,0 | 1,0 | 2,00 | 2,00 |
| 2,5 | 1,0 | 2,50 | 3,13 |
| 3,0 | 1,0 | 3,00 | 4,50 |

| V in m/s | a in m/sq | ta in s | s in m |
|----------|-----------|---------|--------|
| 1,0 | 1,1 | 0,91 | 0,45 |
| 1,5 | 1,1 | 1,36 | 1,02 |
| 2,0 | 1,1 | 1,82 | 1,82 |
| 2,5 | 1,1 | 2,27 | 2,84 |
| 3,0 | 1,1 | 2,73 | 4,09 |

| V in m/s | a in m/sq | ta in s | s in m |
|----------|-----------|---------|--------|
| 1,0 | 1,2 | 0,83 | 0,42 |
| 1,5 | 1,2 | 1,25 | 0,94 |
| 2,0 | 1,2 | 1,67 | 1,67 |
| 2,5 | 1,2 | 2,08 | 2,60 |
| 3,0 | 1,2 | 2,50 | 3,75 |

| V in m/s | a in m/sq | ta in s | s in m |
|----------|-----------|---------|--------|
| 1,0 | 1,3 | 0,77 | 0,38 |
| 1,5 | 1,3 | 1,15 | 0,87 |
| 2,0 | 1,3 | 1,54 | 1,54 |
| 2,5 | 1,3 | 1,92 | 2,40 |
| 3,0 | 1,3 | 2,31 | 3,46 |

| V in m/s | a in m/sq | ta in s | s in m |
|----------|-----------|---------|--------|
| 1,0 | 1,4 | 0,71 | 0,36 |
| 1,5 | 1,4 | 1,07 | 0,80 |
| 2,0 | 1,4 | 1,43 | 1,43 |
| 2,5 | 1,4 | 1,79 | 2,23 |
| 3,0 | 1,4 | 2,14 | 3,21 |

Ciclo combinato con pallets in entrata ed uscita nella stessa testata (il ciclo carica in X_0 ; Y_1 va a X_n ; Y_n – deposita – si sposta a X_{n+1} ; Y_{n+1} – si carica – torna in X_0 ; Y_1 – deposita)

E' chiaro che in questo caso per ogni ciclo la macchina maneggia due pallets, uno in ingresso ed uno in uscita. Il ciclo è costituito da (considerando che i tempi di sollevamento e di discesa siano inclusi nei tempi di traslazione):

- CF in X_0 ; Y_1
- Viaggio a X_n ; Y_n
- Centraggio
- CF
- Viaggio a X_{n+1} ; Y_{n+1}
- Centraggio
- CF
- Viaggio a X_0 ; Y_1
- Centraggio
- CF

Ciclo combinato con pallets in entrata in una testata ed in uscita tramite la testata opposta.

(il ciclo carica in X_0 ; Y_1 va a X_n ; Y_n – deposita – si sposta a X_{n+1} ; Y_{n+1} – si carica – va in X_{n+n} ; Y_1 – deposita – ritorna a X_0 ; Y_1).

Questo ciclo presenta un viaggio del trasloelevatore totalmente passivo rappresentato dal ritorno a vuoto da X_{n+n} ; Y_1 a X_0 ; Y_1 . Si consiglia pertanto non prevedere una simile disposizione planimentrica a meno di non esserne obbligati dalla planimetria generale dello stabilimento e dei flussi dei materiali ad essa connessi.

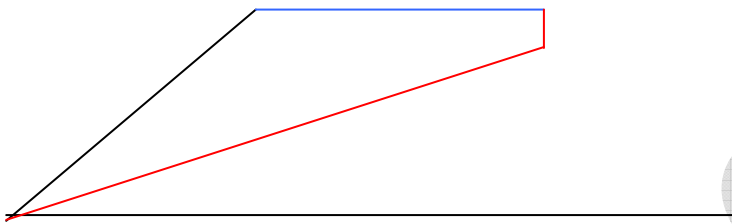
Il ciclo è costituito da:

- CF
- Viaggio a X_n ; Y_n
- Centraggio
- CF
- Viaggio a X_{n+1} ; Y_{n+1}
- Centraggio
- CF
- Viaggio a X_{n+n} ; Y_1
- Centraggio
- CF
- Viaggio a X_0 ; Y_1
- Centraggio

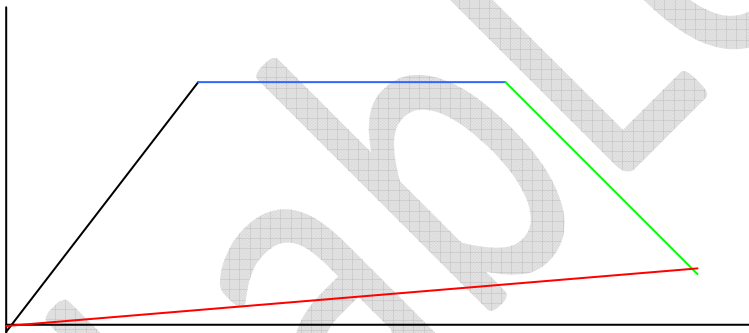
I cicli descritti sono schematicamente rappresentati dai seguenti diagrammi.

CICLO SEMPLICE

CICLO COMBINATO



CICLO COMBINATO CON USCITA IN TESTATA OPPOSTA



1.4.2.1 – Ponti di trasbordo

Nel caso di un magazzino ad alta densità di stockaggio, ma a non alte movimentazioni, si reputava conveniente imputare ad un unico TLE due corridoi adiacenti di servizio. Si rendeva quindi necessario traslare il TLE da un corridoio all'altro mediante un traslatore (che prendeva il nome di Ponte di Trasbordo o PDT) sul quale, posto in un suo corridoio apposito in corrispondenza di una testata e trasversale ai corridoi dei TLE, saliva il TLE e quindi veniva traslato in corrispondenza del corridoio adiacente. Lo schema di questo impianto è rappresentato nell'allegato 5.

Il PDT è sempre presente in corrispondenza del corridoio in cui lavora il TLE in quanto il TLE stesso si alimenta tramite il PDT.

Il ciclo del PDT è il seguente:

- ingresso del TLE sul PDT: avviene a velocità lenta ($0,334 \text{ m/s}$) su di una distanza, nel caso di un TLE monocolonna con pallet ISO Standard, di circa $5,4 \text{ m}$ pari a $16,17 \text{ sec}$
- traslazione del PDT al corridoio adiacente con una velocità di $0,7 \text{ m/s}$ con accelerazione di $0,4 \text{ m/s}^2$ perciò il tempo di traslazione è di $7,59 \text{ s}$

- l'uscita del TLE dal PDT avviene alla stessa velocità usata nell'ingresso perciò ha un tempo di 16,17 s
- in definitiva si può assumere nella media dei casi un tempo totale di trasbordo, da un corridoio ad un altro, di $16,17 + 7,59 + 16,17 = 39,93$ s.

La pratica del ponte di trasbordo non viene quasi più usata sia perché si preferisce dimensionare il magazzino in modo da impiegare un TLE per corridoio, sia perché sono entrati in uso i trasloelevatori che possono operare in curva. Questi tipi di traslo vengono illustrati nel capitolo 1.4.2.2 seguente.

1.4.2.2 – Trasloelevatori in curva

Per poter evitare di impiegare il ponte di trasbordo per trasferire il trasloelevatore da un corridoio all'altro, quando le necessità operative delle macchine sono tali da non esigere una macchina per corridoio, alcune case europee hanno pensato di progettare un trasloelevatore che, avendo le ruote di traslazione poste su carrelli pivotanti, possa effettuare delle curve.

Lo schema di un impianto è rappresentato nell'allegato 5B.

Dall'esame dello schema si può notare che un tale impianto non solo elimina i ponti di trasbordo, ma altresì elimina i convogliatori di testata di IN ed OUT comunemente chiamati rostri. Al loro posto è solo necessario un bancale fisso per il deposito dei pallets sia in ingresso che in uscita. Il bancale può essere esteso in altezza e quindi formare una vera e propria scaffalatura di polmone in testata al magazzino.

Il trasloelevatore in curva ha due difetti:

- un costo più elevato di quello normale
- un tempo di ciclo più lungo perché al normale tempo di ciclo si deve aggiungere il tempo di curva per andare a posizionarsi al punto di scarico e/o carico.

Il costo più elevato del normale è, di solito, compensato dal risparmio, nel costo totale dell'impianto, che si ottiene non impiegando ponti di trasbordo e rostri di IN ed OUT.

La maggiore lunghezza del tempo di ciclo non è compensata da alcunché e pertanto questo tipo di trasloelevatore può convenientemente essere impiegato in quei magazzini del tipo ad alta densità, alto numero di codici e relativamente basse movimentazioni. Nel caso di cicli combinati si deve aver cura di programmare il programma di gestione della macchina in modo tale che, in presenza di ciclo combinato, i due indirizzi di presa e consegna siano ubicati nello stesso corridoio.

1.4.3 - Carro navetta (CTD)

I carri navetta, chiamati CTD, lavorano in testata ed hanno il compito di distribuire i pallets in ingresso ai convogliatori d'ingresso dei vari corridoi e, da quelli in uscita, portare i pallets al convogliatore collettore d'uscita oppure alle varie stazioni di picking. Nella stessa testata non possono coesistere due carri navetta se non a piani diversi. E', però, altamente sconsigliabile porre un carro navetta ad un piano superiore. Se, per le operazioni richieste, un solo CTD non è sufficiente è consigliabile usare per i pallets in uscita (e per eventuali ritorni dal picking in magazzino) il CTD a piano terra e per gli ingressi un sistema di convogliatori posto ad un piano superiore.

Il CTD è un carro, viaggiante su di un binario con andamento trasversale ai corridoi dei TLE, con motorizzazione in corrente continua, con PLC a bordo, ed avente uno o due tratti di convogliatore a rulli od a catene per la movimentazione dei pallets. Nel caso di due convogliatori a bordo uno è dedicato ai pallets in ingresso al magazzino ed uno a quelli in uscita. I due convogliatori hanno movimento contemporaneo per cui i tempi carico e scarico non si sommano.

(Gli schemi dei due tipi di carri navetta sono indicati nell'allegato 8).

La scelta dei due tipi di CTD, ad un solo convogliatore od a due convogliatori, deve essere guidata da questo suggerimento fondamentale:

- usare un CTD con due convogliatori per IN ed OUT nel caso di una testata unica, per IN ed OUT, sullo stesso piano, con o senza presenza di stazioni di picking, quando il numero di cicli macchina derivanti sono compatibili con l'operatività della macchina stessa.
- usare un CTD con due convogliatori per IN ed OUT nel caso di una testata unica, per IN ed OUT, su due piani diversi con IN al piano superiore ed OUT + ritorno dal picking al piano terra, con presenza di stazioni di picking, quando il numero di cicli macchina non è compatibile con l'operatività della macchina stessa. In questo caso la testata IN sarà costituita da convogliatori

- usare un CTD con due convogliatori per IN ed OUT ed un CTD ad un unico convogliatore nel caso di una testata destinata ad OUT e ritorno dal picking e la testata opposta destinata all' IN.
- usare due CTD con un convogliatore quando gli IN sono in una testata e gli OUT nella testata opposta e non v'è presenza di picking.

La composizione delle testate ed il loro andamento planimetrico sono dettagliatamente descritti nel successivo capitolo destinato alle testate.

Carro navetta ad un convogliatore

Effettua solo cicli semplici portando un pallet alle volta. I cicli possono essere dal convogliatore collettore d'ingresso ai rostri di ingresso ai corridoi oppure dai rostri d'uscita dei corridoi al convogliatore collettore d'uscita.

I valori di targa da assumere per i calcoli del tempo di ciclo sono:

- velocità di traslazione: "V" da 0 ad 1 m/s
- accelerazione: "a" da 0,3 ad 1 m/sq
- tempo di centraggio: "c" = 3 sec
- tempo di carico oppure scarico del pallet a bordo (CF): per pallet 800x1200 CF = 4,5 sec – per pallet 1000x1200 CF = 5,5 sec (i tempi di carico e scarico sono calcolati sulla base di una velocità di traslazione del pallet di 0,2 m/s (12 m/min) che è la velocità standard dei convogliatori; in caso di velocità diversa, che deve essere applicata anche ai rostri ed ai convogliatori collettori, i tempi variano).

Tempi di carico e scarico alle varie velocità di convogliamento espressi in secondi:

| | per pallet 800x1200 | per pallet 1000x1200 |
|-------------------|---------------------|----------------------|
| con V = 0,167 m/s | 5,39 | 6,59 |
| con V = 0,2 m/s | 4,5 | 5,5 |
| con V = 0,25 m/s | 3,6 | 4,4 |

Carro navetta a due convogliatori

Si presenta con due tratti di convogliatore da un posto pallet cadauno posti, tra di loro, allo stesso interasse dei rostri di IN ed OUT in testa ala corridoio. In tal modo nello stesso tempo di ciclo di convogliatore si ha contemporaneamente il carico a bordo dal rostro di OUT del pallet in uscita e lo scarico da bordo al rostro di IN del pallet in ingresso a magazzino. Pertanto per ogni ciclo semplice di macchina si movimentano due pallets e per ogni ciclo combinato di macchina si movimentano quattro pallets. Ciò consente di impiegare il carro navetta nella grande maggioranza dei casi con risparmio di costi d'impianto e di spazio.

I dati operativi di questo tipo di CTD per quanto riguarda velocità, accelerazioni, tempi di carico/scarico dei convogliatori, tempi di centraggio della macchina, sono gli stessi del CTD ad un solo convogliatore.