



**Appunti universitari**

**Tesi di laurea**

**Cartoleria e cancelleria**

**Stampa file e fotocopie**

**Print on demand**

**Rilegature**

**NUMERO: 2125A-**

**ANNO: 2017**

# **A P P U N T I**

**STUDENTE: Castellana E.**

**MATERIA: Chianca V. - Impianti industriali e sicurezza sul lavoro - Prof. Carlin**

Il presente lavoro nasce dall'impegno dell'autore ed è distribuito in accordo con il Centro Appunti.

Tutti i diritti sono riservati. È vietata qualsiasi riproduzione, copia totale o parziale, dei contenuti inseriti nel presente volume, ivi inclusa la memorizzazione, rielaborazione, diffusione o distribuzione dei contenuti stessi mediante qualunque supporto magnetico o cartaceo, piattaforma tecnologica o rete telematica, senza previa autorizzazione scritta dell'autore.

**ATTENZIONE: QUESTI APPUNTI SONO FATTI DA STUDENTIE NON SONO STATI VISIONATI DAL DOCENTE.  
IL NOME DEL PROFESSORE, SERVE SOLO PER IDENTIFICARE IL CORSO.**

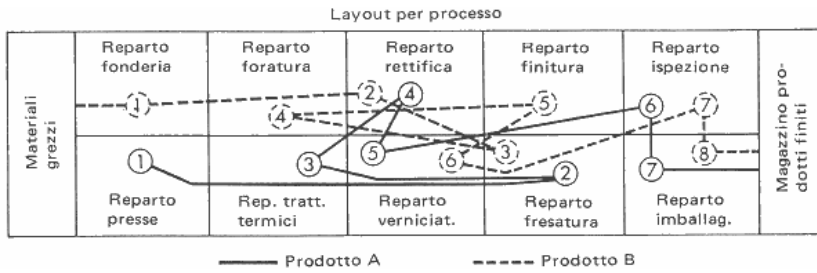
E. CASTELLANA – V. CHIANCA

# IMPIANTI INDUSTRIALI E SICUREZZA SUL LAVORO

5.	UDC.....	19
6.	Magazzino.....	21
6.1.	Sistemi di immagazzinamento.....	22
6.1.1.	A catasta .....	22
6.1.2.	Scaffalatura tradizionale.....	22
6.1.3.	Scaffalature passanti .....	24
6.1.4.	Magazzino dinamici (udc soggette a spostamenti) .....	24
6.1.5.	Magazzino a scaffale mobile.....	25
6.1.6.	Magazzini automatici.....	25
6.1.7.	Magazzini per udc di piccole dimensioni .....	27
6.2.	Arrivo e movimentazione merce .....	28
6.3.	Progettazione di magazzino .....	28
6.4.	Sistema di gestione delle scorte .....	29
6.5.	Analisi ABC.....	30
6.6.	Criteri di progettazione di una magazzino.....	31
6.7.	Picking.....	31
7.	Filosofia giapponese (Masaaki Imai) .....	33
8.	Carrelli .....	36
8.1.	Carrelli a traslazione manuale .....	36
8.2.	Carrelli con azionamento manuale (transpallet).....	37
8.3.	Carrelli trasportatori–elevatori motorizzati .....	37
8.3.1.	Carrello a forche ricoprenti .....	37
8.3.2.	Carrello con forche e longheroni.....	38
8.3.3.	Transpallet elevatori.....	38
8.3.4.	Carrello con forca a sbalzo .....	38
8.3.5.	Carrello con montanti retrattili .....	39
8.3.6.	Caratteristiche tecniche dei carrelli.....	40
8.3.7.	Carrelli elevatore a presa laterale .....	42
8.3.8.	Carrelli a grandi altezza .....	42
8.3.9.	Carrelli commissionatori.....	45
8.3.10.	Transpallet elevatori-commissionatori.....	45
8.3.11.	Carrelli con forche a sbalzo .....	45
8.3.12.	Carrello a forche a sbalzo a grandi altezze .....	46
9.	Scheda kanban.....	51
10.	Regole delle 5 S.....	53

20.5.	Tipologie di impianti termici.....	82
20.6.	POMPA DI CALORE .....	83
20.7.	POMPE DI CALORE GEOTERMICHE.....	83
20.8.	POMPE DI CALORE A FALDA .....	84
20.9.	ACCESSORI DI SICUREZZA INAIL (ex ISPESL) .....	84
20.9.1.	VALVOLA DI SICUREZZA .....	85
20.9.2.	VALVOLA DI INTERCETTAZIONE COMBUSTIBILE .....	85
20.9.3.	VASO DI ESPANSIONE .....	86
20.9.4.	ALTRI ACCESSORI DI SICUREZZA .....	86
20.10.	CANNE FUMARIE .....	87

## 1.1.2. Layout per processo/funzionale:



Il layout per processo o funzionale riunisce in un unico reparto tutte le lavorazioni dello stesso tipo. (Esempio: reparto di stampaggio, reparto di tornitura, reparto di saldatura, reparto di galvanica, ecc.). Tutte le operazioni simili e il macchinario relativo sono riuniti

nella stessa area. Il layout di processo è particolarmente indicato per produzioni in modesta quantità. Utile quando i prodotti hanno cicli di fabbricazione differenziati. Permette una maggiore flessibilità rispetto al layout di prodotto in quanto con tale tipo di layout possono gestirsi anche cicli di produzione di oggetti differenti, facendo variare il flusso da reparti nell'ordine previsto. All'aumentare della complessità del processo, con tale tipo di layout deve predisporre una linea di produzione quanto più semplice possibile. Se nel ciclo di produzione sono previste lavorazioni nello stesso reparto per più di una volta, allora il prodotto da lavorare passerà per le volte previste nel reparto in questione, non replicando il reparto nel layout. In questo layout possono aumentarsi gli accumuli e flussi, in tal caso, devono prevedersi sistematiche zone per il buffer e un adeguata rete di trasporti interni.

Vantaggi:

- Minore duplicazione di macchinario e quindi minori investimenti in attrezzature: l'aumento sensibile della produzione è vincolato dal raddoppio degli impianti, nel caso di layout per processo, un piccolo incremento si porta l'aumento delle unità base all'interno del reparto con costi minori
- Maggiore flessibilità di produzione: in quanto è possibile produrre una famiglia di prodotti diversificati più grande
- Controllo e supervisione più specializzati e quindi più efficaci
- Maggiore incentivazione individuale ad aumentare la produttività
- Migliore controllo di processi ad alta precisione o complessi
- Migliori possibilità di ovviare ad avarie del macchinario: se si blocca una macchina il ciclo continua con ovvi rallentamenti, tuttavia, in tal caso la migliore soluzione è l'ausilio ad un macchinario di riserva mentre quello in avaria è in manutenzione

Situazioni favorevoli al layout per processo:

- Alta proporzione di macchinario speciale o macchinario che necessita di trattamenti speciali
- Esistenza di materiali o prodotti troppo voluminosi o troppo pesanti per trasporti continui o in grandi quantità
- Frequente necessità di impiegare la stessa macchina per due o più operazioni diverse
- Produzione concernente numerosi prodotti diversi o produzione su commessa
- Produzione limitata per ogni singolo prodotto (benché la produzione totale possa essere molto elevata)
- Analisi dei tempi e dei metodi difficili da effettuare
- Difficoltà di ottenere il bilanciamento della produzione
- Necessità di molti controlli durante le fasi di lavorazione

Il layout di processo è la scelta consigliata quando la produzione è abbastanza variegata e numerosa oppure produzione su commessa (prodotti personalizzati), in questo caso è più difficoltoso garantire uno standard poiché studiare tempi e metodi non è agevole per la variazione di produzione. Le zone buffer sono cruciali per il corretto funzionamento del layout di processo in caso di errata valutazione sulle richieste. Un ulteriore vantaggio è costituito dalla possibilità di usare la stessa macchina per operazioni diverse.

## 1.2. Analisi dei dati di partenza di un plant-layout

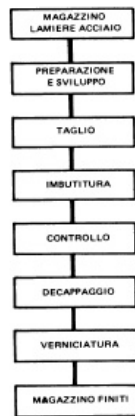
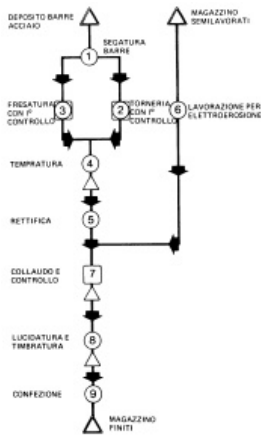
La realizzazione di un layout efficace richiede la raccolta preliminare di una notevole quantità di dati riguardanti i fattori che influiscono sul layout stesso. Gli elementi occorrenti per lo studio del layout sono:

- Elenco degli articoli da produrre e quantità
- Successione delle operazioni (ciclo di lavorazione)
- Volumi, pesi e caratteristiche dei materiali da trasportare lungo il ciclo di lavorazione
- Numero, tipo e caratteristiche delle macchine e degli impianti occorrenti
- Manodopera necessaria
- Fabbisogni di servomezzi (energia elettrica, vapore, acqua, aria compressa, ecc.)
- Esigenze di servizi generali (uffici, laboratori, mense, ecc.)
- Esigenze di reparti di manutenzione, attrezzeria, riparazioni, e servizi ausiliari alla produzione: possono esistere servizi di manutenzione interna per occuparsi del primo intervento
- Eventuali variazioni future della produzione

Se lo studio del layout riguarda uno stabilimento esistente occorre anche disporre dei disegni dell'attuale layout e del fabbricato ("maglia", altezza utile, carico sopportato ai nodi e sul pavimento). La successione delle operazioni viene indicata in una tabella che prende il nome di diagramma di lavorazione ("flow-chart del processo") e che rappresenta in forma sintetica le operazioni produttive, i trasporti, i collaudi, le soste e gli immagazzinamenti di ciascun articolo. Questi elementi di analisi sono importanti in vista di un possibile scarto di prodotto, e dunque, una svalutazione dello stesso.

Esiste un linguaggio specifico normato dall'ASME:

1. Triangolo un magazzino in senso lato, ogni ciclo produttivo e, dunque, ogni diagramma di lavorazione inizia e termina con un triangolo che rappresenta il MPF e MMP
2. La freccia rappresenta il trasporto di materiale
3. Il cerchio rappresenta una generica lavorazione sul prodotto
4. Il quadrato rappresenta un collaudo o un controllo
5. Il cerchio inscritto ad un quadrato una lavorazione e un collaudo operate alla stessa postazione



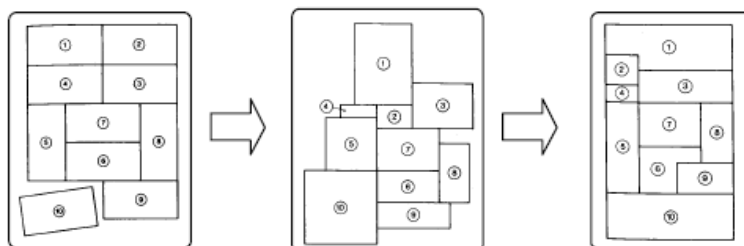
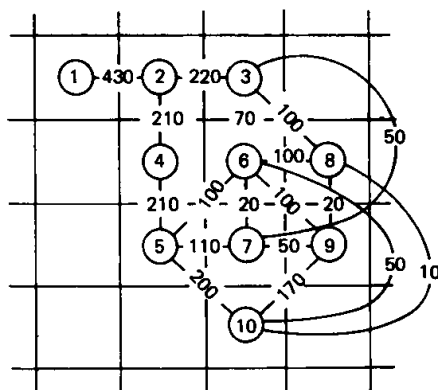
**Scarto e sfrido:**

**Scarto= rappresenta il prodotto finito/semilavorato che, presentando difetti, non dovrà essere allontanato dal processo produttivo**

**Sfrido= perdita fisiologica di materiale in un dato processo (es. bave nello stampaggio, truciolo nel processo di taglio)**

Si perviene alla disposizione teorica dei centri di lavoro o reparti interessati dai cicli di lavorazione. I centri o reparti caratterizzati da un maggiore numero di collegamenti sono sistemati più vicini possibile tra loro. Si considerano più disposizioni alternative e si sceglie la più soddisfacente. Rappresentando come blocchi identici e poi definendo l'effettiva superficie occupata dai vari reparti si perviene alla disposizione reale del plant layout ottimizzato. Si arriva ad una configurazione finale rettangolare del plant layout.

	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
1									430	430
2							210	220	860	
3			100	50	70			440		
4						210	420			
5	200			110	100	620				
6	50	100	100	20	440					
7		50	30	260						
8	10	20	260							
9	170	340								
10	430									



## 2. Fabbricati per impianti industriali

### 2.1. Criteri di scelta del fabbricato

Criteri di scelta del tipo di fabbricato più conveniente per un nuovo impianto industriale:

- Plant Layout
- Costi di costruzione del fabbricato, non necessariamente legati a costi di costruzione, ma anche all'asestamento del terreno
- Costi di acquisto del terreno occorrente
- Costi di gestione (riscaldamento, illuminazione, ventilazione, ecc.)
- Esigenze dei macchinari e delle lavorazioni

Fabbricato industriale a più piani: flusso produttivo verticale. Usato in passato nei settori automobilistico, tessile, ect. Fra le criticità: difficoltà di trasportare verticalmente il materiale (flusso discontinuo), problemi di sicurezza per gli addetti, problemi strutturali legati al peso dei macchinari e delle unità di trasporto.

Fabbricato industriale a un piano: flusso produttivo orizzontale, prevalente negli stabilimenti moderni, trasporti interni veloci, struttura globalmente flessibile e adattabile a nuove configurazioni di plant layout.

### 2.2. Caratteristiche fabbricato

Caratteristiche principali di un fabbricato in funzione del PLANT LAYOUT:

- Maglia: posizione dei pilastri che costituiscono l'ossatura portante; la dimensione della maglia corrisponde all'interasse tra i pilastri lungo l'asse longitudinale e lungo l'asse trasversale
- Altezza netta sotto filo catena: (H.s.f.c.): altezza libera compresa tra il piano pavimento e il filo inferiore della struttura portante della copertura
- Posizione vie di corsa di un carro-ponte



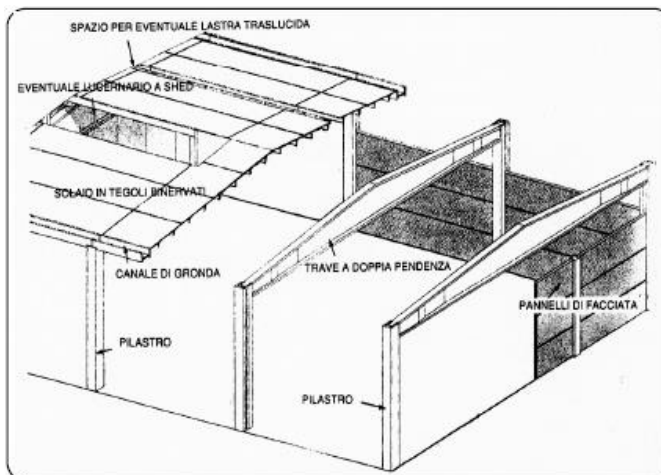
## 2.5. Schema d'insieme

Pannelli di controllo: parenti smontabili utili nel caso di futuri ampliamento del fabbricato (no pareti in mattoni).

Parenti interne evitate al fine di creare ostacolo ai flussi produttivi e a successive riconfigurazioni di plant-layout. Talvolta, sono necessarie per la creazione di reparti e zone specifiche, anche nel caso in cui esista un reparto con elevato rischio di incendio per la limitazione di eventuali danni.

Lastra traslucida: realizzate di norma in plexiglas al fine di rendere illuminazione naturale all'interno del fabbricato, in caso di incendio facilitano l'intervento della squadra dei vigili del fuoco. Le lastre traslucide sono dotate di EFC (evacuatori di fumo e calore), ossia sistemi consentono l'apertura delle lastre in caso di incendio per favorire la fuoriuscita di fumi e calore appunto e l'intervento della squadra dei vigili del fuoco.

Canali di gronda: con la funzione di convogliare l'acqua piovana al sistema fognario con sistemi a tubi paralleli ai pilastri. Il sistema di drenaggio include anche tombini all'interno dello stabilimento. Lucernario SHED: soluzione alternativa all'illuminamento zenitale, consente un notevole passaggio di luce naturale permettendo il posizionamento dei pannelli fotovoltaici.



## 2.6. Fondazioni

Fondazioni dei macchinari:

- Devono resistere a sollecitazioni dinamiche
- Occorre evitare risonanza e trasmissione vibrazioni al terreno e alle strutture
- Devono avere grande massa e si impiegano supporti elastici e antivibranti per macchine e fondazioni

Fondazioni del fabbricato:

- Possono essere: continue, a plinti, su pali, a platea
- La scelta dipende dai carichi da sopportare e dalle caratteristiche del terreno (sondaggi meccanici e geofisici): terreni compatti (rocce); terreni sciolti (sabbie, argille); terreni inconsistenti: opere speciali di fondazione.

## 2.7. Strutture portanti

Bisogna tenere conto delle seguenti sollecitazioni

- Carico permanente o fisso (peso proprio delle strutture)
- Sovraccarichi sismici
- Sovraccarico del vento e della neve
- Sovraccarico dovuto a carichi sospesi (mezzi di trasporto, tubazioni, canalizzazioni)

La struttura portante può essere:

- In cemento armato normale
- In cemento armato precompresso
- In acciaio
- In laterizio armato (attualmente sostituita sistemi di prefabbricazione più economici)

Principali caratteristiche delle strutture in **cemento armato** in generale:

- Particolarmente adatte per luci variabili dagli 8 ai 20 metri (fabbricati ad un piano)
- Particolarmente adatte per luci variabili dai 6 ai 10 metri (fabbricati a più piani)

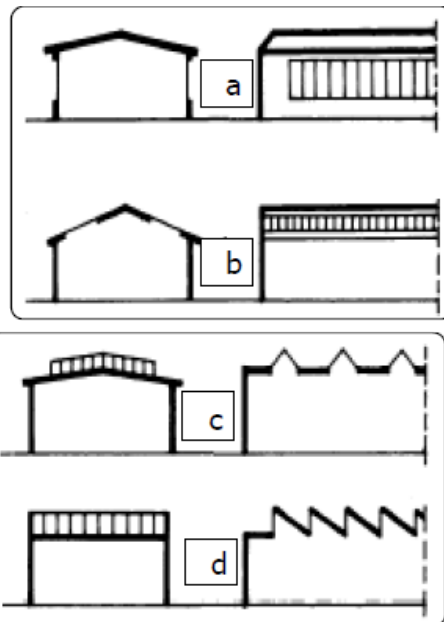
## 2.8. Coperture

Principali prestazioni e caratteristiche richieste alle coperture:

- Impermeabilizzazione e protezione dalle intemperie
- Isolamento termico ed acustico
- Resistenza meccanica e pedonabilità
- Durata
- Leggerezza
- Illuminazione
- Ventilazione
- Evacuazione dei fumi

## 2.9. Schemi di copertura

- a) con tetto a falde e serramenti a nastro sulle pareti perimetrali  
b) con tetto a falde e fasce finestrate sul tetto  
c) con tetto piano e lucernari a sezione triangolare trasversali oppure semi-circolari  
d) con tetto a shed o a denti di sega



## 2.10. Illuminazione naturale

Illuminazione naturale:

- Irraggiamento diretto attraverso vetrate, finestre, etc.
- Riflessione della luce su parete

Svantaggi:

- Necessità di integrazione con illuminazione artificiale, con rapporti variabili durante la giornata
- Possibilità di contrasti o di elevata luminanze (fenomeni di abbagliamento)
- Variazione dell'illuminazione in funzione di aggiunta di nuovi servizi posti "in alto"
- Difficoltà di accordare il colore di sorgenti luminose ad alta efficienza con la luce diurna
- Per edifici grandi non bastano le superfici vetrate sulle pareti ma occorrono anche sulla copertura
- Tali superfici perdono la loro efficacia per lo sporco e per la posa in opera di nuovi servizi
- Le superfici vetrate risultano controproducenti dal punto di vista dell'acclimazione ambientale
- Negli USA la maggior parte degli stabilimenti è priva di finestre
- In Europa la normativa impone una adeguata illuminazione naturale

## 2.11. Pareti esterne

Principali prestazioni e caratteristiche richieste per le pareti esterne:

- Fungono da elemento di chiusura
- Proteggono dagli agenti atmosferici
- Garantiscono la coibentazione
- Consentono l'inserimento di aperture di illuminazione e ventilazione

## 2.15. Uscite di emergenza

Passaggi che consentono alle persone presenti in un locale di raggiungere un luogo sicuro.

Devono essere adeguatamente distribuite e dimensionate in rapporto ai rischi presenti, alle dimensioni dei luoghi di lavoro ed al numero di persone.

## 2.16. Posizioni uscite

Dove è prevista più di una via di uscita, la lunghezza del percorso per raggiungere la più vicina uscita non dovrebbe essere superiore ai seguenti valori:

- 15 ÷ 30 metri (tempo max. di evacuazione 1 min) per aree a rischio di incendio elevato
- 30 ÷ 45 metri (tempo max. di evacuazione 3 min) per aree a rischio di incendio medio
- 45 ÷ 60 metri (tempo max. di evacuazione 5 minuti) per aree a rischio di incendio basso

La progettazione del percorso di uscita deve tener conto di luoghi sicuri, non necessariamente esterni. È buona norma mettere un'uscita di sicurezza ogni 30-40 m. le uscite di sicurezza vanno sempre poste fra i vani dei muri perimetrali.

Principali caratteristiche:

- Altezza minima netta 2 metri
- Larghezza modulare in relazione alla quantità di persone presenti
- Apertura a spinta (no portoni scorrevoli)
- Resistenza al fuoco

## 2.17. Scarichi e fognature

Le acque che devono essere evacuate dagli stabilimenti sono:

- Acque bianche o piovane (tubi in cls o pvc)
- Acque nere o cloacali (tubi in gres o materie plastiche)
- Acque tecnologiche (tubi in pvc ad alta densità)

Pendenza dei condotti > 0,5 ÷ 1%

Pozzetti di ispezione in corrispondenza di:

- Ogni cambiamento di direzione
- Convergenza di tubazioni
- Cambiamento considerevole di pendenza
- Condotti rettilinei con lunghezze superiori ai 30 ÷ 40 m

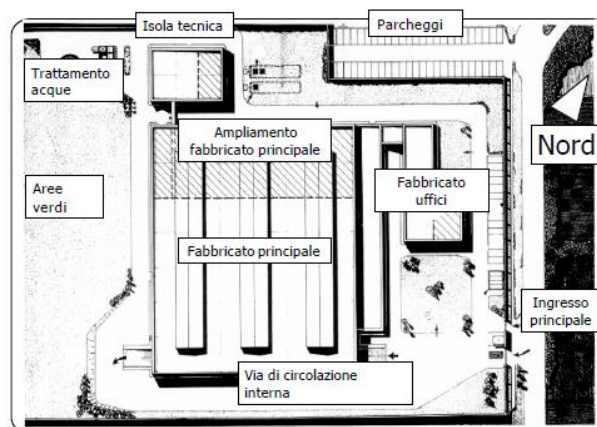
# 3. Piano Regolatore Generale

Il fabbricato si posiziona in un sito industriale composto dai seguenti elementi:

- Corpo fabbrica principale o edificio principale
- Edifici o costruzioni secondari: zona uffici, mensa, isola tecnica, locali sorveglianza
- Parcheggi interni ed esterni
- Strade di circolazione interne
- Aree verdi
- Piazzali asfaltati
- Vie di accesso dall'esterno
- Recinzioni

Lo schema d'insieme di un sito industriale viene denominato Piano Regolatore Generale (P.R.G.).

Esistono zone tratteggiate che sono quelle destinate a futuri ampliamenti. La presenza di numerosi ingressi



## Aree esterne



Un magazzino esternamente è caratterizzato dalla presenza di numerosi imbocchi di carico e di zone destinate a correttori di flusso di materiale. Di norma si preferisce una struttura a blocchi scomposti. Gli uffici vengono posti, di buona norma, in posizione baricentrica nel caso di scomposizione del fabbricato in più parti. Vanno preste aree parcheggio e raccordi ferroviari.

## Aree scoperte e piazzali

La tendenza delle imprese a stabilirsi in località distanti dai centri abitati accresce l'attenzione sulla progettazione delle aree scoperte esterne.

Inoltre la motorizzazione privata di massa rende necessaria la creazione di opportune vie di accesso e di ampi piazzali di parcheggio.

Le strade di accesso devono essere progettate in modo da poter sostenere sia il traffico delle autovetture private sia quello dei mezzi di trasporto dei materiali.

Una particolare area parcheggio deve essere a disposizione dei visitatori e degli ospiti.

Quando le strade di accesso allo stabilimento immettono direttamente su vie di grande comunicazione, potrà essere opportuno realizzare incroci semaforici di concerto con le autorità competenti.

## L'aspetto esterno

L'aspetto esterno dell'edificio industriale e dell'area che lo circonda non è direttamente connesso con l'attività del progettista degli impianti.

La cura del gradevole aspetto, la presenza di alberi ed aiuole, costituiscono la prova dell'interesse dell'azienda verso la vita della comunità.

Per il grande pubblico questo è spesso uno dei pochi criteri di giudizio verso l'impresa.

## Problemi di sicurezza

I problemi della sicurezza, intesi in senso lato, interessano sia l'ingresso che l'uscita di beni e persone. Tutti gli stabilimenti devono proteggersi dall'uscita non autorizzata di materiali ed attrezzi.

Muri di cinta, posti di guardia centralizzati, fari illuminanti ai cancelli e sistemi di televisione a circuito chiuso.

## Protezione dalle calamità

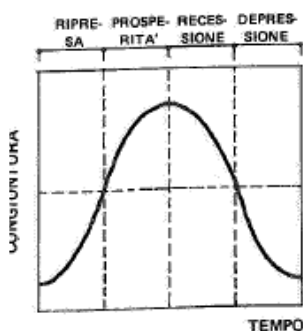
La protezione degli stabilimenti industriali dalle calamità contempla l'incendio, le alluvioni, gli uragani, il terremoto e gli eventi vandalici.

Contro l'incendio sono predisposti estintori, sistemi di idranti e dispositivi fissi di segnalazione e spegnimento oltre che opportune accortezze costruttive.

Gli stabilimenti organizzano squadre antincendio i cui membri sono distribuiti presso reparti ed uffici.

I sistemi automatici di allarme sono obbligatori.

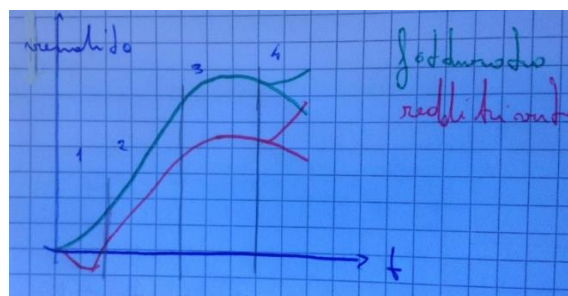
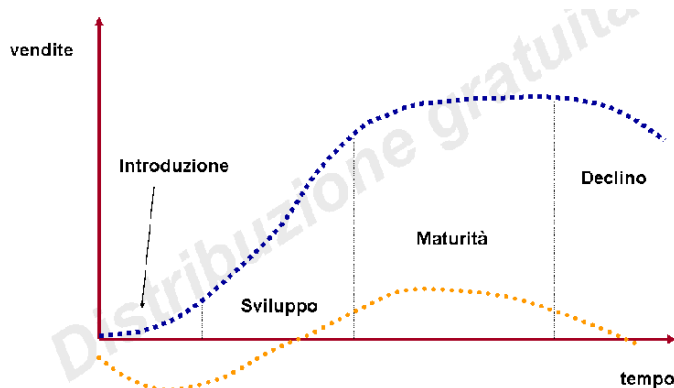
## 4.2. Ciclo di vita di un prodotto:



**Congiuntura:** funzione periodica del tempo che caratterizza ogni processo economico. Si divide in quattro zone:

1. Ripresa
2. Prosperità
3. Recessione
4. Depressione

La curva verde rappresenta il fatturato, mentre la curva rossa la redditività. Si definisce redditività il rapporto fra utile netto e capitale investito, al fine di avere introiti, la redditività deve essere mediamente maggiore dell'unità.



Graficando le vendite sulle ordinate rispetto al tempo in ascisse, otteniamo un grafico di indubbio interesse economico-manageriale, e ne individuiamo quattro zone di interesse:

1. **Introduzione:** corrisponde alla fase di introduzione del bene sul mercato, il fatturato inizia a crescere, tuttavia la redditività è negativa a causa del fatto che il capitale investito è minore in entità degli introiti provenienti dalle vendite, e ciò può essere anche dovuto al fatto che i pagamenti delle vendite possono essere non immediati
2. **Crescita:** questa fase inizia non appena il capitale investito è stato recuperato dalle vendite, aumenta il fatturato e la redditività
3. **Maturità:** corrisponde alla fase di maggiore crescita che culmina con il massimo valore di fatturato e redditività, il prodotto è consolidato
4. **Declino:** il prodotto consolidato cede alla concorrenza di altri, e dunque ci si avvia ad una fase di calo delle vendite, fatturato e redditività decrescono. Si potrebbe abbattere la fase di declino procedendo al restyling del prodotto che consente un aumento ridotto ed estremo delle vendite, e dunque, del fatturato e della redditività

## 5. UDC

Per UDC (unità di carico) si intende un raggruppamento di materiale che può essere movimentato e trasportato tramite mezzi di trasporto meccanici, fra le caratteristiche essenziali: accatastabilità, ossia deve essere sovrapponibile e facilmente immagazzinabile, "forcabilità" ossia deve essere movimentabile tramite mezzi di trasporto con forche. La scelta accurata delle UDC consente: ridurre costi, ridurre riprese di materiale, ottimizzare spazio occorrente per l'immagazzinamento, ridurre tragitti.

I pallet sono caratterizzati da una base rigida di supporto, accatastabile e forcabile, possono essere a due vie, a quattro vie, ad un piano, a due piani, reversibile, con montanti. I pallet sono caratterizzati da dimensioni standardizzate, lo standard più comune è l'europallet 800x1200. Qualora bisogna definire un UDC su pallet, l'altezza complessiva dell'UDC è data dalla somma dell'altezza del pallet e di quella del prodotto trasportato. (Su un automezzo standard 2500mm in larghezza, possono posizionarsi 33 pallet, o 33 x 2 piani in caso di pallet sovrapponibili). Possono essere in legno, metallo, materie plastiche.

Regole pratiche per la formazione di UDC:

1. Hudec non superiore ai 2 m al fine di saturare efficacemente il volume dei magazzini
2. Massimo ricoprimento della superficie del pallet, al fine di saturare efficacemente l'area di immagazzinamento
3. Disposizione dei colli con appoggio sulla faccia di maggiore dimensioni al fine di aumentare la stabilità dell'insieme dei pallet accatastati
4. Disposizione incrociata dei colli

Per filmatura si intende l'operazione con cui si ricoprono i pallet di pellicole (di polietilene) al fine di assicurare l'integrità e la stabilità dei colli (es. protezione da intemperie). Per reggiatura/riggettatura si intende l'interposizione di nastri fra i colli precedentemente alla filmatura, con il fine di rendere maggiore stabilità all'insieme di colli durante le operazioni di trasporto e la filmatura stessa. Nella pratica, si esegue la filmatura prima dello stoccaggio, per poi targare con un'etichetta dettagliata il pallet che indica le informazioni essenziali come lotto di produzione, peso, ect.

Fra i contenitori/container distinguiamo le seguenti tipologie fondamentali: contenitore in lamiera, struttura reticolare, struttura reticolare e fondo lamiera, rete metallica, raccoglitore dotato di ganci per sollevamento (ottimale per carroponte). I contenitori possono facilitare operazioni di prelievo frazionato, ossia accesso ai prodotti ivi contenuti singolarmente; inoltre, la presenza di ganci permette operazioni di sovrapponibilità dei contenitori stessi, le reti metalliche laterali consentono una visibilità maggiore del materiale contenuto all'interno al fine di valutare efficacemente quante ore di stazionamento si hanno a disposizione. Le dimensioni dei contenitori sono fortemente standardizzate in modo tale da poter essere sottomultipli in volume dei pallet. I contenitori possono essere di metallo, plastica, alluminio. Fra le tipologie di container è importante la cassa mobile che può essere parcheggiata sulla banchina per consentire il carico.

Fra le caratteristiche principali delle cassette: sovrapponibilità, utilizzabili per movimentazione e stoccaggio, essere sottomultipli in volume delle dimensioni dei pallet, garanzia per sovrapposizione su pallet delle UDC di configurazione regolare. Fra le tipologie di cassette: a bocca di lupo con asta per stabilità e presa, cassette normali. Possono essere realizzate in: plastica resistente di vario colore (l'uso di colori facilita l'eventuale facile identificazione del contenuto), lamiera, legno. Per cassette odette si si riferisce a contenitori modulari in plastica per settore automotive e in ambito largo per il settore dell'assemblaggio; le caratteristiche fondamentali: movimentabili in pool per casa automobilistica e fornitori, utilizzabili per alimentare materiali occorrenti lungo una linea di produzione, capacità da 5 a 60 decimetri cubici (la scelta delle dimensioni è funzione del volume e dell'ingombro degli oggetti da contenere), impilabili, pallettizzabili su pallet standard,

## 6. Magazzino

Fra gli scopi fondamentali dei magazzini: riserva dei materiali, conservazione e razionale disposizione dei materiali. L'importanza dei magazzini è data dal: peso economico degli stessi (trattasi di denaro immobilizzato, si opta per magazzini snelli per contravvenire all'immagazzinamento di capitale e alla riduzione dei costi di gestione degli spazi di immagazzinamento), spazio, esigenze di funzionalità (semplicità).  
Tipologie e destinazioni:

1. Depositi di fabbrica: magazzino materie prime (MMP), magazzino semilavorati interoperazionale (svincola le stazioni del sistema produttivo fra loro), magazzino prodotti finiti (MPF)
2. Depositi distributivi: centrali (centralizzano i flussi per poi orientarli ai depositi periferici), periferici, centri di distribuzione (CE.DI), transit point (cross docking, punti di transito e stazionamento temporaneo per la distribuzione del prodotto)

Modalità di riduzione magazzini: rapidità con cui il prodotto viene prodotto e consegnato, affidare l'immagazzinamento ai produttori di materie prime e ai compratori di prodotti finiti. Nell'abito della filosofia giapponese, le scorte devono minimizzarsi in quanto dai magazzini derivano costi di gestione significativi. Il tema dei depositi è cruciale: bisogna ideare efficacemente lo schema dei magazzini, magari avendo più fornitori a cui si redistribuisce il materiale, così da garantire la fluidità dei materiali.

Modalità di arrivo e partenza: ingresso e uscita di un pallet senza modifiche, pallet in ingresso intero e spedito frazionato, pallet frazionato in ingresso e intero in uscita, staccato a colli ed esce a colli singoli. Un pallet con stesso tipo di prodotto è detto monoreferenza, se contiene prodotti diversi plurireferenza.

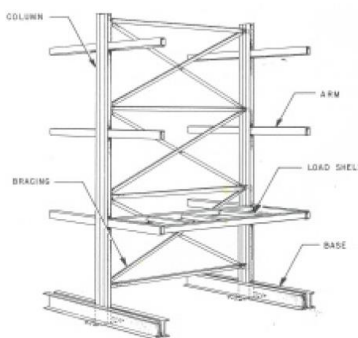
Aree funzionali: banchine di ricevimento merce, aree di ricevimento merce, aree di stoccaggio UDC, aree allestimento ordini e imballaggio, area spedizione, banchine spedizione.

Indici e parametri di prestazione di un magazzino:

1. Ricettività  $R$  numero di udc staccabili a magazzino in cui si devono differenziare i vari tipi di pallet
2. Selettività  $I_s$  rapporto fra udc/voci direttamente accessibili e ricettività (udc/voci complessive) rappresenta un indice di quanto è efficiente il magazzino
3. Coefficiente di sfruttamento o utilizzazione superficiale  $C_s$ , rappresenta il rapporto fra superficie del magazzino occupata da udc  $S_{stc}$  e superficie netta dell'area di stoccaggio  $S$
4. Coefficiente di sfruttamento/utilizzazione volumetrico  $C_v$  rappresenta il rapporto fra il volume del magazzino occupato dalle udc e il volume della zona di stoccaggio
5. Potenzialità di movimentazione (throughput)  $PM$  (udc/h) numero di udc movimentabili nell'unità di tempo
6. Indici di rotazione delle merci rappresenta il rapporto fra le uscite nel periodo  $T$  e giacenza media nello stesso periodo. Uscite e giacenza media possono misurarsi in mc, udc, ect.  $I_R$  ci informa su ogni quanto si rinnova il magazzino. Note le quantità  $Q_i$  in giacenza rispettivamente nei periodi  $T_i$ , allora la giacenza media è la "media integrale" / pesata su  $T_i$  delle quantità  $Q_i$ :  $Q_m = G = \frac{\sum Q_i T_i}{T_{tot}}$ .
7. Indice di durata  $I_D = 1 / I_R$
8. Giorni di copertura  $GC = \text{giorni lavorativi} / T$



Scaffalatura a doppia profondità, sul lato di accesso ho due serie di unità di carico, a singola profondità ho una sola serie di udc. La scaffalatura a doppia profondità si preferisce quando: si ha necessità di aumentare lo sfruttamento volumetrico (caso refrigeranti), se non si palesano difficoltà di estrazione e di movimentazione delle udc. Sul lato parente di un magazzino, o sul lato corridoi principali esterni va di norma una scaffalatura a singola profondità con lato di accesso interno al magazzino.



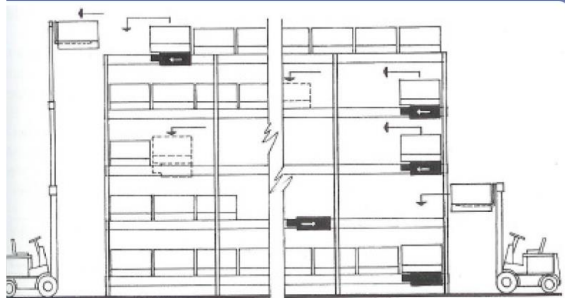
All'interno di magazzini con scaffalature tradizionali, deve evitarsi che i pilastri vadano a trovarsi nei corridoi, invece bisogna "annegarli" nella scaffalatura con l'inconveniente di perdere volume di stoccaggio. La larghezza dei corridoi deve essere tale da facilitare la movimentazione di udc tramite carrelli, si devono segnare attraverso guard-rail per eventuali incidenti. Nel caso in cui il carrello raggiunga un'altezza elevata, bisogna ben valutare la robustezza e stabilità del carico sulla scaffalatura. Bisogna ben valutare di non progettare magazzini di dimensioni al limite (mai progettare magazzini giusti). Esempio di progetto: noto i livelli dello scaffale, il modello del carrello ricavo la quota (altezza), di qui arrivo a definire le dimensioni del magazzino prevedendo scaffalature monofronte sulle parenti e sui corridoi esterni. Se c'è fra due montanti una sola udc, questo vuol dire che l'udc è abbastanza pensate, dunque, inserisco un maggior numero di montanti per evitare la flessione degli elementi delle scaffalature. Inoltre prevedo delle protezioni in acciaio (angolari) proteggerò la base dei montanti da urti da carrelli. Le informazioni di cui il carrellista deve disporre all'atto della movimentazione delle udc nelle scaffalature passanti sono: profondità e quota.

La profondità delle scaffalature tradizionali minore i 1200mm e la larghezza delle corsie va decurtata della sporgenza dei pallet in fase di progetto. Se vogliamo che una scaffalatura bifronte di un magazzino sia affacciata al corridoi esterno, è necessario prendere all'interno del magazzino un corridoi di stoccaggio adiacente al corridoi esterno e con questo non in intersezione. Fra le udc si lascia uno spazio in lunghezza di 200mm, tale distanza è detta franco di sicurezza (fra un udc e quella superiore deve esistere una distanza di almeno 300mm). la distanza dell'estradosso della corrente inferiore e l'intradosso di quella superiore deve essere ben dimensionata e sensata in rapporto all'altezza del carrello. Esistono delle sbarre chiamate rompitratta che consentono l'allocazione del pallet se questo viene posizionato sul lato più corto anziché su quello più lungo, questa soluzione pregiudica maggior materia (acciaio) e dunque un costo maggiore.

NON bisogna mai vincolare la scaffalatura alle parenti, altrimenti diventerebbe iperstatica; al più possono crearsi degli appoggi su parente ma questi devono essere sempre posposti ad appoggi a terra. Bisogna ben valutare la resistenza e la robustezza del pavimento su cui la scaffalatura si poggia. Per cantilever si fa riferimento all'adattamento delle scaffalature tradizionali a tubi/barre lunghi, possiede una struttura centrale che fa da montante e delle mensole; il carico lungo viene ad essere appoggiato sulle mensole, vengono richiesti carrelli con inforcamento laterale per la movimentazione del materiale. Nel caso di cantilever, bisogna ben valutare la larghezza dei corridoi in funzione della lunghezza del prodotto immagazzinato sulle mensole. Importante è il tema dell'illuminazione, in magazzini bassi l'impianto di illuminazione deve essere posizionato in modo tale da non rischiare di entrare in collisione con i collisione.



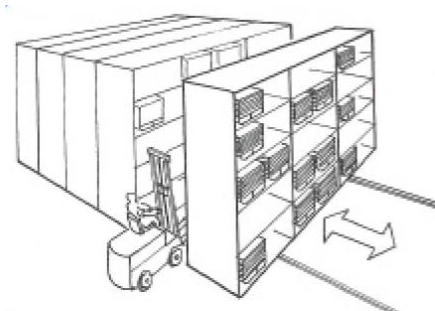
### Con carrello di trasferimento



Magazzino dinamico con carrelli di trasferimento prevede un'unità mobile shuttle movimentabile tramite un carrello con forche, dotato di ruote e a batteria elettrica ricaricabile. Lo si colloca all'interno del canale e frontalmente è caratterizzato da un profilo a C. L'unità mobile trasla verticalmente passando man mano che si avvicina allo stoccaggio al canale sottostante, trattasi di una soluzione di immagazzinamento particolarmente costoso per via delle unità mobile ma consente di sfruttare maggiormente il volume rispetto al magazzino a gravità.

Adatto per magazzini lunghi ma bassi. Tale soluzione di immagazzinamento è adatto ad aziende alimentari che si svuotano in periodi limitati, consente una grande capacità di accumulo.

## 6.1.5. Magazzino a scaffale mobile



Magazzino a scaffale mobile, trattasi di un sistema di scaffalatura scorrevole, deriva dalle scaffalature tradizionali rese mobili, si contraddistingue per: elevato sfruttamento superficiale e volumetrico grazie alla bassa incidenza dei corridoi (si

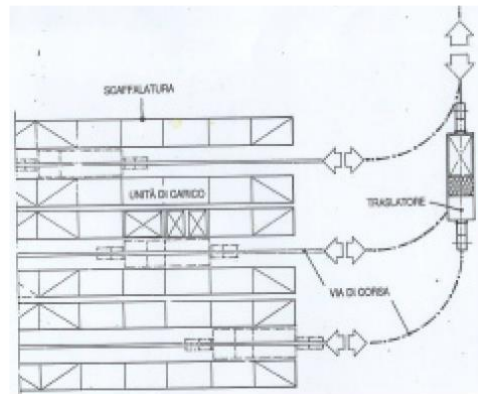
riduco i corridoi potendo movimentare gli scaffali, svantaggioso se si necessita di creare un corridoio per lo stoccaggio, dunque si adatta a magazzini con udc da movimentare poco o che si caratterizzano per lo stoccaggio di udc su un corridoio per un certo tempo, non adatta ad entrate frequenti), movimentazione lenta, basso indice di selettività, determinano la presenza di scaffalature e sistemi di movimentazione contemporaneamente, costo di realizzazione e di manutenzione elevati poiché bisogna creare e garantire continua manutenzione a rotaie a terra, possono comandarsi tramite dispositivi elettronici (palmari), possibilità di specializzare poco il magazzino. Adatto nel settore surgelati o ricambi. Per merce di piccole dimensioni, la movimentazione può essere manuale, altrimenti gli scaffali mobili (quelli centrali e bifronte) sono motorizzati, quelli agli estremi sono monofronti e fissi. Questo tipo di soluzione di immagazzinamento consente una maggiore personalizzazione dei corridoi, unendo, ad esempio, due corridoi di piccole dimensioni per creare un unico più grande, non mutando le dimensioni di ingombro nette del magazzino stesso.

## 6.1.6. Magazzini automatici

Magazzini automatici trattasi di impianti di stoccaggio che prevedono l'utilizzo di macchinari automatici per la movimentazione di materiali, trattasi di un magazzino di tipo statico dato le elevate altezze 40m, sono in esercizio continuato (24h/24h), non è necessario l'utilizzo di riscaldamento e luce, talvolta si sceglie di interrare una parte del magazzino. Sono anche nominativi intensivo con riferimento all'elevato grado di utilizzo dello spazio oppure autoportanti con riferimento alla doppia funzione delle scaffalature, qualora esse oltre lo stoccaggio sostengono anche le pareti e la copertura del fabbricato. Componenti principali:

1. Trasloelevatori
2. Scaffalature

**SISTEMA PER IL CAMBIO DI CORSIA:** Per l'elevato costo dei trasloelevatori, nei corridoi si possono sistemare solo un traslatore che comunica con più corridoi attraverso rotaie curve, soluzione inutilizzabile per magazzini troppo alti. Ingresso e uscita delle udc fra le scaffalature di un magazzino può essere gestita a un livello con una testata adibita all'ingresso e una all'uscita, oppure su livelli diversi e sulla stessa testata, è anche possibile accedere dalle facce laterali (vedi pagina 690 del libro). **SISTEMI DI GESTIONE E CONTROLLO** (vedi pag. 686): per il corretto funzionamento dei traslo elevatori è indispensabile che gli scaffali e il pavimento siano caratterizzati da un'elevata precisione costruttiva in modo da rispettare i limiti di tolleranza indicati dalla norma, inoltre, nella pratica si ricorre a sistemi automatici che consentono il controllo dei flussi di materiale fra il magazzino e il fabbricato e l'esterno, e quindi la loro gestione e sistemazione all'interno del magazzino stesso.



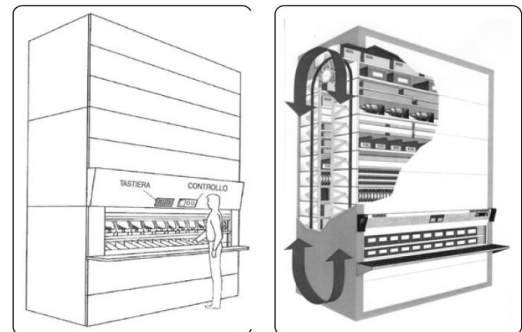
## 6.1.7. Magazzini per udc di piccole dimensioni

Magazzini per udc di piccole dimensioni: trattasi di magazzini progettati solitamente per facilitare e consentire kitting, picking, refiling. Esistono due logiche di movimentazione operatore-materiale:

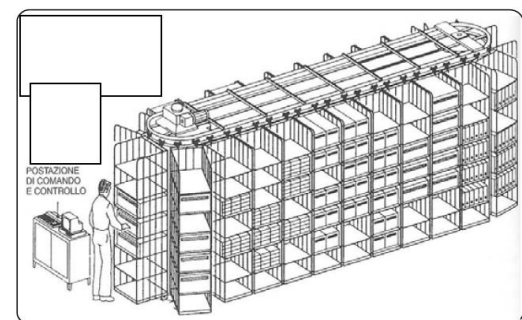
- Operatore verso materiale: udc rimane ferma mentre l'operatore si muove nel magazzino ed effettua prelievi o muovendosi a piedi o tramite carrelli all'interno di scaffalature, cassettiere, scaffali mobili (dinamici)
- Materiale verso operatore: l'operatore è fermo mentre il materiale viene portato alle postazioni di prelievo, caroselli dinamici e miniload

La scelta fra le due logiche di movimentazione operatore-materiale è dettata dalla valutazione di diversi fattori: tipologia del prodotto, tempi di produzione, quantità della produzione. Tuttavia, l'operatore rappresenta nelle logiche di produzione un elemento più flessibile delle macchine.

**Caroselli verticali:** sistema di immagazzinamento udc con elevato sfruttamento volumetrico (utilizzi migliore della superficie data le quote di tali caroselli). L'operatore si avvicina al pannello dove aprendolo ritira il prodotto, il prelievo può avvenire da entrambe le facciate ma si può attingere solo ad una facciata per volta. Lo svantaggio più significativo è la lentezza nel caso di prelievi multipli.



**Caroselli orizzontali:** sistema di immagazzinamento per udc di piccole dimensioni con spostamento delle colonne, l'operatore individua la colonna da cui attingere pone in movimentazione il carosello fin quando questa non si trova di fronte lo stesso operatore (sistema merce verso operatore). Fra i limiti di tale sistema di immagazzinamento: l'altezza massima è data dall'altezza dell'operatore medio, la collocazione dei materiali deve essere studiata in base alle frequenze di movimentazione, al peso e al volume delle udc. L'ingombro dei caroselli orizzontali in lunghezza è maggiore di quella dei caroselli verticali.



Bisogna garantire un certo servizio al cliente: esistono in tale ambito gli AUDIT, ossia controlli casuali e non avvisati sui fornitori

5. Indici caratteristici previsti (rotazione, utilizzazione, selettività, ect)
6. Potenzialità, automazione e flessibilità del sistema di movimentazione e stoccaggio
7. Sistemi di gestione delle informazioni (informatizzazione, codifica e lettura dei prodotti)
8. Modalità di ricevimento e spedizione dei prodotti
9. Vincoli urbanistici territoriali e legislativo
10. Budget economici che pone dei limiti
11. Previsioni sulla domanda futura e sulle politiche ambientali
12. Politiche di immagine

Potenzialità ricettiva di un magazzino:

- Numero voci a magazzino
- Previsioni di inserimento/allontanamento voci

Entità flussi di materiale in un magazzino:

- Indice di rotazione delle voci a magazzino
- Frequenza dei lotti in arrivo

## 6.4. Sistema di gestione delle scorte

Il Takt Time è il ritmo della produzione. Si tratta del tempo necessario a produrre un singolo componente o l'intero prodotto, noto anche come Ritmo delle Vendite, questo è determinato dal cliente, deve esistere una sincronizzazione fra i tempi di richiesta del cliente e i tempi di produzione. Ciò richiede il bilanciamento del lavoro ossia l'adattamento dei tempi di lavoro di ciascuna unità al tempo di produzione. Nell'ambito della filosofia giapponese i tempi produttivi vanno sincronizzati con i tempi della richiesta: i tempi morti vengono impiegati per eseguire migliorie e pulizie e riassetto del plant-layout. Nell'ambito della filosofia occidentale è previsto produrre in modo tale da saturare, indipendentemente dalla richiesta al momento, le macchine: il lavoro degli operatori viene gestito in funzione dei tempi di evasione del flusso di materiali, il numero di colli per ordine determina la forza lavoro richiesta.

Ricevimento merci:

- Numero medio e massimo di udc in arrivo per giorno
- Controlli, collaudi o trattamenti richiesti
- Incidenza delle operazioni di ripallettizzazione: standardizzazione delle operazioni al fine di preveder il cambio operatore. Si predilige avere operatori policompetenti, ciò consente l'aumento della flessibilità della produzione

Spedizione:

- Tipo di udc per la spedizione
- Numero massimo e medio di unità di carico spedite

[.....]

alcune classi di materiale rispetto ad altre. La classe A può essere a sua volta soggetta a suddivisione: classe super A.

Ridurre l'immobilizzo di capitale, è dunque, possibile attraverso l'aumento della velocità di produzione. Negli ultimi anni, sebbene l'andamento della curva è rimasto inalterato, mutate sono le porzioni delle classi, infatti possiamo avere immobilizzo di materiale di classe C che hanno un valore anche del solo 2%; tuttavia, le classi a poco valore di capitale, non possono essere escluse poiché fanno parte del netto dei servizi offerti al cliente, permettendo di mantenerlo e consentono di ottenere massima finalizzazione. Tuttavia, il maggior guadagno è sugli articoli a maggiore valore investito percentuale (classe A).

Un efficace analogia della progettazione di un magazzino rispetto le varie criticità (trasporto fornitori, produzioni, layout ottimale, tempi di set-up, assenteismo, qualità, disponibilità delle macchine, ect) può esser fatta vedendo la progettazione come una navigazione fra scogli (le criticità) la cui quota dal pelo libero dell'acqua e data da quanto lungimirante ed efficace è stata la progettazione stessa. Nell'ambito della filosofia occidente, per risolvere le criticità suddette si tende ad aumentare lo stoccaggio comportando maggior immobilizzo di capitale, invece, nell'ambito della filosofia giapponese si affronta la progettazione (scogli) apportando continue miglie e interventi specifici, consentendo l'abbattimento dello stoccaggio.

## 6.6. Criteri di progettazione di una magazzino

1. Raccolta dati (questionari, schede informative)
2. Indice di selettività richiesto
3. Caratteristiche dei materiali (scelta dei mezzi di contenimento, tipi di materiale da immagazzinare, quantità da immagazzinare, frequenza di movimentazione, analisi ABC incrociata)
4. Individuazione delle possibili soluzioni di un magazzino adottabile

## 6.7. Picking

Definizione: con il termine picking si definisce un'operazione di rottura delle udc al fine di ricostituire raggruppamenti di materiali diversi destinati a soddisfare ordini di lavorazione o spedizione. Si esegue pertanto un prelievo parziale dei materiali presenti in una udc di origine e si ripartisce il materiale prelevato in una o più udc di spedizione.

Parametri del picking:

1. Caratteristiche dell'ordine:
  - 1.1 Ordine/giorno, ossia numero di articoli da gestione al giorno, e dunque, numero di addetti necessari
  - 1.2 Colli per ordine che definisce le dimensioni dei contenitori per il trasporto nelle aree apposite e di conseguenza la dimensione dell'area stessa
  - 1.3 Indice percentuale di ordini urgenti, si possono destinare gli ordini urgenti ad un area di approntamento dei materiali

Sequenza delle operazioni di picking: Il picking di ciascun tipo di materiale può avvenire per singoli ordini oppure per lotti di ordini:

1. Se il prelievo è eseguito per singolo ordine, è sufficiente inoltrare i materiali che compongono i vari ordini alla confezione finale: possono essere anche ordini di produzione

## 7. Filosofia giapponese (Masaaki Imai)

Gemba: per gemba si intende il luogo di lavoro e l'insieme dei luoghi aziendali, dove i processi in atto aggiungono valore al prodotto, comprendendo anche i servizi in senso lato.

Kaizen:

1. Prima definizione: insieme dei continui miglioramenti, ossia, introduzione nel gemba di miglioramenti
2. Seconda definizione: piccoli miglioramenti ottenuti con le risorse esistenti, bisogna organizzare il lavoro in maniera più astuta
3. Terza definizione: processo per risolvere problemi, attitudine propria dell'ingegnere, che raccoglie e analizza i dati, comprende il problema e passa alla formulazione di una soluzione: -Masaaki Imai afferma- la raccolta dei dati su un problema si prosegue con una ricerca di soluzioni basata su intuizioni

Tutti nell'azienda si devono adoperare nell'inserire le tre regole del kaizen, cruciale è il coinvolgimento del personale (tutti devono contribuire allo sviluppo dell'azienda): pulizia, eliminazione del muda (spreco), standardizzazione. Va prediletta una modalità di gestione aziendale precisa e snella (lean). (Es di eliminazione muda: riduzione del tempo di prelievo materiale in una postazione di assemblaggio, minimizzando i movimenti dell'operatore, e dunque, i tempi necessari alla movimentazione di materiale sulla sua postazione: ciò contribuisce alla creazione di un'azienda lean). Per standardizzazione si intende il modo con cui vengono fissate le modalità di montaggio da seguire, e quindi la definizione del metodo e dei tempi di lavoro; definito i metodi di lavoro, sarà misurabile lo standard. Senza la messa in atto di un processo di standardizzazione aziendale, lo standard non può essere misurato, e dunque, il processo produttivo in genere non è migliorabile. L'approccio kaizen si basa sulla continua definizione di metodi di lavoro, e poi di uno standard di riferimento che va mantenuto. Le modalità con cui si concretizza la misura dello standard sono i KPI (keep performance indicator), ciò consente di avere una valutazione in termini di misura dello standard adottato consentendo l'introduzione del gemba.

Tutti devono partecipare all'eliminazione del muda, quindi, nel gemba è importante il lavoro di gruppo, il morale alto, la standardizzazione, l'istruzione di lavoro (schede poste sui dei totem in prossimità di postazioni di lavoro, con l'obiettivo di indicare attraverso schemi e immagini, le sequenze di funzionamento di una postazione. Accanto alle istruzioni di lavoro si collocano schemi o grafici che mettono in evidenza quanto la produzione sia lontana o meno dallo standard previsto. Il miglioramento è sempre possibile: il cambiamento di materiali, l'evoluzione della tecnologia sono elementi che consentono sempre di giungere ad un nuovo miglioramento. Il processo successivo è il cliente, in un'azienda ogni reparto è legato attraverso logiche cliente-fornitore: il reparto di monta è fornitore di quello di valle e cliente del reparto che lo precede.

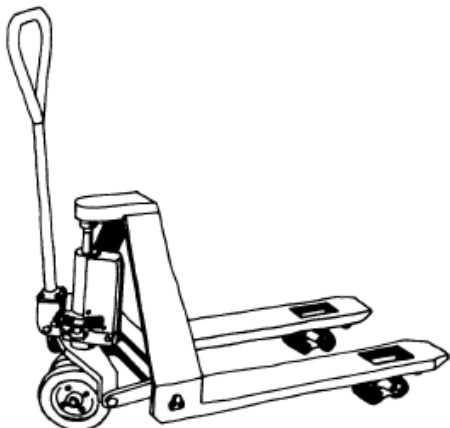
Ogni processo produttivo è instabile all'inizio perché nuovo: vengono create aree pilota o di simulazione/laboratorio (metodo PDCA: plant do check act) all'interno delle quali, ricreando diverse situazioni di assemblaggio, si tenta di prevedere eventuali instabilità. La simulazione delle workstation avviene con banchi di cartone, ciò consente di realizzare appieno ciò che avviene nel gemba (ingegneria del cartone/carta) assicurandone il corretto funzionamento. Ogni processo lavorativo che andrà studiato con il PDCA, si basa sulle seguenti azioni: standardizzare, realizzare, verificare, agire. Nell'ambito della filosofia occidentale, le discussioni e l'analisi del gemba non vengono fatte direttamente all'interno di questo e con il parere dei suoi addetti, ma in ambienti lontani a questi luoghi e senza l'intervento di chi vive quotidianamente l'ambiente di lavoro. L'insorgere di un'anomalia lascia formulare le seguenti domande: è stato seguito lo standard?, non esisteva uno standard?, era inadeguato lo standard?. Una volta individuato

Tipologie di muda: nel gemba esiste una grande quantità di muda, le risorse di processo e macchine possono assumere un valore aggiunto. Esistono sette tipologie di muda:

1. **Muda di sovrapproduzione** deriva dalla mentalità dei supervisori di linea di temere un eventuale arresto di macchine, di scarti, di assenteismo, così alla fine di cautelarsi ponendo in produzione più del fabbisogno (saturazione della macchina). In opposizione al just in time, per cui la produzione non è né in anticipo né in ritardo rispetto il fabbisogno del cliente. La sovrapproduzione è l'aspetto più critico in quanto aumenta il materiale utilizzato, l'energia consumata, l'entità dei trasporti, l'immobilizzo di materiale e, dunque, il costo di produzione. La sovrapproduzione non consente una corretta valutazione delle criticità del processo produttivo da parte dei Kaiser. Bisogna evitare la formazione di buffer, ben valutando le tempistiche in fase di definizione del layout distribuendola razionalmente fra le vari postazioni. L'assunzione per cui la saturazione della macchine sia conseguente allo sfruttamento delle potenzialità di una macchina costosa è errato, piuttosto, bisogna ben valutare l'acquisto di macchine in funzione agli effettivi fabbisogni.
2. **Muda di scorta:** le scorte devono esserci solo se strettamente necessarie, le scorte vanno viste come capitale immobilizzato che occupa spazio in magazzino, necessita di attrezzature specifiche per la movimentazione, non crea valore alcuno, anzi, nel tempo c'è il rischio di danneggiamento accidentali. Quanto detto concorre a notevoli costi di gestione delle scorte. Le scorte derivano dalla sovrapproduzione, e l'eliminazione dell'eccedente consente la riduzione dei costi. Riducendo le scorte, si tende alla produzione unitaria "one piece flow", il kaizen diventa l'obiettivo prioritario in quanto di suo la linea produttiva funziona correttamente
3. **Muda di riparazione e degli scarti:** bisogna evitare che si lavori un oggetto in partenza difettoso, destinato allo scarto, i pezzi difettosi vanno scartati prima che su questi si operino processi che aggiungono valore. La maggiore presenza di scarti si traduce nel rallentamento e interruzione delle operazioni.
4. **Muda di movimento:** in senso lato il trasporto è un'attività che non aggiunge valore, tuttavia è necessaria. La questione dei trasporti va ben valutata minimizzando i percorsi e riassetando il layout in modo da ridurre i tragitti in cui c'è il maggiore flussi di materiale (lo sforzo fisico per il trasporto è anche esse muda, in questo senso è efficace l'utilizzo degli azzeratori di gravità)
5. **Muda di lavorazione:** talvolta una tecnologia o una lavorazione inadeguata comporta muda
6. **Muda di attesa:** si ha quando l'operatore è in ozio a causa dell'instabilità/sbilanciamento della linea produttiva o quando l'addetto è affidato il compito di sorvegliare la macchina
7. **Muda di trasporto:** la movimentazione non aggiunge valore, anzi, i pezzi movimentati possono incorrere a danneggiamenti accidentali. In questo senso, i nastri trasportatori non sono una soluzione efficace. Bisogna, invece, avvicinare le postazioni e minimizzare l'utilizzo dei nastri trasportatori e se possibile eliminarli.



## 8.2. Carrelli con azionamento manuale (transpallet)



Carrello per pallet ("transpallet")  
ad azionamento manuale

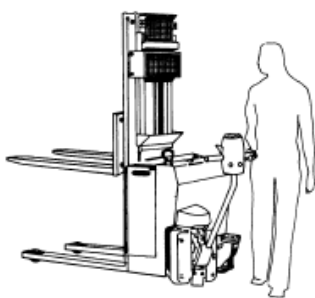
Sono impiegati per la movimentazione (trasporto e sollevamento per pochi cm) di pedane, pallet e colli aventi forma opportuna, il sollevamento del piano di carico può essere comandato, con manopola o mediante pedale, da un dispositivo solitamente di tipo idraulico sono caratterizzati da spazi di manovra limitati. L'inserimento è facilitato da due estremità del carrello dette longheroni, in base alla geometria del carrello va definito il lato in di inserimento dei longheroni, tuttavia di norma questo coincide con il lato più corto (dal lato più lungo le traverse ostacolano l'inserimento dei longheroni). Esistono delle rotelle piccole sui longheroni che facilitano l'inserimento del pallet. Possono trasportare per piccoli tratti anche carichi di un migliaio di kg. Un punto di forza di questo carrello è la presenza del fulcro che consente di gestire rotazioni nella maniera migliore, l'azionamento è puramente manuale. Possono essere dotati di particolari implement, come batteri, oppure adatti alla pesatura i cariche e alla movimentazione di carichi con forme irregolari, ect.

## 8.3. Carrelli trasportatori–elevatori motorizzati

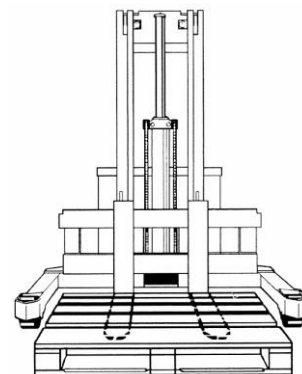
I principali tipi di carrelli trasportatori –elevatori motorizzati, adottati in ambito industriale, sono i seguenti:

- Carrello a forche ricoprenti
- Carrello con forche tra i longheroni
- Transpallet elevatori
- Carrello con forche a sbalzo
- Carrello con montanti o forche retrattili
- Carrello a presa laterale
- Carrello a grande altezza
- Carrello commissionatore
- Carrelli a portale

### 8.3.1. Carrello a forche ricoprenti

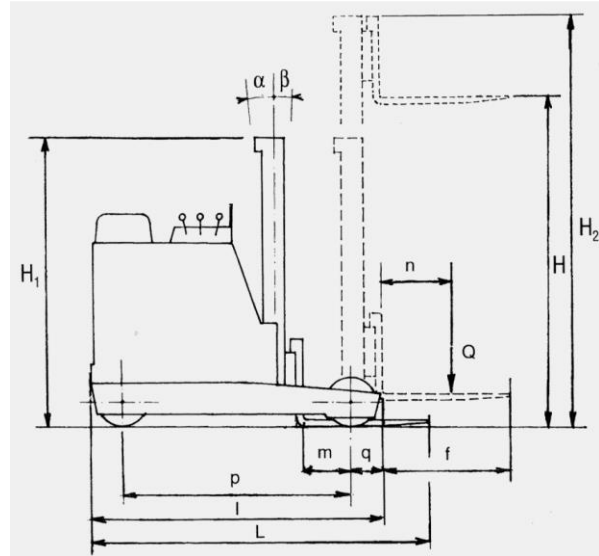


Caratterizzati dalla possibilità di moto relativo delle forche rispetto i longheroni, in condizioni di riposo le forche ricoprono i longheroni. I longheroni hanno funzione stabilizzante, l'operatore guida in carrello, la motorizzazione riguarda sia la traslazione che il sollevamento. Tali carrelli sono dotati di un acceleratore a rilascio, ossia una volta rilasciato l'acceleratore il mezzo si ferma. I carrelli a forche ricoprenti inforcano dal lato corto dei pallet (800), in quanto dal lato lungo le forche elevandosi danneggerebbero il pallet; il carrello è detto a forche ricoprenti poiché si infila al di sotto dello scaffale, che pertanto deve essere sopraelevato. Per livello di prelievo si intende di un carrelli a forche ricoprenti si intende la quota verticale massima raggiungibile.



### 8.3.5. Carrello con montanti retrattili

- Assenza di roll-bar nell'immagine, ma di norma dotati di questo elemento
- Rispetto al carrello a forche a sbalzo e altri tipi, ha un ingombro minore durante la movimentazione, ciò consente di avere corridoi minori
- Limitazione: le coperture delle ruote sono adatte per trasporti su superfici lisce, all'esterno si usurano molto velocemente, dunque si usano prevalentemente per trasporti interni all'impianto
- L'operatore è collocato ortogonalmente al senso di marcia (punto di forza)
- Possibilità di brandeggio su montante ( $\alpha$  e  $\beta$ )
- $H_1$  altezza massima in condizioni di riposo
- $H_2$  distanza estremità del montante rispetto al piano delle ruote in condizioni di massima elevazione, parametro di riferimento nel dimensionamento dell'impiantistica del soffitto
- $H$  altezza massima raggiungibile dalla forca, dunque mi rende l'altezza massima dello scaffale da cui movimentare udc
- $N$  distanza fra baricentro del piano delle forche e piastra porta forche
- $L$  dimensione del tutto fuori del carrello, indica la dimensione del carrello con forche retratte con carico
- $P$  interasse fra le ruote
- Possibilità di prelievo delle udc da tutti i lati purchè le dimensioni delle udc siano inferiori alla luce libera fra i longheroni
- Montante porta forche in grado di far avanzare le forche oltre le estremità dei longheroni
- Funzionamento a batteria
- Non adatto a pendenze
- Trazione con ruote vulkolan di elevata durezza



Il carrello con forche retrattili è contraddistinto dalla possibilità di movimentare carico attraverso scaffalature senza che i longheroni entrino al di sotto dello scaffale. Il carrello sale il carico, e la traslazione avviene con montante che si muove all'interno di questo spazio. Vengono montate telecamere sulle forche al fine di monitorare correttamente la movimentazione. Inoltre, le cabine sono pieghevoli consentendo all'operatore di non dover piegare la testa.

**Carrello a presa laterale:** consente l'ingresso in magazzino per la movimentazione di materiali tipo barre in cui non è possibile ruotare con il carrello e, quindi, risulta più agevole la gestione.

**Carrello a grande altezza:** consente di sfruttare efficacemente il volume, in quanto caratterizzati da elevate quote verticali, consentendo minore ingombro trasversale. A differenza dei traslo-elevatori, questi hanno un operatore che guida.

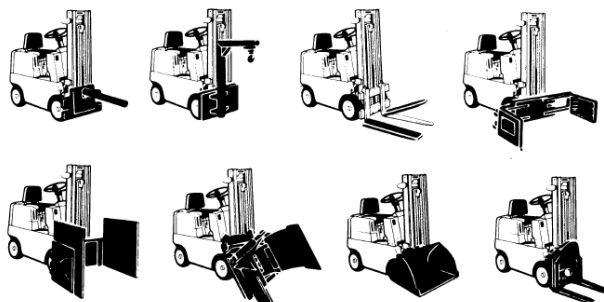
**Carrelli commissionatori:** si occupano di piccole commessioni (picking, refelling), sono a basso livello di prelievo, ossia non sono caratterizzati da elevate quote massimi raggiungibili, oppure ad alto livello di prelievo.



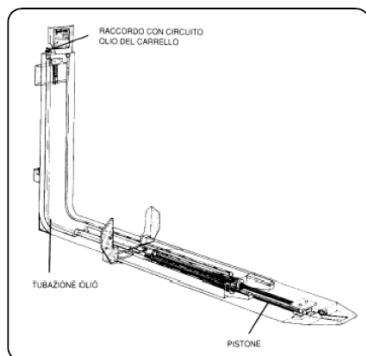
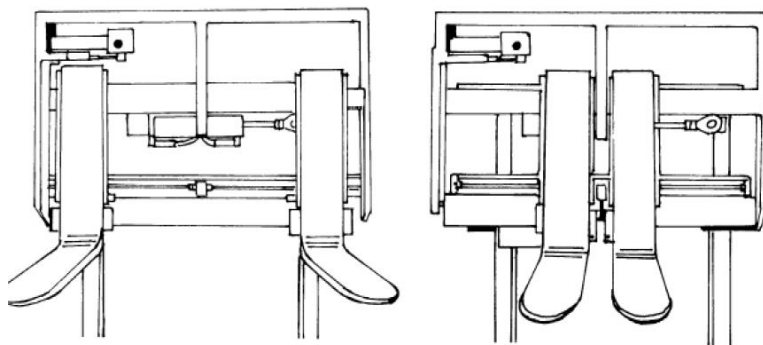
- Trattore elettrico (EZS 130/350/570) costituiti da una serie di carrelli trainati messi nella parte posteriore (tradotti) e da dispositivi meccanici che consentono ai carrelli connessi di seguire esattamente il tragitto del trattore elettrico in testa

Attrezzature speciali:

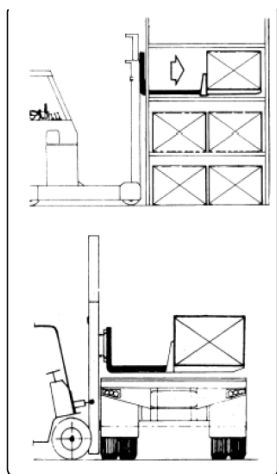
1. Nel caso in cui le udc non siano organizzate in pallet, si possono avere configurazioni variabili, es: con punzone centrale, pinze per presa (per colli di cartoni), pinze oblique (implement) per bobine di carta, ect



2. Forche particolari estendibili con dispositivo che consente di gestire la doppia profondità (in disuso)



Tratto da A. Monte, Elementi di Impianti Industriali, Ed. Cortina

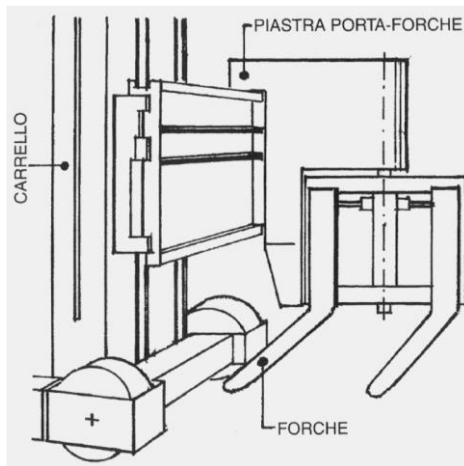


3. Attrezzature per la regolazione dell'interasse fra le forche

Osservazioni sui magazzini e carrelli:

- I magazzini possono presentarsi con scaffali organizzati in maniera particolare, in cui ogni livello possiede determinate caratteristiche (ripiani inferiori pallet, quelli superiori per scorte), questi possono essere di altezze diverse. In tali casi vengono predisposti carrelli per il picking sugli scaffali bassi, per poi, esauriti questi, inviare un segnale a carrello elevatore che scende le scorse dai ripiani alti. Possono esistere corridoio più ampi del raggio di curvatura dei carrelli in uso e ciò per consentire il superamento dal parte di un carrello in movimentazione rispetto a un altro impiegato nelle operazioni di carico scarico. Gli operatori possono trovarsi su pedana elevabili di taluni carrelli (carrelli commissionari a basso prelievo di materiale), in cui non esiste una protezione fra operatore e carico, può esserci imbracature se le quote da raggiungere sono significative. Sulla pedana sollevabile è presente un pallet, su cui l'operatore sistema l'ordine. Su questi tipi di carrelli è presente roll-bar con funzione di sicurezza in caso di eccessiva elevazione e impatto con il soffitto.
- Esistono magazzini con scaffali a reti metalliche nel caso in cui la merce ivi contenuta è a particolare rischio di incendio, in modo tale che l'acqua di spegnimento possa penetrare efficacemente all'interno della scaffalatura.

- A presa trilaterale: consente il prelievo di prodotto anche da terra, c'è la possibilità di inforcare udc frontalmente. Trattasi di macchine a grandi dimensioni, infatti, il netto fra pallet, piastra porta forche, montante e la restante parte della macchina corrispondono ad un ingombro di 5-6 m, e dunque, ciò rende questo tipo di carrelli adatti a corridoio lunghi. Quindi, si adattano efficientemente a corridoio lunghi e non a rotazioni, in quanto la movimentazione di inversione di marcia richiede un ingombro significativo.



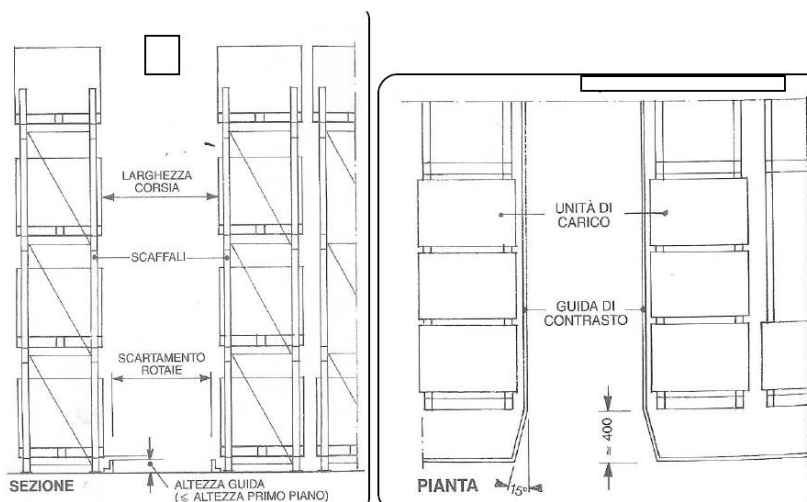
Tipologie: Entrambi i tipi di carrelli non richiedono, per la posa e la ripresa dei carichi di magazzino, la sterzata del veicolo nei corridoi tra gli scaffali. Il montante particolarmente robusto consente un sollevamento fino a 13 - 14 metri

Il manovratore può rimanere in basso, il carrello è dotato di un sistema di selezione dell'altezza del gruppo forche, in modo da facilitare il prelievo/deposito dagli scaffali.

Le caratteristiche principali sono: non è previsto il sollevamento dell'operatore al livello del prelievo, possibilità di effettuare la movimentazione di udc intere, i carrelli possono essere guidati da rotaie di contrasto installate a pavimento oppure da un campo magnetico, il franco da prevedere fra carrelli e scaffali è di circa 100 mm nella soluzione con guide di contrasto e di circa 150 mm nella soluzione con guida induttiva (viene richiesto un margine in più nell'eventualità di dover movimentare pallet dalle dimensioni non standardizzate), dimensioni dei corridoi ridotte ulteriormente rispetto ai carrelli retrattili, forche a presa bilaterale di tipo telescopico, forche a presa trilaterale (rotazione di 180° rispetto all'elemento di supporto piastra porta forche), funzionamento a batteria, trazione con ruote in vulkollan di elevata durezza, non adatti a circolare su piazzali esterni, non adatti a superare pendenze.

Caratteristiche delle guide:

- Scartamento rotaie: distanza fra l'interno delle rotaie
- Primo livello è sopraelevato rispetto terra
- Angoli di invito
- Percorso con guida induttiva



## 8.3.9. Carrelli commissionatori

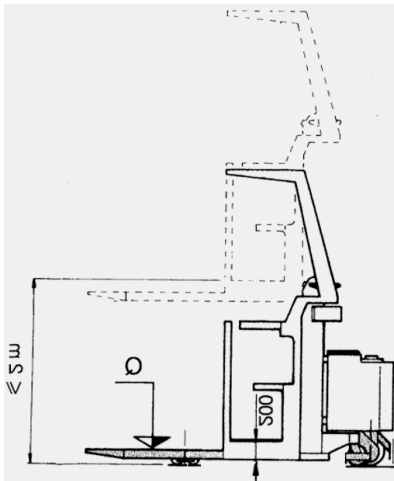
Si dividono essenzialmente in:

- Transpallet elevatori commissionatori (o magazzinieri)
- Carrelli con forche a sbalzo (o combinati)
- Carrelli con forche a sbalzo a grande altezza (o combinati)

Caratteristiche dei carrelli commissionatori:

- Operatore può salire in quota (differenza con altri carrelli)
- Consentono di effettuare la movimentazione di udc intere fuori dagli scaffali
- Consentono di eseguire il picking o i refiling
- Non richiedono la sterzata all'interno dei corridoi degli scaffali
- Funzionamento a batteria
- Trazione con ruote in vulkollan di elevata durezza
- Non adatti a circolare su piazzali esterni
- Non adatti a superare pendenze

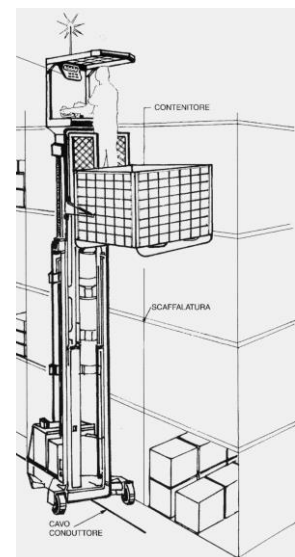
## 8.3.10. Transpallet elevatori-commissionatori



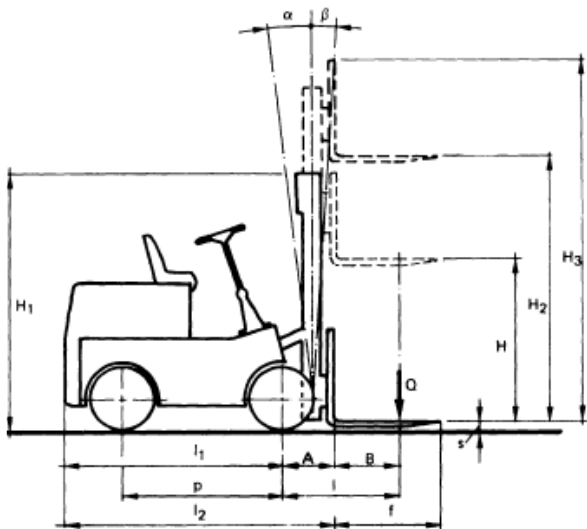
- Privo di roll-bar al di sotto dei 1400 mm, con roll-bar al di sopra
- Le forche sono a sbalzo e di tipo ricoprente
- Consentono essenzialmente di effettuare le operazioni di picking o di refiling di colli da e per udc intere precedentemente collocate sulle scaffalature
- L'operatore è su piattaforma
- La piattaforma è sollevabile fino a circa 2 metri rispetto al piano pavimento
- Peso proprio, ingombri e spazi di manovra ridotti (punto di forza)
- Impossibilità di inforcare frontalmente pallet
- Possono andare su guida induttiva in caso di picking/refiling frequenti

## 8.3.11. Carrelli con forche a sbalzo

- Consentono il picking e il trasporto di u.d.c. intere (carrelli combinati): non consente il prelievo di udc a grandi altezze, problema risolvibile con l'ausilio di altri carrelli con la funzione di abbassare l'udc al livello del carrello con forche a sbalzo. Il picking è effettuato dall'operatore direttamente sul carrello (vedi immagine) e non a piedi.
- L'operatore può raggiungere altezze di 6-8 metri da terra
- Le forche sono dotate di movimento verticale rispetto alla cabina
- Non è adatto ad effettuare il deposito ed il prelievo di u.d.c. intere all'interno delle scaffalature di magazzino



Caratteristiche dimensionali:



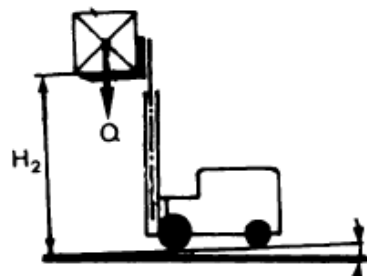
- H altezza di sollevamento delle forche (variabile)
- H<sub>1</sub> altezza del carrello a montanti abbassati
- H<sub>2</sub> massima altezza sollevamento forche
- H<sub>3</sub> massimo ingombro in altezza con le forche sollevate al massimo
- f lunghezza utile delle forche
- l<sub>1</sub> lunghezza del carrello senza le forche
- p passo delle ruote
- A distanza fra la superficie frontale delle forche e l'asse delle ruote anteriori
- B distanza fra il baricentro del carico e la superficie frontale delle forche
- I distanza fra il baricentro del carico e l'asse delle ruote anteriori ( I = A + B )
- α inclinazione dei montanti all'indietro
- β inclinazione dei montanti in avanti

Confrontando motori a diverse specifiche si osserva che il peso del carrello non varia proporzionalmente all'entità della portata nominale, di fatti accade che carrelli con elevato peso proprio e significativa portata nominale abbiano motori endotermici anziché elettrici.

Sui carrelli vengono eseguite prove di stabilità con il fine di variare l'assetto di carico e valutare le condizioni critiche che non garantiscono più l'aderenza di tutte le ruote al terreno. Caratteristiche di stabilità:

- Stabilità longitudinale in impilamento

- Q = carico di prova (portata nominale)
- H<sub>2</sub> = massima altezza di sollevamento delle forche
- I = inclinazione della piattaforma di prova (4% per Q < 5.000 kg)



- Stabilità longitudinale in movimento

- Q = carico di prova (portata nominale)
- H<sub>0</sub> = 30 cm dalla piattaforma inclinata
- α = massima inclinazione all'indietro dei montanti
- I = inclinazione della piattaforma di prova (18%)



Esempi numerici:

### Esempio 1

- ▣ calcolare la capacità portante a partire dai seguenti dati:

- ▣ portata nominale  $Q = 1800 \text{ kg}$
- ▣ distanza del baricentro del carico dalla superficie frontale del carico  $B = 75 \text{ cm}$
- ▣ distanza della superficie frontale delle forche dall'asse anteriore  $A = 40 \text{ cm}$

$$C = (40 + 75) \cdot 1.800 = 207.000 \text{ cm} \cdot \text{kg}$$

### Esempio 2

- ▣ calcolare la lunghezza massima di un carico  $Q = 1200 \text{ kg}$  a partire dai seguenti dati:

- ▣ capacità portante  $C = 207.000 \text{ cm} \cdot \text{kg}$
- ▣ distanza della superficie frontale delle forche dall'asse anteriore  $A = 40 \text{ cm}$

$$I = C / Q = 207.000 / 1200 = 172,5 \text{ cm}$$

$$B = I - A = 172,5 - 40 \text{ cm} = 132,5 \text{ cm}$$

$$L = B \times 2 = 132,5 \times 2 = 1650 \text{ cm}$$

### Esempio 3

- ▣ calcolare la portata massima a partire dai seguenti dati:

- ▣ capacità portante  $C = 207.000 \text{ cm} \cdot \text{kg}$
- ▣ lunghezza forche  $B = 210 \text{ cm}$
- ▣ distanza della superficie frontale delle forche dall'asse anteriore  $A = 40 \text{ cm}$

$$B = L/2 = 210 / 2 = 105 \text{ cm}$$

$$I = A + B = 40 + 105 \text{ cm}$$

$$Q = C / I = 207.000 / 145 = 1.425 \text{ kg}$$

## 9. Scheda kanban

Lo schema è diviso in due parti: edificio 1 ed edificio 2. La logica kanban consente la gestione del flusso dei prodotti fra reparti, e applicato in senso in più lato, anche fra due stabilimenti purché lo stabilimento fornitore sia vicino a quello cliente. In ciascuno dei due edifici esistono due aree: una destinata a contenitori di materiale vuoti e l'altra pieni ("area pieni" / "area vuoti"). Inoltre a sinistra abbiamo il magazzino L, e a destra quello M. il flusso di materiale va da L ad M. la logica del kanban è analoga a quella di gestione del fast food, ossia si tende alla minimizzazione della scorta e alla garanzia di un flusso continuo e costante fra fornitore e cliente, trattasi infatti dell'applicazione dell'idee dietro la logica poll, per cui è la domanda del cliente a determinare i ritmi di produzione e il flusso di materiale. Questa logica di gestione non è tipica solo degli ambiti di produzione, ma si estende anche al settore dei servizi industriali. L'operatore gestisce il flusso di materiale attraverso contenitori vuoti e pieni di prodotto collocati in prossimità della sua postazione: durante il lavoro il flusso di materiale porta allo svuotamento di talune cassette e al riempimento di altre. I contenitori devono essere posizionati in aree predisposte appositamente e segnalate a terra, gli addetti alla gestione flusso (carrellisti) porranno attenzione ai contenitori nelle aree predisposte così da intervenire rifornendo le postazioni con il materiale che queste richiedono e prelevando prodotto che queste producono. A monte di ogni postazione produttiva esisterà un magazzino, così come a valle. La gestione della logica kanban vede come uno degli elemento cruciali la tabelliera di disbrigo, trattasi di una elemento sul quale vengono posti i cartellini, kanban appunto. Per kanban si intende un cartellino indicante la tipologia del materiale usato per una lavorazione, è apposto su un contenitore che una volta vuotato viene rifornito. La tabelliera di disbrigo consente la gestione corretta della produzione realizzando la pianificazione della produzione. Nella logica Toyota è fondamentale l'autoregolazione ossia il prodotto vien realizzato purché esista una domanda di mercato (logica pull): la linea di produzione deve essere infatti satura e questo si concretizza costituendo la linea come lavorazioni di oggetti intermedi semilavorati, non finiti ma pronti per essere tali (logica one piece flow, ogni postazione lavora a partire da semilavorati). Applicando una logica di tipo pull, il tempo di produzione di un prodotto, a partire da una linea di produzione a regime, è dato dal tempo della postazione più lenta. Invece, applicando la logica push il tempo di produzione di un oggetto è la somma dei tempi di produzione delle singole postazioni. L'utilizza della tabelliera di disbrigo e dei kanban garantisce alla line di produzione una buona efficienza nonché flessibilità e dunque un approccio lean.

Buone norme associate all'utilizzo dei kanban:

1. Ricorso a contenitori standard
2. Associazione a contenitori standard una quantità standardizzata di pezzi
3. La quantità di pezzi per contenitore deve esser ridotta al fine di evitare stock intermedi (scorta complessiva bassa)

L'applicazione di queste norme consente un corretto consequenzialità di flussi, e dunque, rendendo prevedibili la gestione delle scorte per le postazioni. La scorta bassa diminuisce l'immobilizzo di materiale, è necessario garantire una quantità minima che garantisca che la linea produttiva non si blocchi, evitando di incorrere in rottura di stock. Inoltre, si fa riferimento a wip (work in progress) al quantitativo in movimento di materiale.

Si distinguono in base ai fini di destinazione:

- P-kanban se applicata alla produzione, segnale indicante l'avvio della produzione di un pezzo
- C-kanban se applicata al trasferimento, segnala l'autorizzazione della movimentazione di materiale

A valle del magazzino, è presente una vaschetta di racconta di schede P-kanban. L'operatore gestisce il suo lavoro in funzione delle schede presenti nella tabelliera di disbrigo: avvia la lavorazione seguendo gli ordini

## 10. Regole delle 5 S

La metodologia 5S racchiude in cinque passaggi un metodo sistematico e ripetibile per l'ottimizzazione degli standard di lavoro e quindi per il miglioramento delle performance operative (5 passi della pulizia). Nato dalla tradizione giapponese dell'eliminazione di tutto ciò che è spreco (muda), l'obiettivo è quello di eliminare tutto ciò che non è strettamente funzionale all'attività svolta, indipendentemente dall'attività stessa. Il termine Metodo 5S trae spunto dalle iniziali della pronuncia occidentalizzata delle cinque parole giapponesi che sintetizzano i cinque passi che danno il ritmo alla metodologia:

1. Seiri - separare: separa ciò che ti serve da ciò che non è funzionale all'attività e quindi crea disturbo e disordine, quindi spreco di tempo o di risorse (muda), lascio sulla posizione il necessario (lean)
2. Seiton - riordinare: metti a posto tutto quello che è utile, il vecchio motto "ogni cosa al suo posto e un posto per ogni cosa", delimitare la posizione degli oggetti con segni
3. Seiso - pulire: tieni ordine costante e pulisci, un ambiente pulito ed ordinato è un ambiente che "non nasconde" le inefficienze
4. Seiketsu - sistematizzare o standardizzare: estendere il concetto di pulizia a se stesso e praticare le tre norme precedenti
5. Shitsuke - diffondere o sostenere: fai che questo modo di pensare ed agire sia pervasivo per tutte le attività aziendali, rafforzamento dell'autodisciplina

## 11.2. STABILIMENTO MIRAFIORI (Costruzione del 1937 e raddoppio nel 1956)

- sviluppo orizzontale
- fabbricato monoblocco
- focus sull'impianto produttivo
- difficoltà di ampliamento
- distanze interne dilatate
- unico fronte di arrivo dei materiali

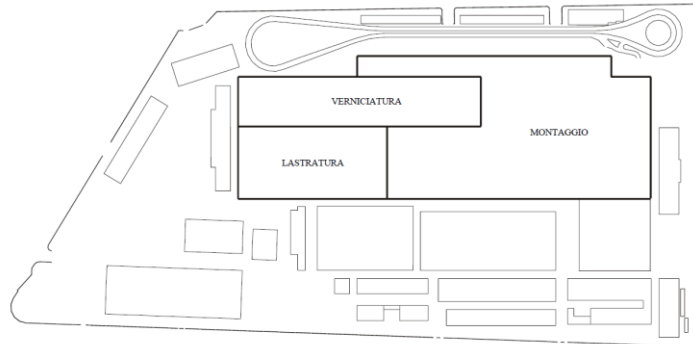
Resosi conto che lo sviluppo verticale dello stabilimento come nel caso del Lingotto era inefficiente per la riconfigurazione di layout, si

è puntato ad uno stabilimento monopiano che rendeva il plant-layout senza dubbio più riadattabile ai drastici cambi di produzione tipici del settore automobilistico, superando i vincoli produttivi dello stabilimento Lingotto e realizzando gli incrementi della produzione attesi dalla FIAT. Un ulteriore superamento delle logiche dello stabilimento Lingotto fu la semplificazione dei flussi di materiale interni, resi più rettilinei e semplici, prevedendo un coordinamento fra le diverse linee. (1 milione di m<sup>2</sup> di estensione con 22mila lavoratori su due turni). La progettazione dello stabilimento Mirafiori si basò in primo luogo sullo studio del ciclo produttivo e sul successivo adattamento di questo alla struttura, ciò impose fra l'altro la deverticalizzazione dello stabilimento reso monopiano, scelta motivata anche dalle seguenti ragioni:

- Dover far fronte alla variazione dei modelli organizzativi (riduzione delle scorte con il fine di aumentare la qualità della produzione)
- Tendenza alla flessibilità dello stabilimento rispetto a mutate produzioni
- Crescente grado di integrazione dei fornitori con la fabbrica
- Semplificazione dei flussi interni, resi tutti orizzontali

Così come fu ideato lo stabilimento, questo doveva integrarsi con fabbricati dedicati allo stampaggio e a produzione meccanica. Le macchine dello stabilimento erano fortemente rigide ossia difficilmente riconfigurabili per cambi di produzione. Lo stabilimento Mirafiori si compone di oltre 350000 m<sup>2</sup> di area coperta: il fabbricato principale è monoblocco non suscettibile ad ampliamenti, dunque, mutati scenari di produzione possono essere gestiti solo da operazioni di ri-layout. Lo stabilimento possiede un solo fronte per il ricevimento e la spedizione di materiali. Uno degli svantaggi fondamentali è costituito dal fatto che le distanze fra ingresso dei materiali e punti di utilizzo degli stessi sono mediamente lunghe, configurazione attualmente improponibile e datata.

Stabilimento MIRAFIORI





## 11.4. STABILIMENTO MELFI

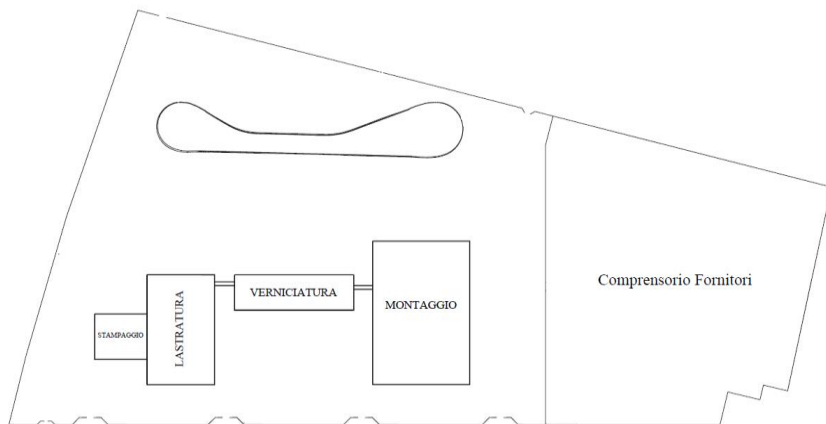
Costruzione del 1993

- focus sulla logistica dei materiali e delle persone
- integrazione dei fornitori
- applicazione del just in time
- lean factory

(Superficie 2,7 milioni di m<sup>2</sup>, quasi triplicata rispetto a Mirafiori:

- 2 milioni allo stabilimento
- 0,7 milioni ai fornitori)

### Stabilimento MELFI



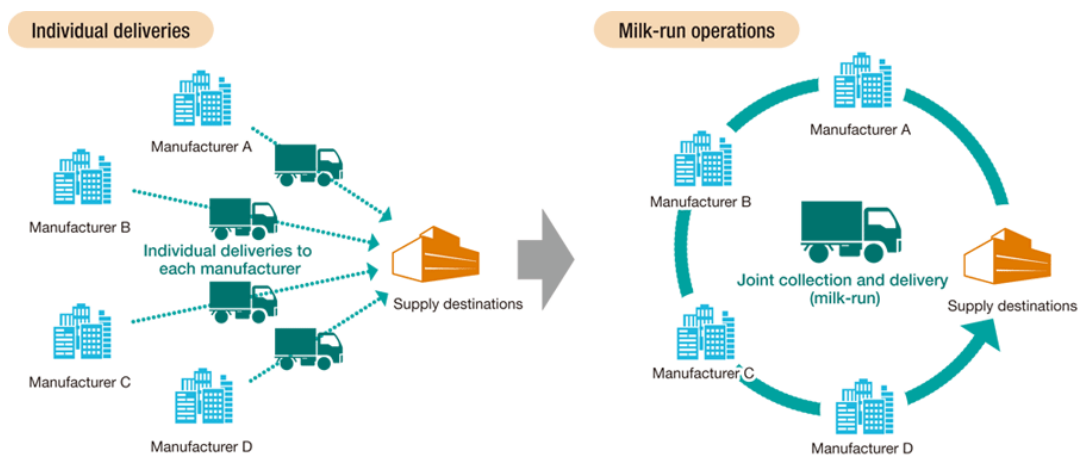
Uno degli obiettivi prioritari alla base della progettazione dello stabilimento di Melfi fu quello di ricondurre l'uomo al centro del processo produttivo aumentandone la responsabilizzazione e il livello di coinvolgimento, furono riviste le scelte progettuali precedenti con l'obiettivo di dover far fronte da un lato all'automatizzazione del processo del produttivo, dall'altro alle forme e alle strutture del fabbricato. Si evidenzia l'importanza sempre maggiore che si dovrebbe dovuta attribuire ai fenomeni logistici contestualizzati in flusso sia di materiali che di informazioni. Fu necessario lavorare sulla minimizzazione dei costi di quelle operazioni su cui in passato non si era lavorato con sufficiente enfasi: si procedette alla minimizzazione delle scorte e delle giacenze esterne (just in time) e all'ottimizzazione del rifornimento di materiali da fornitori esterni. Il modello organizzativo proposto per Melfi fu quello della fabbrica integrata, termine con cui si indica la struttura dove il prodotto viene fabbricato secondo principi della produzione snella (lean production), la struttura del fabbricato assicura la migliore fluidità e velocità di spostamento di approvvigionamento e di comunicazione con l'obiettivo di ridurre al minimo i tempi improduttivi, tempi che non contribuiscono all'aggiunta di valore per il prodotto e al non partecipazione del processo delle risorse (Masaaki Imai). Le configurazioni generali dei fabbricati e della viabilità avevano l'obiettivo di privilegiare i flussi di ogni tipologia: creazione di corridoio per gli addetti che facilitano il loro accesso alla linea di produzione (coerenza del posto di lavoro); avvicinamento della sezione progettuale e manageriale del fabbricato a quella produttiva. Il tasso di utilizzazione era elevato lavorando su tre turni giornalieri e lavorando 6 giorni a settimana, la capacità produttiva 450000 vetture/anno. La realizzazione del just in time si basa sulla possibilità di avere il fornitore vicino. Il progetto fu realizzato per consentire un flusso di materiali ottimali, per ridurre al minimo il wip, per prediligere la logica produttiva dell'one piece flow. Per la prima volta è stata realizzata la coabitazione di aziende diverse sullo stesso comprensorio industriale a ridosso dello stabilimento di carrozzeria dove i fornitori diventati partner nella progettazione (codesigner ossia cooperazione per un prodotto). Inoltre, la realizzazione del just in time deve tener conto del just sequencer, ossia del corretto consequenziamento di assemblaggio della vettura. I fornitori sono autorizzati alla consegna dei sottogruppi sulle linee produttive della FIAT, lavorando secondo i principi dell'autocertificazione completa. La gestione della produzione è fondata su una sistematica pianificazione che si basa sulle previsioni di vendita (tenendo conto dei frozen period) e sulla corretta integrazione dei flussi fra fornitori e stabilimento.

## 12. Modelli organizzativo di trasporto: milk run

Esempi di modelli organizzativi:

- Supermercato: esistenza di due file diverse per lo smistamento degli acquisti, in analogia, nei fabbricati avremo ordini organizzativi /ordinari e quelli urgenti
- Stazione: esistenza di un'unica coda per lo smistamento dei check in anche in presenza di più centri di smistamento, analoga all'organizzazione logistica desiderabile in ambito produttivo
- Ticket: smistamento basato su una prenotazione preliminare e sull'osservanza di un ordine di prenotazione ben preciso, in ambito produttiva l'attesa è un "tempo di mascheramento" in quanto occupa l'attesa con altre attività

Il just in time nell'ambito della logistica di gestione dei fornimenti si basa sulla ricerca del momento giusto per il rifornimento, ossia l'istante corretto in cui gli addetti a magazzino riesco a gestire nella maniera più efficace lo smistamento; del negozio giusto, ossia del luogo adatto e predisposto allo stoccaggio dei rifornimento; delle scorte giuste ossia delle quantità giuste che possono essere correttamente gestite e fruite dalla linea di produzione.



In ambito logistico esistono due modalità di gestione dei fornimenti:

- Approccio tradizionale in cui, esistendo diversi fornitori, per ciascuno vengono predisposti diversi mezzi di trasporto e diversi percorsi che partendo dal fornitore i-esimo arrivano allo stabilimento
- Approccio milk run, in cui esistendo diversi fornitori, esiste un percorso di approvvigionamento a cui sono destinati un mezzo o una serie di pezzi che, partendo dallo stabilimento senza merce, passano per ciascuno degli i-esimi fornitori provvedendo al carico della merce richiesta, e finito il giro previsto, rientrano nel magazzino dello stabilimento

Nel primo caso impiegherò tanti mezzi di trasporto e tanto personale, quante sono le aziende fornitrici; inoltre, al fine di evitare sprechi si mira alla saturazione dei vani destinati alla merce. Nel secondo caso, invece, ciascuno dei mezzi destinati all'approvvigionamento, avrà tanti mezzi e personale destinato alla guida di questi, tanti quanto sono i giri richiesti, al netto avremo dunque un minore numero di mezzi e addetti richiesto. Inoltre, nel primo caso il percorso totale netto compiuto ciascun giorno da tutto i mezzi è superiore che al secondo, differenza tanto più notevole quanto più i fornitori risultano ravvicinati, dunque la seconda soluzione sembra abbattere i costi di trasporto. Uno dei vantaggi fondamentali della logica milk run è costituito dalla questione della gestione e dello smistamento degli arrivi: nell'approccio tradizionali gli arrivi

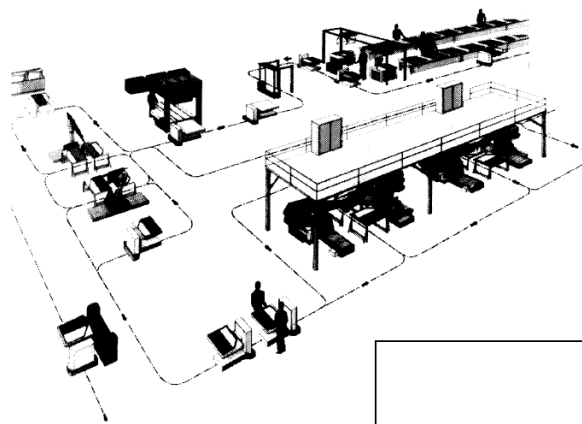
## 13. AGV

Tra i sistemi di trasporto interno che hanno avuto sviluppo rilevante ci sono quelli noti sotto varie definizioni:

- Carrelli filoguidati
- Veicoli o carrelli a guida automatica
- Automatic Guided Vehicles (AGV)
- Automatic Guided Vehicles Systems (AGVS)

Tra di esse quella attualmente più utilizzata è AGV; tali sistemi di trasporto sono composti da quattro componenti principali:

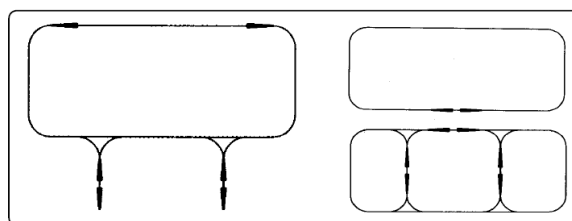
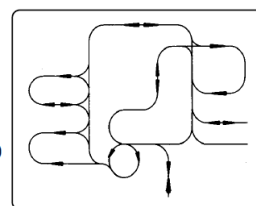
- I carrelli a guida automatica, che presiedono al trasporto vero e proprio e sono alimentati da batterie di accumulatori
- Un impianto che provvede a guidare i carrelli lungo i tragitti prestabiliti
- Un impianto atto a trasmettere comandi, informazioni, situazioni di carico tra il sistema di gestione ed i carrelli
- Un sistema di gestione (calcolatore dedicato) dell'intero impianto AGV



Tali sistemi di trasporto possono essere a terra o in quota, la scelta di un tipo o l'altro dipende dalle esigenze dettate dal layout. Trattasi di dispositivi a lettura automatica con segnali a terra, che possono essere classificati come carrelli con trasporto discontinuo, fra i vantaggi è il risparmio di spazio in pianta per il trasporto. Vengono previste segnalazioni a terra, nastro a strisce giallo e nere, per indicare carrelli in movimento, vengono inoltre evidenziati a terra gli spazi di ingombro della movimentazione durante il percorso. Esistono su AGV segnali visivi e acustici di emergenza, non possiedono spigoli vivi per questione di sicurezza, possono essere guidati manualmente, la possibilità della guida manuale aumenta la flessibilità della tipologia di trasporto. Gli AGV sono dotati di antenne per il trasferimento di informazioni. I corridoi di transito vanno ben dimensionati rispetto ai mezzi per cui è prevista quivi movimentazione: nel caso di presenza di tradotte, durante la curvatura queste si adeguano singolarmente e in istanti successivi alla curvatura, dunque, nel dimensionamento del corridoio in curvatura ciò deve essere adeguatamente valutato.

I percorsi degli AGV possono essere gestiti con buona flessibilità: di norma li si prevede chiusi, prevedendo opportunamente aree destinate al carico e allo scarico. Esistono AGV dotati di forche per movimentazione di carichi, altri dotate di piattaforma elevabile, assimilabile ad una vera e propria postazione di lavoro. La presenza di multipercorsi rende particolarmente flessibile la modalità di trasporto AGV nonché consente di ottimizzare i percorsi fra postazioni fra cui c'è flusso di materiale, consentendo di evitare eventuali code. I percorsi di AGV chiusi sono dotati

Esempi di layout relativi a sistemi AGV: in genere i veicoli non compiono un percorso unico, ma devono seguire tragitti diversi



di un percorso centrale chiuso, detto primario, con varie diramazioni verso aree di carico/scarico, dette percorsi secondari. Il percorso primario consente di deviare opportunamente i carrelli AGV per evitare code. Bisogna prevedere un'area di deposito carrelli vuoti non necessari al momento e un'area ricarica batterie. Le aree di scarico/carico degli AGV possono fungere da area di carico/scarico automezzi.

## 15. Trasporto meccanici fissi

1. Trasportatori a rulli e a catene:
  - Trasportatori a rulli
  - Trasportatori a catene
2. Trasportatori a nastro
3. Trasportatori a piastre e a tapparelle

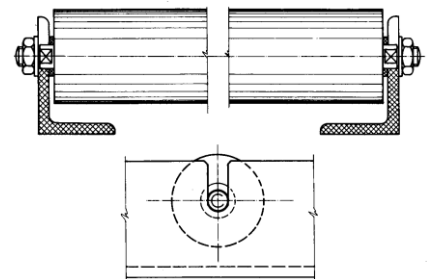
### 15.1. Trasportatori meccanici a rulli

I trasportatori meccanici a rulli e a catene sono dei sistemi di trasporto continui utilizzati per la movimentazione di unità di carico o colli distinti. La loro denominazione discende, come per gli altri trasportatori meccanici, dagli elementi mobili che sono a diretto contatto - e quindi sostengono - il carico movimentato. I trasportatori a rulli consistono in una serie di rulli montati su apposite strutture portanti. Sono impiegati per il trasferimento e l'accumulo di colli rigidi dotati di un piano di appoggio regolare. Tale piano deve avere lunghezza tale da appoggiare consecutivamente su almeno due rulli ed evitare impuntamento tra due rulli. Sui materiali movimentati con un trasportatore a rulli si possono eseguire operazioni di vario genere, quali: montaggi, lavorazioni, imballi e pesature. Fra gli impieghi più correnti dei trasportatori a rulli citiamo la movimentazione di:

- Forme da fonderia
- Lingotti e trafilati in acciaieria
- Contenitori e palette, casse, colli in genere

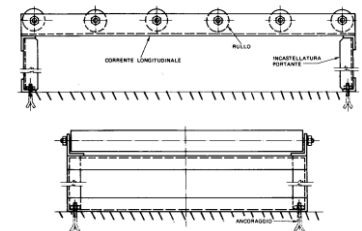
I rulli sono inoltre utilizzati come elementi di sostegno e di scorrimento nei trasportatori a nastro.

I rulli dei trasportatori sono costituiti da tubi in acciaio montati su cuscinetti a sfere. I cuscinetti sono a loro volta calettati su un albero di sostegno, fisso, che attraversa il rullo ed appoggia sulla struttura portante in vari modi.



I rulli devono essere scelti tenendo conto dell'impiego cui essi saranno destinati e delle condizioni ambientali e di funzionamento. Diverse sono le esecuzioni dei rulli dal punto di vista della lubrificazione e del grado di protezione esterna. Per quanto riguarda la lubrificazione si hanno:

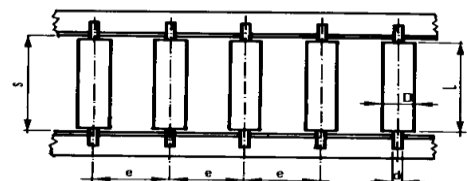
- Rulli lubrificati in fase di costruzione
- Rulli muniti di ingrassatori
- Rulli a lubrificazione permanente



Le strutture portanti dei trasportatori sono in genere costituite da una incastellatura in profili metallici, costituiti principalmente in acciaio e alluminio.

Esistono diverse standardizzazioni degli elementi costruttivi. Tra queste, la tabella UNI 4181 definisce la nomenclatura dei rulli e dei trasportatori a rulli:

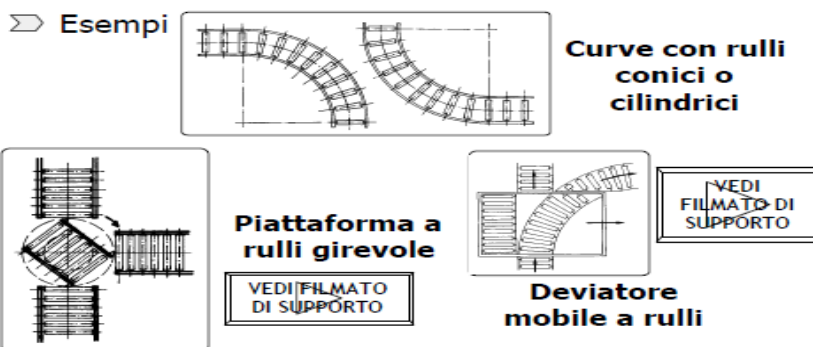
- Diametro del rullo
- Diametro dell'albero
- Lunghezza del cilindro esterno al rullo
- Interasse tra i rulli



## Curve e deviatori

Per far compiere al materiale movimentato percorsi non rettilinei, oppure deviare i carichi, si ricorre a:

- Curve a rulli conici o cilindrici
- Curve a rotelle
- Piattaforme girevoli
- Piattaforme a sfere
- Deviatori mobili
- Dislivelli



### Curve con rulli conici o cilindrici

Con diametro più grande all'esterno così che dato la velocità maggiore, il materiale si mantiene sempre in linea. Questo serve per mettere le etichette o anche per leggere le stesse per effettuare le operazioni di sorting.

### Piattaforma a rulli girevole

Per deviare il flusso in più direzioni. Svantaggi:

- spazio usato
- tempo perso
- stabilità carico

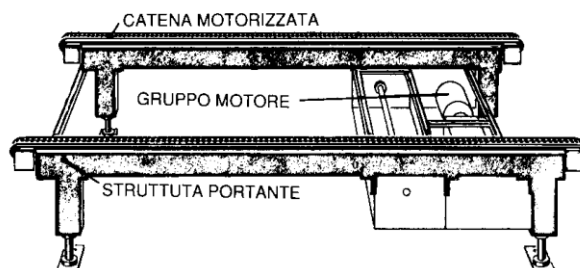
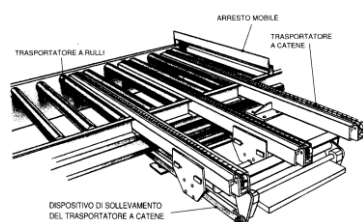
## 15.2.2. Trasportatori a catene

I trasportatori a catene consistono in due o più catene mosse da ruote dentate collegate ad un gruppo motoriduttore. Il carico viene movimentato e appoggiato sulle catene.

I trasportatori a catene si integrano con altri sistemi di trasporto meccanici, quali quelli a rulli: attraverso dei sensori il pallet si ferma, con dei sistemi di

sollevamento il pallet scorre sul

trasportatore a catena dal verso 1200. Lo svantaggio di questa integrazione è il cambio di verso del pallet da 800 a 1200.



Per il calcolo della potenza elettrica del motore di trascinamento si può utilizzare la seguente espressione:

$$P = \frac{F * V}{1000 * \eta}$$

dove

P = potenza elettrica assorbita dal motore elettrico (kW)

F = forza complessiva (N)

η = rendimento

## 15.3.2. Nastri in acciaio e rete metallica

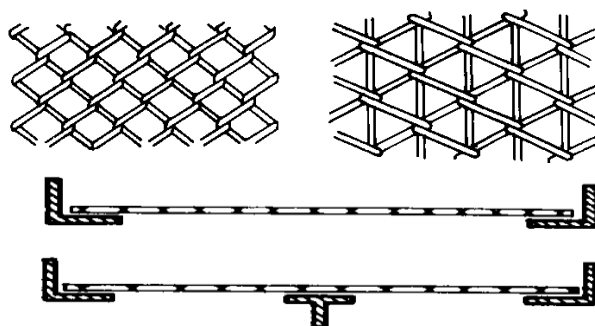
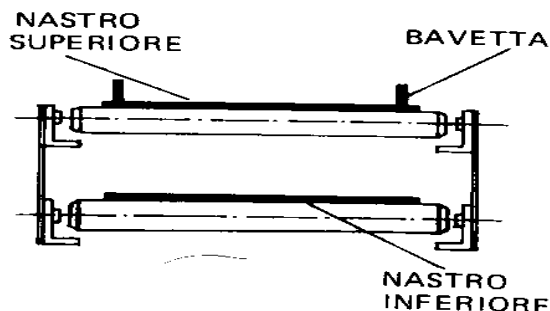
Per il trasporto di quei materiali che non si prestano ad essere trasportati con nastri di tela e gomma, si ricorre a nastri di acciaio e di rete metallica. I nastri di acciaio sono adatti a temperature superiori ai 100 -120 °C ed al trasporto di materiali abrasivi. Inoltre le bavette hanno la funzione di contenimento.

Tipi e caratteristiche dei nastri in acciaio:

- acciaio inossidabile [temperature > 1000 °C]
- acciaio al carbonio
- elevati carichi di rottura
- allungamento trascurabile
- spessore lamiera: 0,8 - 1,2 mm
- larghezza nastro: 0,2 - 1,2 m
- velocità max: 0,6 - 1 m/s
- $\mu = 0,1$

I nastri in rete metallica si prestano alla movimentazione di materiali dentro essiccatoi, raffreddatori, ecc.

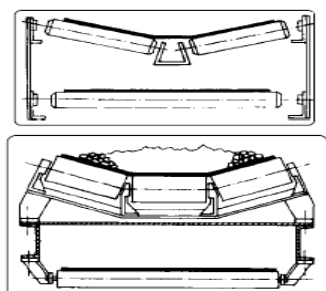
Tali nastri sono appoggiati su guide laterali ed eventualmente intermedie.



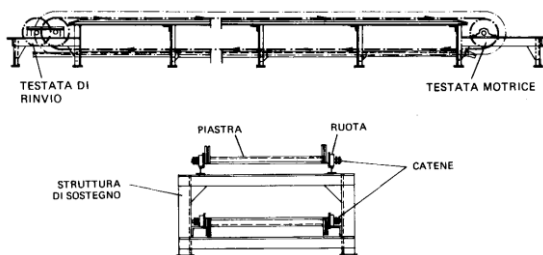
## 15.3.3. Nastri trasportatori piani ed a conca

I nastri piani sono in fibre naturali e sintetiche od in acciaio ed idonei per materiali alla rinfusa o colli singoli in piccole quantità. I nastri concavi sono di tela e gomma ed idonei per portate elevate di materiali alla rinfusa (angolo dei rulli laterali  $\beta > 20^\circ$ ).

Queste mi permettono di contenere il materiale in caso di trasporto esterno a causa del vento.



## 15.3.4. Trasportatori a piastre

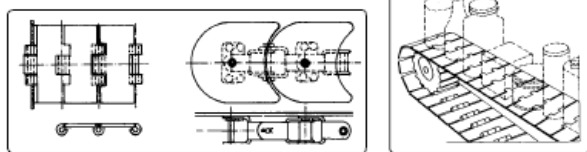


I trasportatori a piastre sono costituiti da piastre supportate da ruote e trascinate da due catene disposte ai lati. Il movimento è assicurato da ruote dentate installate in corrispondenza della testata motrice.

Sono noti anche come trasportatori Apron.

Le piastre hanno di solito un profilo tale da consentire la loro rotazione in corrispondenza delle testate e da impedire la caduta di materiale fra una piastra e l'altra. Gli

Apron sono particolarmente adatti per il trasporto dei materiali pesanti ed abrasivi o a temperature elevate.



La velocità degli Apron si aggira intorno a 6 - 10 m/min

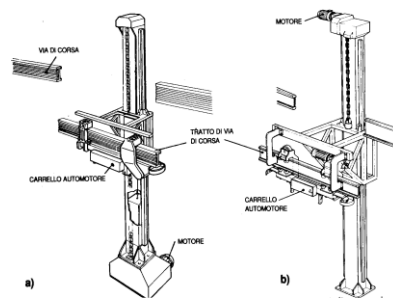
Le piastre hanno larghezze normali fino a 1,20 m e si realizzano trasportatori lunghi fino a 50 - 60 m.





## Discensori - Elevatori

I carrelli automotori devono potersi spostare in direzione verticale. A questo scopo si ricorre ad opportune stazioni di sollevamento od elevatori-discensori. Gli elevatori-discensori provvedono ad alzare ed abbassare un tratto di via di corsa fino all'altezza necessaria.

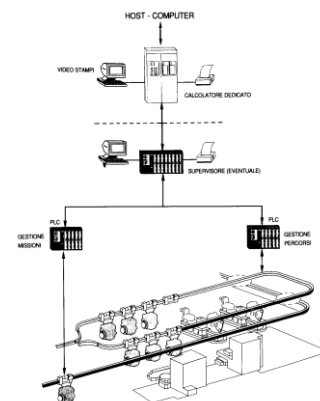


## Sistema di gestione e controllo

Negli impianti tradizionali le missioni dei carrelli possono essere comandate:

- a) dalle stazioni di partenza o da quelle di arrivo
- b) da un calcolatore di processo

Negli impianti più complessi o di maggiore potenzialità, si installano PLC a bordo dei carrelli e due o più calcolatori per la gestione delle missioni e dei percorsi dei carrelli. Tali calcolatori di gestione sono eventualmente sottesi ad un'apparecchiatura centralizzata di supervisione interfacciata con un computer dedicato.



## Layout di un sistema ad automotori

È ormai consolidata la tendenza verso costruzioni modulari delle vie di corsa, facilitando così le modifiche od estensioni del layout iniziale. Circuito chiuso: sistema by pass.

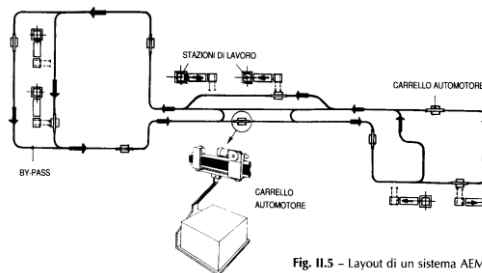
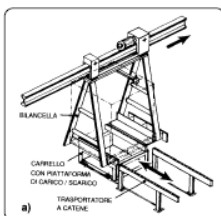
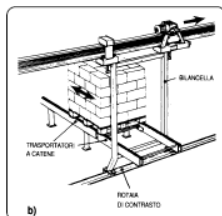


Fig. II.5 - Layout di un sistema AEM.



## Dispositivi di carico e scarico

Sono atti a consentire prelievi e depositi rapidi e sicuri di materiali da movimentare oppure il loro trasferimento da o su altri trasportatori (rulliere - AGV, ecc.), macchine operatrici

## Punti di forza dei sistemi automotori

I principali vantaggi di un sistema di trasporto aereo a carrelli automotori sono:

- installazione aerea, senza intralci a pavimento
- limitati ingombri dei carrelli
- elevate potenzialità di trasporto
- percorsi complessi e su diversi piani o livelli con
- possibilità di ampliarli o modificarli
- eventuale traslazione bidirezionale
- costituzione, lungo il percorso, di zone di accumulo
- dei carrelli sia con carico a bordo che scarichi
- rapidità di montaggio (grazie alla modularità dei componenti)

Detti motori sono sistemati preferibilmente in corrispondenza della testata motrice del trasportatore e sono di solito collegati alle apparecchiature elettriche.

Impianto di gestione e controllo: il sistema è gestito da un calcolatore dedicato tramite uno o più PLC di comando e controllo.

SKILLET: con piattaforma sollevabile in movimento, quindi l'operatore si muove per un tratto effettuando la sua operazione e successivamente passa all'altra piattaforma. L'operatore ha più mobilità.



## 15.6. Trasporti meccanici mobili

Convogliatori aerei a catena

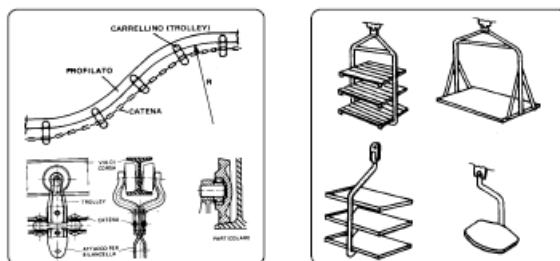
- Monorotaia
- Birotaia

Convogliatori a carrelli

- Convogliatori a catena a pavimento
- Convogliatori con catena aerea
- Convogliatori con catena sotto piano pavimento

### 15.6.1. Trasportatori a catena

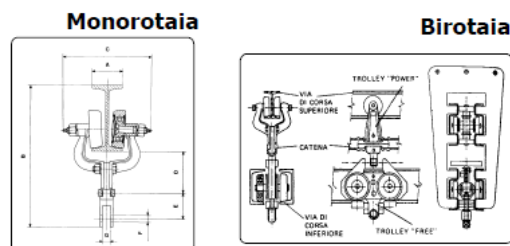
I sistemi di trasporto cosiddetti a catena sono caratterizzati dal fatto che una o due catene traenti assicurano l'avanzamento del materiale, il quale è supportato da appositi elementi portanti (bilancelle, carrelli, piastre, ecc.).



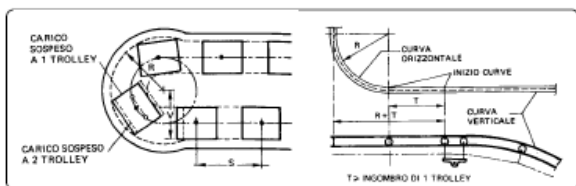
### 15.6.2. Convogliatori aerei

I convogliatori aerei si suddividono in due tipi fondamentali:

- Monorotaia
- Birotaia



Le dimensioni di ingombro dei carichi, considerate in corrispondenza delle curve e dei tratti in pendenza, determinano il passo minimo fra un carrello e l'altro. Il passo minimo fra i carichi in un piano verticale o sul piano orizzontale nel caso di una curva possono essere determinati graficamente.





# 17. Impianti antincendio

Concetti base sugli incendi:

- Classificazione e cinetica degli incendi
- Carico d'incendio e REI

**Incendio: processo di ossidazione violenta, in cui le fiamme rappresentano l'aspetto più appariscente**

L'incendio è una reazione chimica di combustione che avviene quando sono presenti tre elementi:

- Il combustibile (es. legno, carta, ecc.)
- Il comburente (es. ossigeno, aria, ecc.)
- La sorgente di calore



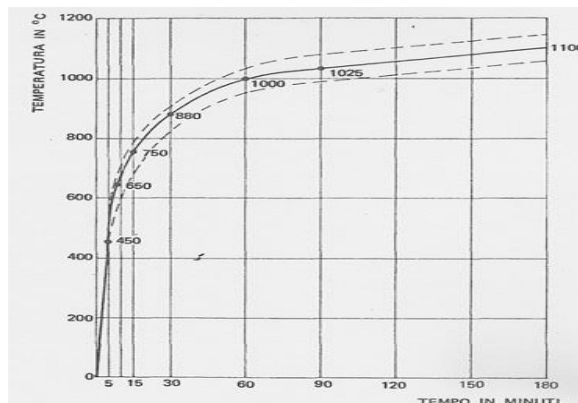
Temperatura di ignizione di una sostanza combustibile: è la minima temperatura alla quale una sostanza deve essere riscaldata, affinché venga innescata da una fonte di energia esterna, una reazione di ossidazione esotermica in grado di autosostenersi.

Temperatura di autoaccensione di una sostanza combustibile: è la temperatura alla quale una sostanza combustibile inizia spontaneamente la combustione (se c'è presenza di comburente), anche se manca una forma di innesco esterna.

### Curva Caratteristica Temperatura – Tempo

L'acciaio si flette a 450°, cede a 600°.

Un incendio può raggiungere tali temperature in meno di dieci minuti.



### Compartimentazione antincendio:

### Carico d'incendio

È la quantità di calore che si può sviluppare per unità di area di un edificio o locale in caso di incendio.

$$q^* = \frac{\sum_{i=1}^n g_i H_i}{A}$$

[kcal/m<sup>2</sup> oppure MJ/m<sup>2</sup>]

Dove:

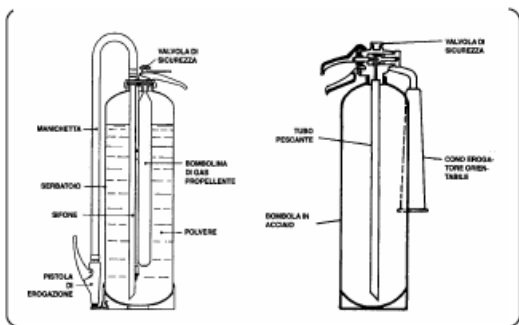
q\* = carico di incendio, in Kcal/m<sup>2</sup> oppure MJ/m<sup>2</sup>

g<sub>i</sub> = massa in kg della sostanza combustibile i-esima tra le n presenti

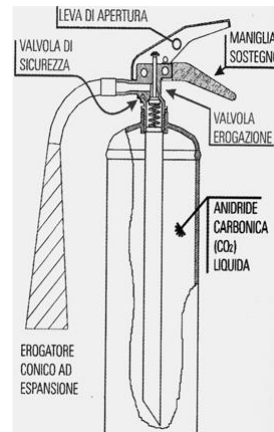
H<sub>i</sub> = potere calorifico superiore della sostanza combustibile, in Kcal/kg o MJ/kg

A = area totale del locale in m<sup>2</sup>

**Dispositivi antincendio portatili: estintori**



**Estintore Ad acqua**



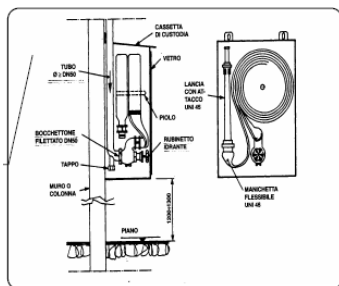
**Estintore CO2:** sui quadri elettrici perché non possono danneggiare i cavi elettrici a differenza dell'acqua, con cono erogatore orientabile.

**Impianti antincendio fissi**

Comprendono le seguenti tipologie:

- impianti a idranti (per esterni e per interni): regole base di progettazione per impianti a idranti
- impianti a sprinkler (o a pioggia)
- ulteriori impianti:
  - Impianti a nebulizzatori (o a diluvio)
  - Impianti a CO2 ad alta pressione
  - Impianti a CO2 a bassa pressione
  - Impianti a schiuma meccanica
  - Impianti a gas specifici

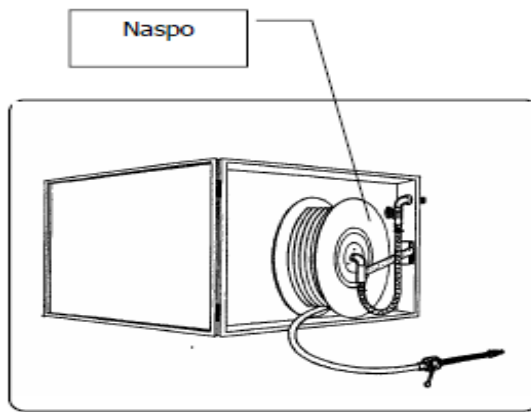
**Impianti a idranti interni**



Con tubi ugello avanti con regolazione e tubo flessibile

Questo è un idrante a muro

Simile a quello precedente, ma può essere utilizzato anche se non è completamente srotolato, però eroga una portata inferiore



## 20. Impianto termico

La progettazione in generale riguarda il soddisfacimento delle esigenze del committente nel rispetto delle normative di carattere: tecnico, giuridico, economico. Esistono diverse figure professionali che si occupano, ciascuno di un aspetto del progetto, a cui si aggiungono “tecnici della legge” che valutano il rispetto delle norme del progetto redatto dai tecnici, e infine il progetto sarà corredato da un studio economico. Il progetto esecutivo costituisce la ingegnerizzazione di tutte le lavorazioni e pertanto definisce compiutamente, ed in ogni particolare architettonico strutturale e impiantistico l'intervento da realizzare. Il progetto si compone dei seguenti documenti:

- Relazione tecnica descrittiva
- Elaborati grafici
- Calcoli esecutivi degli impianti
- Computo metrico estimativo definitivo, ossia l'elenco degli oggetti di cui il progetto necessita a cui è associato un prezzo, con il fine di giungere al prezzo complessivo delle strumentazioni dell'impianto
- Cronoprogramma, ossia una stima delle tempistiche di realizzazione dell'impianto a causa di interferenze non previste in fase di progetto
- Capitolato speciale di appalto, ossia un documento in cui specificano i componenti dell'impianti e le norme di riferimento per il dimensionamento di questi ultimi

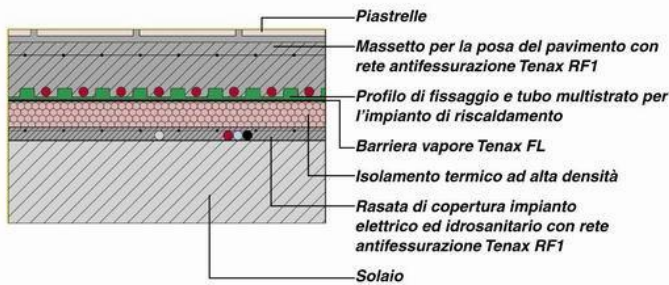
Normative in campo impiantistico:

- Legge 10/91 (prima normativa energia), norme in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia. Ossia, si deve progettare l'impianto in modo da ridurre le dissipazioni energetiche e aumentare il rendimento netto, vengono specificati i parametri da rispettare in fase di progetto
- Decreto legislativo 03/03/2011 N28, attuazione della direttiva 2009/28/CE sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili recante modifica e successive abrogazioni delle direttive 2001/77/CE e 2003/30/CE. Viene imposto l'utilizzo di fonti rinnovabili oltre al fotovoltaico e al solare termico in quantità fissate in rapporto al fabbisogno netto dell'impianto; viene specificata la percentuale di energia rinnovabile sul netto della spesa energetica destinata ad aumentare con il passare degli anni e l'aumento del fabbisogno
- Decreto interministeriale 26/05/2015, applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizioni delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici. Vengono date le indicazioni dei parametri da utilizzare e le modalità di calcolo energetico: viene definita in funzione delle zone climatiche (6 classi di riferimento) il valore della trasmittanza delle tipologie di involucri, la stessa normativa prescrive quale temperature interne ed esterne adottare nel calcolo.

$$P_{dis} = U A \Delta T$$

- Normativa acustica: 20 ottobre 1995 n 447- legge quadro sull'inquinamento acustico; D.P.C.M. 15 dicembre 1997 determinazione dei requisiti acustici passivi degli edifici; D.P.C.M. 14 novembre 1997 determinazione dei valori limite delle sorgenti sonore. Esiste sei fasce di sonorizzazione che si caratterizzano dei limiti di inquinamento acustico legale sia durante le ore diurne che le ore notturne. Es. zona industriale (fascia sei) ammesso fino a 70 decibel diurni e notturni. La distinzione fra le classi è fatta in funzione della vicinanza o meno di determinate attività umane.

4. Termostrisce: sistema analogo ai termosifoni, trattasi di scambiatori di calore a superficie posizionati su soffitto e con acqua calda all'interno circolante, la trasmissione di calore avviene essenzialmente per irraggiamento, tuttavia le temperature di questi scambiatori sono inferiore rispetto al sistema precedente (T acqua max 120°C, i fumi possono arrivare a 400°C)
5. Riscaldamento a pannelli radianti



Sistema di riscaldamento in cui gli scambiatori sono posizionati al di sotto delle piastrelle a pavimento, la distribuzione del calore è uniforme. L'utilizzo di tale tecnica di riscaldamento è vincolata dai carichi imposti a pavimento (es. pressa, ect). Lo schema della pavimentazione è a strati come in figura. Il massetto ha uno spessore intorno ai 3-15 cm. Il passo fra un tubo e il successivo è di 10-15 cm.

6. Riscaldamento/raffrescamento con ventilconvettori, solitamente posti all'interno di uffici. Il meccanismo di conversione è basato sulla convezione di aria calda, riscaldata all'interno tramite uno scambiatore a superficie ad acqua calda. All'interno del ventilconvettore esiste un sistema di raccolta di acqua condensata nel caso di aria in raffreddamento
7. Gruppi di pompaggio
8. Centrale termica con generatore di calore
9. Pip rack (tubazioni nel soffitto)

## 20.2. Calcolo impianti termici

Gli impianti termici consentono di modificare le condizioni microclimatiche degli ambienti variandone le condizioni termoigrometriche. I parametri che determinano le suddette condizioni sono i seguenti:

- temperatura
- umidità relativa
- velocità dell'aria

I dati di partenza di progetto sono:

- temperatura minima esterna della località
- caratteristiche geometriche degli ambienti
- caratteristiche fisiche delle strutture (pareti, solai, serramenti, ecc.) che compongono gli ambienti
- temperatura desiderata internamente agli ambienti

$\Delta T$ : differenza tra temperatura interna ed esterna ( $T_i - T_e$ ) [°C]

V: volume dell'ambiente [m<sup>3</sup>]

Allora la potenza complessivamente dissipata si calcola come somma di due diversi contributi:

$$W_m = W_t + Q_v$$

Dunque la potenza complessiva da richiedere all'impianto termico (sovradimensionata del 20% in quanto secondo le norme l'impianto deve essere acceso almeno 14 ore giornaliere, così che all'accensione del giorno successivo il raggiungimento del regime sia più rapido):

$$P = k W_m$$

Dove k rappresenta il coefficiente per ponti termici o intermittenza e consente il sovradimensionamento suddetto. Una buona stima di k è 1,2, tale coefficiente tiene anche conto di discontinuità delle proprietà termiche delle pareti.

## 20.3. Dimensionamento delle tubazioni

Le perdite di carico nelle tubazioni di adduzione si calcolano utilizzando i diagrammi seguenti (semplificativi perché non tengono conto delle variazioni di temperatura e quindi di densità dell'acqua) assumendo una perdita lineare massima non superiore a 200 Pa/m (pari a 20 mm.c.a.) e avendo come dato di partenza la portata volumetrica in l/h, si risale al diametro in pollici. Le perdite di carico localizzate possono valutarsi con la seguente formula:

$$z = \zeta \rho \frac{v^2}{2}$$

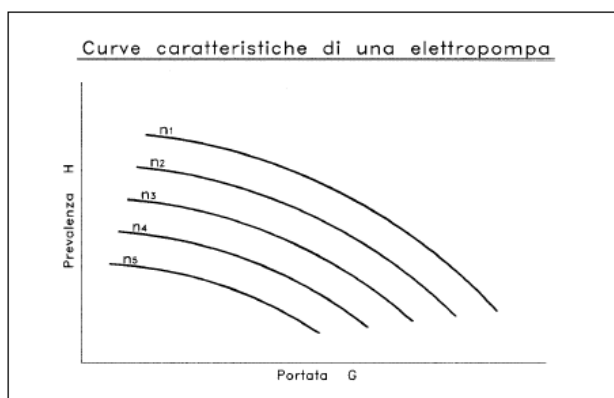
La prevalenza di una corrente d'acqua necessaria insieme alla portata per il dimensionamento dei gruppi di pompaggio, può essere valutata:

$$H = k \frac{Q^2}{D^5}$$

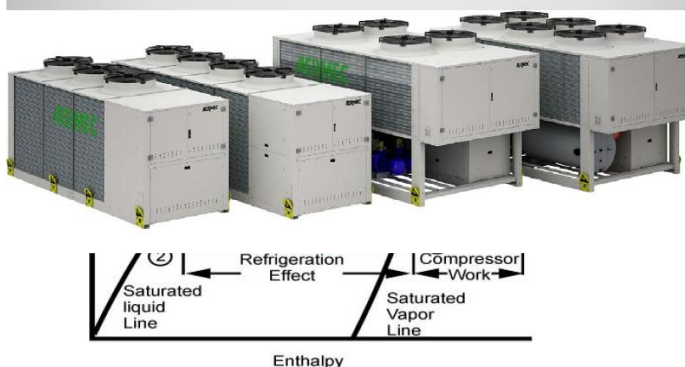
## 20.4. Dimensionamento di un gruppo di pompaggio

Ciascuna pompa è caratterizzata da un dato diagramma di funzionamento prevalenza-portata. Il punto di funzionamento è l'intersezione fra la caratteristica della pompa e quella del circuito chiuso a cui si connette. Il punto di funzionamento deve essere tale da determinare una prevalenza che consenta all'acqua di circolare in tutto il circuito. Il circuito chiuso sul grafico si contraddistingue dal fatto che la caratteristica del circuito parte da zero (prevalenza=0), di contro, un circuito aperto ha caratteristica che parte da un valore non nullo. La portata di una pompa viene valutata come:

$$\dot{m} = \frac{\dot{Q}}{\Delta T C_p}$$



## 20.6. POMPA DI CALORE



La pompa di calore è una macchina in grado di trasferire energia termica da una sorgente a temperatura più bassa (ambiente) ad una sorgente a temperatura più alta, utilizzando differenti forme di energia, generalmente elettrica. Il funzionamento di una pompa di calore segue generalmente un ciclo di quattro trasformazioni: compressione, condensazione, laminazione isoentalpica, evaporazione. Allo stato attuale i gas più ecologici sono R407 e R410. Pertanto, la macchina scambia fra due sorgenti una

a temperatura ambiente e l'altra alla temperatura interna allo stabilimento. Queste macchine possono funzionare sia da condizionatore raffreddando l'ambiente interno che da riscaldatore con la funzione di riscaldare l'interno, trattasi di macchine operatrici. L'efficienza della pompa è funzione delle temperature delle sorgenti, le prestazioni di una pompa non vanno lette in assoluto ma sono funzioni della temperatura esterna. Se la temperatura esterna è troppo bassa, possono aversi cali di efficienza: di fatti devo avere all'evaporatore temperatura del fluido operante minore di quella esterna, se ciò non può aversi, devo utilizzare un fluido che alla pressione di evaporazione di utilizzo abbia temperatura minore dell'aria esterna, tuttavia devo evitare temperature troppo basse che comportino la solidificazione del liquido; parte del calore prodotto viene utilizzato per il riscaldamento del fluido operante al fine di evitare in qualche punto del ciclo solidificazione. Nelle pompe di calore, i diametri destinati al flusso di liquido sono minori di quelli destinati al flusso di gas per la diversa densità che questi hanno e per garantire la costanza della portata. Le pompe di calore, rispetto alle caldaie, rappresentano una soluzione senza dubbio più energeticamente sostenibile. Inoltre si osserva che esternamente le pompe di calore sono dotate di ventole con la funzione di incentivare lo scambio termico (al condensatore con l'aria esterna).

## 20.7. POMPE DI CALORE GEOTERMICHE

Modello NXW * - NXW L		
Taglia		0500
Resa frigorifera (E)	400V/3	kW 112
Potenza assorbita (E)	400V/3	kW 23,08
E.E.R. (E)	400V/3	W/W 4,83
E.S.E.R.	400V/3	- 6,01
Corrente assorbita	400V/3	A 48,30
Portata acqua evaporatore	400V/3	l/h 19264
Perdite di carico lato impianto	400V/3	kPa 30
Portata acqua condensatore	400V/3	l/h 22891
Perdite di carico lato geotermico	400V/3	kPa 25
Resa termica	400V/3	kW 119
Potenza assorbita	400V/3	kW 27,16
COP	400V/3	W/W 4,39
Corrente assorbita	400V/3	A 53,3
Portata acqua evaporatore	400V/3	l/h 20468
Perdite di carico lato impianto	400V/3	kPa 20
Consumo acqua evaporatore	400V/3	l/h 16138
Perdite di carico lato geotermico	400V/3	kPa 21

Una buona alternativa alle pompe di calore condensate ad aria è costituita dalle pompe di calore geotermiche, qui lo scambio termico al condensatore ad aria esterna è sostituito con scambiatori a superficie con il terreno: a profondità superiori a 100m il terreno non risente termicamente più dell'aria atmosferica e indipendentemente dalla stagione ha una temperatura costante di circa 12°C, dunque può essere sfruttato come una sorgente termica a bassa temperatura. Per la sua non dipendenza dalla temperatura atmosferica, le prestazioni sono costanti e non fluttuanti rispetto la temperatura esterna, e globalmente maggiori rispetto a quelle delle pompe di calore condensate ad aria.



## 20.9.1. VALVOLA DI SICUREZZA

La valvola di sicurezza è una valvola che ha una funzione generica in grado di aumentare il livello di sicurezza di un impianto termoidraulico: in particolare trattasi di una limitatrice di pressione, infatti se la pressione del fluido circolante supera il valore di taratura, allora la valvola si apre consentendo la fuoriuscita di vapore. Ogni valvola di sicurezza è caratterizzata da un valore di potenza che è la potenza termica che la valvola smaltirebbe in caso di ebollizione del fluido. Se la potenza della caldaia è superiore a 580 kW allora viene imposto di porre due valvole.



## 20.9.2. VALVOLA DI INTERCETTAZIONE COMBUSTIBILE

Trattasi di valvole che nel caso in cui la temperatura del fluido superi un valore critico di taratura, bloccando l'introduzione di gas combustibile in caldaia. In generale, hanno diametro pari a quello di adduzione del gas.



$$\Delta p = 2,28 \times 10^4 \times \frac{d \times L \times Q^{1,8}}{D^{4,8}} \quad (A.1)$$

dove:

$\Delta p$  è la perdita di carico (mbar);

$2,28 \times 10^4$  è la costante che tiene conto della rugosità delle pareti interne del tubo valida per semplificazione per tutti i materiali;

$d$  è la densità relativa del gas in rapporto all'aria e vale 0,6 per il gas naturale e 1,69 gas di petrolio liquefatto (GPL);

$L$  è la lunghezza del tubo in metri;

$Q$  è la portata normale in m<sup>3</sup>/h. (0 °C e 1 013 mbar);

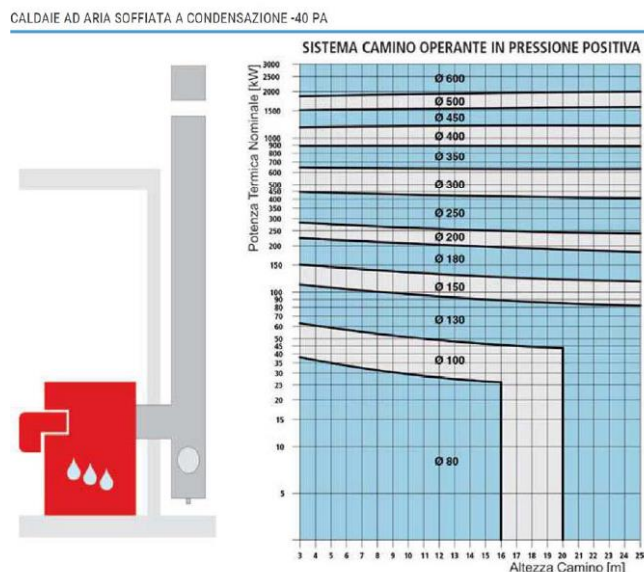
$D$  è il diametro interno in millimetri.

Norma di riferimento per il dimensionamento: UNI 7129-2008.

Le perdite di carico non devono essere superiori ad un millibar lungo tutta la tubazione.

## 20.10. CANNE FUMARIE

Necessarie allo scarico dei fumi, la normativa di riferimento consente il corretto dimensionamento dell'altezza della canna, in particolare se la centrale termica è adiacente lo stabilimento, allora l'altezza della canna deve essere maggiore di quella dello stabilimento e la canna guidata sulle parenti dello stabilimento.





## Tema d'esame 23/01/2015

1) Elencarmi le fasi per la progettazione di un plant layout e rappresentare:

-i possibili fabbricati visti a lezione (voleva la rappresentazione in pianta dei layout)

-dove vengono messi i magazzini e i reparti di produzione all'interno degli stabilimenti

-indicare i possibili flussi logistici che possono effettuare i materiali

2) Differenza tra buffer e magazzino interoperazionale ed elencarmi i simboli utilizzati per le flow-chart.

3) Calcolare il potere d'interruzione di due trasformatori aventi (la stessa impedenza) messi in parallelo di uno stabilimento industriale

$$A1n=A2n=400KVA$$

$$V2n=400V$$

$$Z1=Z2=20 \times 10^{-3} \text{ OHM}$$

4) Nella parte riguardante all'ingegneria economica elencarmi i costi inerenti all'impresa e descriverli.

## Tema d'esame 23/07/2014

1) Elencare i progetti per la realizzazione di un impianto (parte riguardante impianto termico...cioè prog. preliminare, definitivo & esecutivo).

2) Parlare del piano regolatore generale.

3) Dimensioni delle postazioni di lavoro.

4) Trasporto intermodale e multimodale (parte riguardante all'incontro che è avvenuto con la "guest star"(ospite d'onore))

## Tema d'esame 04/07/2014

1) Con riferimento al ciclo di vita del prodotto visto a lezione, rappresentare graficamente:

- andamento tradizionale;

- andamento attuale;

- il grafico della congiuntura riferito al tempo;

- andamento redditività/fatturato per il ciclo di vita del prodotto

2) Dare la definizione di:

-Ricettività

-selettività

-rotazione

-giacenza media (formula e la rappresentazione grafica)

3) Elencare i vari tipi di impianti termici e scrivere i vantaggi e svantaggi di ognuno

4) Parlare dei relè magnetici e termici e delle prove di cortocircuito e sovraccarico.

5) Indicare i livelli di udibilità nello stabilimento (parte di impianto termico).