



**Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino**

**Appunti universitari**

**Tesi di laurea**

**Cartoleria e cancelleria**

**Stampa file e fotocopie**

**Print on demand**

**Rilegature**

NUMERO : 115

DATA : 01/07/2011

# A P P U N T I

STUDENTE : Castaldo

MATERIA : Manutenzione e Sicurezza - terza parte

Prof. Boccomini - Del Prete

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.**

30/05/11

- SICUREZZA -

Valore limite di exp → deve essere rispettato tenendo conto dei dispositivi di attenuazione.

Valore inf-sup di azione → non tengono conto dei dispositivi di attenuazione.

Ci dice che se non sono rispettati bisogna fare più, bisogna agire.

Comp se non è 100 non è vero che non devo fare niente!

DL deve cercare di eliminare i rischi alla fonte e ridurli al minimo.

Se può il DL dovrà adottare altre metode di lavoro meno rischiose; inoltre sceglierà alternative di lavoro (adeguate al lavoro da bisogna svolgere) che emettano il minimo rumore possibile.

Inoltre il DL progetterà la struttura dei luoghi e dei posti di lavoro → se c'è una macchina poche rumorosa il DL la metterà se possibile in un locale piccolo, in modo da separarla rispetto alle altre macchine per minimizzare l'exp al rumore di lavoratori che non usano quella macchina.

DL deve fornire info e adeguata formazione, adottare misure tecniche x il contenimento del rumore, programmare la manutenzione, ridurre il rumore con misure organizzative, fornire DPI dell'udito verificando l'efficacia

\* (a) ridurre exp delle persone al rumore organizzando turni di riduzione tempi di exp  
Pro: riduce il livello medio di exp giornaliera del singolo lavoratore

Contro: espous + lavoratore al rumore  
\* (b) inserire pause frequenti nei turni dei lavoratori che lavorano con macchine rumorose, oppure dare al lavoratore un'altra mansione x intervallo e l'exp al rumore  
Pro: un'aria fresca e riposo benedico

MISURE TECNICHE → semplici, non particolarmente costose, meccaniche.

MISURE ORGANIZZATIVE → possono essere messe in atto conoscendo la natura del processo produttivo, sono semplici accorgimenti nel comportamento.

PRINCIPALI CAUSE DI RUMORE

① ORIGINE MECCANICA

- urto (in occasione di martellamento, stampaggio, diodeatura, presse)
- attrito (spatole, lime, lame etc)
- variazioni di forze dinamiche (Soltanto questa causa di rumore è eliminabile mediante semplice manutenzione)

② AERODINAMICA

- flussi o getti di gas
- presenza di ostacoli lungo il flusso

③ IDRODINAMICA

- turbolenze e vortici (all'interno di condutture o vasche di raccolta in cui scorrono liquidi ad alta velocità tipo nei raccordi, negli sifoni, in genere rumore)

Cerca di intervenire prima di tutto su quello che genera il rumore. Altrimenti 3 le

MISURE DI PREVENZIONE TECNICHE

• INTERVENTI SULLE SORGENTI → sostituzione o modifica del macchinario, isolamento, materiali e strutture antirumori

⑤ produzione del marmo → una volta estratto il marmo, per effettuare dei tagli può usare spatole o seghe utensili che devono essere più duri x tagliare il marmo oppure può utilizzare macchinari che spruzzano acqua per raffreddare la lama oppure creare delle infiltranti in di tra nelle venature del marmo, che così può essere tagliato + agevolmente. Queste ultime soluzioni sono meno rumorose e rappresentano un esempio di sostituzione di tecnologia (modifica del macchinario)

• INTERVENTI SULL'AMBIENTE → corretto progettazione dei posti di lavoro (prevedere spazi idonei per le postazioni rumorose per ridurre l'impatto del rumore), trattamenti fonoassorbenti o fonoassorbenti,

↓  
isolano il suono impedendo che si propaghi nel locale adiacente

↓  
assorbono il suono

usare materiali di costruzione idonei

(I) non è sempre conveniente!

Infatti se macchina molto grande oppure se l'operatore deve intervenire spesso all'interno della macchina o guardare spesso all'interno

dell'area di lavorazione, (I) non è utile, anzi:  $\times k$  viene  $\times$ cepto da operatore come impedimento ad eseguire il proprio lavoro.

In questo caso è preferibile la soluzione (II)

Per quanto riguarda l'assorbimento del rumore, bisogno individuale e frequente di vibrazioni + fastidiose e utilizzare materiali porosi, morbidi o multiple o secondo della componente dominante della frequenza (colte, basse, medie).

Nonna do ci possono essere + componenti che si sommano tra loro quindi può essere necessario combinare diversi materiali per ottenere risultato migliore

esempio: pannelli fonoassorbenti verticali (v. slides)

Cmp oltre alla sorgente del rumore c'è anche il meccanismo di riflessione e  $t_x$  delle onde, che varia o secondo della tipologia del locale, quindi non è una soluzione generale, ma c'è bisogno di uno studio caso x caso. Cmp abbiamo visto i possibili interventi.

### MISURE DI PREVENZIONE ORGANIZZATIVE

riduzione durata dei turni, aumento del n° di pause, rotazione del personale (v. ex 4 pagine fa)

### MISURE DI PREVENZIONE MEDICHE

controlli sanitari, indispensabile x scoprire se c'è un peggioramento dell'udito  $\geq$  di quelli che sarebbe normalmente con l'età (v. schema 3 pag fa)

### ALTRE MISURE DI PREVENZIONE

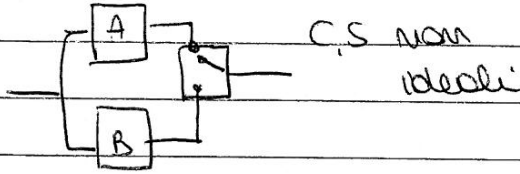
corretta progettazione, manutenzione sistematica

- MANUTENZIONE -

3/03/11

SISTEMA STAND BY FREDDO CON C ed S non ideali

si possono guastare durante funzionamento del sistema



C verifica guasto unità princip

S effettua commutazione A e B quando C rileva il guasto

C ed S non ideali fanno ripercussioni solo se si guastano durante funzionamento dell'unità princip

Se C ed S si guastano in  $z$  e  $z$  è dopo il guasto dell'unità princip, non influisce sul funzionam del sistema

Consid  $R_C(z)$  e  $R_S(z)$

Studiamo gli eventi che paralizzano funzionamento del sistema

A) il sistema funziona se unità princip funziona su  $\forall$  intervallo di missione  $\phi-t$   
Questo accade con  $P R_A(t)$

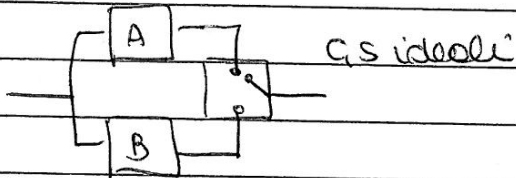
B) il sistema funziona se unità A princip si guasta in  $z$ , C ed S funzionano fino ad  $z$  e B (unità di riserva) funziona per  $\forall$  il restante tempo di missione.

$$= MTT F_{SPRF,CS} = \frac{1}{\lambda_A} + \frac{\lambda_A}{\lambda_A + \lambda_C + \lambda_S - \lambda_B} \cdot \left( \frac{1}{\lambda_B} - \frac{1}{\lambda_A + \lambda_C + \lambda_S} \right)$$

$\uparrow$   
 (hp) ABCS exp  $\ominus$

Se avessi delle Weibull dovrei partire dalla scrittura generale dell' affidabilità e svolgere gli integrali.

SISTEMA STAND BY CON RISERVA CALDA (C, S ideali)



La riserva "calda" funziona contemporaneamente all'unità princip mentre unità princip funziona (ma funziona ad. un regime ridotto); quando A va in guasto, B, che stava funzionando a regime ridotto, comincia a funzionare a regime completo.

Definiamo gli eventi che garantiscono funzionamenti del sistema:

α)  $\int_0^t R_A(z) dz$   $\rightarrow$   $T_{A \text{ o } t}$  A (un. princip) funziona

β)  $\int_0^z R_A(z) dz \cdot R_B(z)$   $\rightarrow$  a regime ridotto  
 A funziona fino ad  $z$  (mentre B funziona a regime ridotto)  
 $\int_z^t R_B(t-z) dz$   $\rightarrow$  a regime pieno  
 B funziona da  $z$  a  $t$   $\rightarrow$  a regime completo

α, β esclusivi l'uno rispetto all'altro

Domanda d'esame:

analizzare un SPRC con C, S ideali

" " " " " " reali

ricerca espressioni affidabilità

calcolare con quale P il sistema raggiunge MTF

Introduciamo un Teorema x riuscire ad introdurre un caso particolare si può usare quando il sistema da analizzare non è né  $ast$  serie, né  $ast$  //, né  $ast$  stand-by.

[ UNITÀ VITALE → se si guasta non è detto che il sistema vada in guasto, ma il guasto delle unità vitali ne compromette pesantemente le prestazioni ]

### TEOREMA DI BAYES

Va ad analizzare la P di un evento.

A evento di interesse

Esso è condizionato dal verificarsi di altri 2 eventi, B e C, mutualmente esclusivi

B } mutualmente esclusivi  
C }

A si verifica solo se si verifica o B o C

Solo questa condizione:

$$P(A) = P(A|B) \cdot P(B) + P(A|C) \cdot P(C)$$

A "guasto del sistema"

B "funzionamento unità vitale"

C "guasto unità vitale"

Denominiamo unità vitale con la lettera X

Risultano Bayes in termini affidabilità



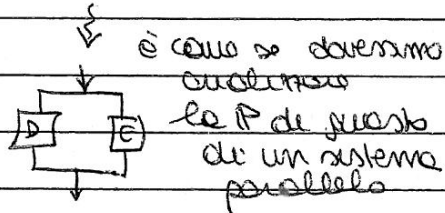
$$F_B(350) = 1 - e^{-\lambda_B \cdot 350} = 0,0344$$

$$R_B(350) = e^{-\lambda_B \cdot 350} = 0,9656$$

B UP

Con B funzionante, quando va in guasto il sistema?  
 L'unico caso in cui il sistema non funziona con B funzionante è da quando il // tra D ed E è guasto (in questo caso infatti NON ha un'uscita!)

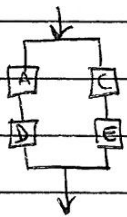
$$F_S(\text{se B UP}) = F_{D//E} = F_D \cdot F_E = F_D(350) \cdot F_E(350) =$$



$$= (1 - e^{-\lambda_D \cdot 350}) \cdot (1 - e^{-\lambda_E \cdot 350}) = \text{calcolo risultante}$$

B DOWN

Con B guasto, quando va in guasto il sistema?  
 Quando si guasta il // di A in serie a D e C in serie ad E



$$F_S(\text{se B DOWN}) = F_{A \text{ in serie } D} \cdot F_{C \text{ in serie } E} = (1 - R_A \cdot R_D) (1 - R_C \cdot R_E) =$$

$$= (1 - R_A R_D) (1 - R_C R_E) = (1 - e^{-\lambda_A \cdot 350} \cdot e^{-\lambda_D \cdot 350}) (1 - e^{-\lambda_C \cdot 350} \cdot e^{-\lambda_E \cdot 350}) =$$

$$= \text{calcolo risultante}$$

Calcolati tutti questi valori, possiamo finalmente calcolare  $F_S(350)$ .

6/05/11

Nota: con l'esame chiede la parte di  
teoria principalmente fino  
ad oggi.

## - SICUREZZA -

### VIBRAZIONI

Rischi fisici → neuroni  
→ vibrazioni  
che non sono audio come MA non vediamo solo p<sub>st</sub> 2

neuroni → E se c'è una vibrazione che il nostro cervello capisce  
le vibrazioni che il nostro cervello non capisce vengono  
comunque captate dal nostro corpo.

Campos di applicazione: lavoratori che sono esposti a rischi  
derivanti da vibrazioni meccaniche

Vibrazioni:



Trasmessa al

sistema mano-braccio:

è definita come vibrazione m-b

una vibrazione meccanica

che comporta vari disturbi

NOTIAMO che la vibraz è

definita in v<sub>rti</sub> dei rischi

a cui è sottoposto il lavoratore

(vascolari, orzi, articolari;

neurologici, muscolari)

non dal pt di vista fisico

Trasmessa al corpo intero

princip lombalgie

e traumi del

rachide (ernia,

cd. vertebrale)

Anche più <sup>vibrazioni</sup> non

sono definite

fissamente ma

se in v<sub>rti</sub>

dei danni che

possono causare

### UIB M-B

~~franco~~ componenti vascolari → "sindrome del dito bianco"

si riconosce dal fatto che es

part terminali del corpo

cutici rosse sono bianche

È causata dalla diminuit

di elasticità dei vasi

superfici x va della

vibrazione.

Anche il muscolo risulta

meno inerte → difficoltà

e muover le mani.

Insensibilità al caldo,

al freddo e al tatto.

→ grave problema sociale

e lavorativo.

A. lungo tempo è  
irreversibile.

non deve essere usato assolutamente

nuovo braccio  
 $\downarrow$   
 $MB$

corpo intero  
 $\downarrow$   
 $CI$

VAL. LIMITE

$A(B) = 5 \text{ m/s}^2$   
 ↑ accelerazione     ↑ o.o. espositiva giornaliera

$A(B) = 1,0 \text{ m/s}^2$

periodici  $20 \text{ m/s}^2$

VAL. D'AZIONE

corpo intero

Come viene definito il parametro  $A(B)$ ?

Viene definito nella norma tecnica ISO 53-49 xk

il documento a cui facciamo riferim non definisce la vibraz. dal pt di vista fisico.

liv. esposizione: valore di exp giornaliera normalizzato ed un ciclo di riferimento di 8 ore.

Come si calcola praticamente?

Caso mano braccio:

Accelerazione: è un vettore, ha 3 componenti nello spazio (lungo assi  $x, y, z$ )  $\Rightarrow$  deve definire le direzioni orientate gli assi. (nell'esame non ci chiede come orientarli)

Poi x axe punto è prende il val. ass. l'acceleraz. faccio  $A(B) = \underbrace{\sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2}}_{\text{modulo}} \cdot \underbrace{\sqrt{\frac{T_e}{8}}}_{\substack{\text{normalizzato} \\ \text{exp ad un} \\ \text{tempo di 8 ore.}}}$  INCOMPLETA

Per il corpo intero:

Nella pratica si calcola con un accelerometro il parametro sull'axe  $x, y, z$ . Poi moltiplici i valori dell'axe  $x$  e  $y$  per 1,4, quello di  $z$  per 1.

Poi prendo il valore max e lo moltiplico per  $\sqrt{\frac{T_e}{8}}$ .

tecnico  $\neq$  da quella delle aziende  $\rightarrow$  i valori del costruttore possono essere indicativi  $\textcircled{MA}$  non di una reale esposizione. Possono essere utili princip x un confronto tra costruttori  $\neq$ , xk tutti i costruttori seguono la stessa norma.

Se  $l_{exp} >$  valore limite:  $\rightarrow$  è un valore da NON SUPERARE ASSOLUTAMENTE

- attuare misure immediate
- ricerca cause di suramento

Se  $l_{exp} >$  valore d'azione:

- cercare altri metodi di lavoro (ma non è sempre possibile)
- attenuazione de produzione il minor livello
- fornitura di attrezzature accessorie
- effettua manutenzione (un tempo con la punta storta una di t di un trapano mangiasilo)
- limitazione della durata e dell'intensità dell'exp
- orari di lavoro ben distribuiti / periodi di riposo

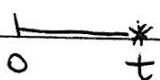
NOTIAMO CHE  $\nabla$  DPI per la vibrazione! La vibraz può essere un po' attenuata dal DPI, ma non eliminata.

E però fattori che in maniera sinergica aumentano i danni da vibrazione, x es il freddo  $\rightarrow$  sono impo i DPI contro questi fattori che concorrono con la vibrazione a danneggiare il lavoratore. Questo vale sia per C.i. sia per m.b.

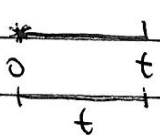
Tra le misure di prevenzione e protezione abbiamo anche

- Informazione dei lavoratori
- Sorveglianza sanitaria  $\rightarrow$  si deve occupare obbligatoriamente delle casi  $\uparrow$  x cui al valore d'azione deve essere cmq effettuato almeno 1 volta l'anno.

Ad + grande differenza tra questo e uperazione  
 è che  $R(t)$  NON può essere considerata // a  $G(t)$ !  
 Questo perché sono cose definite:

$$R(t) = P(\tau > t)$$


Affidabilità

$$G(t) = P(\tau \leq t)$$


Manutenibilità

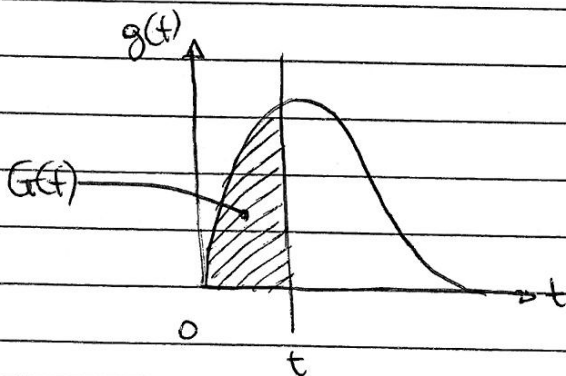
con quale  $\downarrow$  P il componente  
 viene reso operativo in  
 un tempo di  
 missione t

La manutenibilità può essere messa in // con la  
 Pto di guasto  $F(t)$

Definendo  $g(t) = \frac{dG(t)}{dt}$

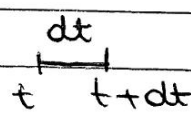
Possiamo riscrivere  $G(t)$  come

$$G(t) = P(\tau \leq t) = \int_0^t g(x) dx$$



$$MTTF = \int_0^{\infty} R(t) dt$$

$$MTTR = - \int_0^{\infty} G(t) dt$$

$$K(t) = \frac{P(t \leq \tau < t+dt \mid \tau > t)}{dt} = \frac{g(t)}{1-G(t)}$$


o abbia la squadra di manutenzione  
 all'interno dell'azienda.  
 → se l'azienda appalta a terzi la manutenzione →  
 DT più lungo!

Poi  $\exists$  un tempo logistico che consiste nell'approrpiato  
 momento dei pezzi.

Dopo di ciò cominciamo le effettive riparazioni, cioè  
 i tempi attivi: smontaggio, riparazione, regolazione,  
 collaudazione, rimontaggio, verifica di funzionamento.  
 La predisposizione del locale e dei macchinari  $\times$   
 sviluppo di lavoro è invece un tempo ausiliario.

Cmq in generale NON abbiamo una sola variabile UT  
 o DT,  $\textcircled{MA}$  una successione di variabili casuali:

$UT_i$

$DT_i$

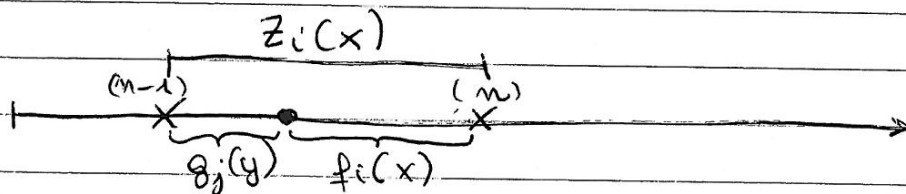
$UT_i \neq UT_j, i \neq j$ , sono  $\neq$  nel senso che hanno  
 intervalli di missione diversi,  
 distribuzioni diverse etc

Stesso caso per  $DT_i$ .

Ad ogni variabile  $UT_i$  corrisponde una certa  $f_i(x)$

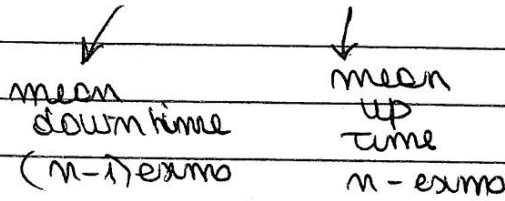
" " "  $DT_j$  " " "  $g_j(y)$

↓  
 con  $x \neq y$   
 i tempi  
 possono essere uguali  
 ma in  
 generale  
 sono  $\neq$



$Z_i(x)$  durata di P del  
 ciclo guasto - riparazione - guasto  
 Essa dipende dai guasti e dalle riparazioni (tutti)  
 avvenuti prima del guasto (n-1) esimo.

$$MTTF_m = MTTF_{m-1} + MDT_{m-1} + MUT_m$$



È impo tenere conto MD poiché può essere che mezzo riduzione di MTF  $\rightarrow$  analizzandolo si possono identificare cause aziendali del rallentamento delle operazioni e di conseguente riduz. E.

Un'altra variabile che deve essere tenuta in considerazione è

$$TBF_{m-1,m} = DT_{m-1} + UT_m \quad \text{time between failure tra 2 guasti successivi}$$

È una V.C. xk è comb. lin di V.C.

Se ne facciamo le valori media otteniamo

$$MTBF_{m-1,m} = MDT_{m-1} + MUT_m = \underbrace{MTTF_m - MTTF_{m-1}}_{\text{valore x k x l'comp. riparabile}}$$

non lo sono  
considerato  
irriparabile  
x k l'guasti

se il componente è riparabile ma non sommabile!  
Devo considerare i guasti m-1 ed m

$\rightarrow$  infatti x un comp rip le caratteristiche affidabilità e di manutenzione dipendono dal guasto in cui ci troviamo

Se invece ho un componente GAN e solo un pst con, posso parlare di MTBF

$$MTBF = MDT + MUT = \int_0^{\infty} t g(t) dt + \int_0^{\infty} t f(t) dt = \int_0^{\infty} t \cdot z(t) dt$$

↓  
Per un componente GAN le caratteristiche affidabilità e di manutenzione NON dipendono dal guasto in cui ci troviamo xk abbiamo un solo UT e un solo DT.

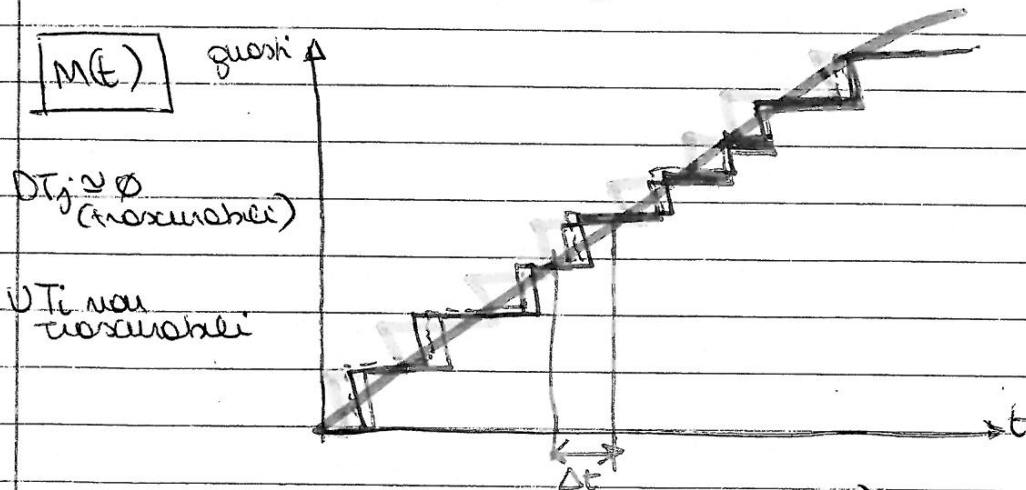
$$A_m(t) = \frac{f_m(t)}{R_m(t)}$$

$$MTTF_m = \int_0^{\infty} t \cdot f_m(t) dt = \int_0^{\infty} R_m(t) dt$$

Il ciò x i componenti di tipo GAN non vale, le grandezze affidabilità numerano costanti dopo ogni guasto!

Altre caratteristiche dei guasti (x un comp. rip):

- (\*) N° MENO DEI GUASTI  $M(t)$
  - (\*) INTENSITÀ (ISTANTANEA) DEL GUASTO  $m(t)$
  - (\*) DISPONIBILITÀ  $A(t)$
- ↑  
Affidabilità



- componente 1 (storia dei guasti)
- componente 2 (identico a 1  $\text{MA}$  la storia dei guasti sarà  $\neq$  xk la P de 2 con casuali assomano sempre lo stesso valore e' nulla)
- componente 3 (identico come 2)
- comp 4 (identico come per altri)

Dati guasti  $n$  componenti identici, è possibile calcolare una media.

$$M(t) = \sum_{m=1}^n (1 - R_m(t))$$



- SICUREZZA -

10/06/11

DISTANZE DI SICUREZZA

NOTA: i ripari possono essere di vari tipi (MA) dove  $\exists$  una distanza di sicurezza, in base alla quale deve posizionare il riparo.

La distanza di sicurezza è definita come la min distanza affinché l'oggetto rischioso non sia raggiungibile con gli arti superiori.

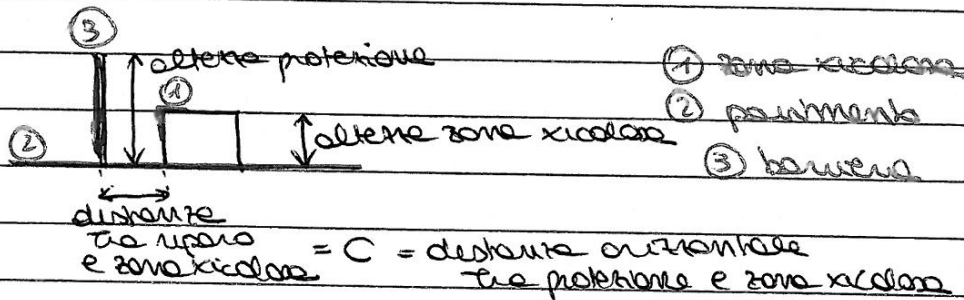
Tutto ciò è scritto nella norma Tecnica <sup>norma</sup> completa <sup>norma</sup>

Come distanza di sicurezza vengono definite delle altezze <sup>o barriere</sup> x v impedire il raggiungimento della macchina rischiosa:

x altezza ridotta  $\rightarrow R_{min} = 2,50 \text{ m}$

x altezza elevata  $\rightarrow h_{min} = 2,70 \text{ m} +$  altre misure di protezione

Talvolta ciò non è possibile inserire una barriera alta. In questi casi bisogna fare riferimento al seguente schema:



Se barriera non può essere alta, allora ci dovrà essere  $>$  distanza tra riparo e zona rischio, in modo tale da renderla non raggiungibile da parte dell'operatore. I 3 parametri (altezza protezione, altezza zona rischio e C) sono legati tra loro mediante delle "tabelle di rischio", che, fissato uno o 2 parametri, mi danno i valori possibili del parametro libero affinché la distanza di sicurezza (distanza + C) oggetto di rischio non sia raggiungibile con arti superiori.

## PERICOLO DI SCHIACCIAMENTO

Deriva da 2 parti mobili che si muovono l'una verso l'altra. È definito il comportamento da adottare in questo caso nella <sup>tecnica</sup> norma UNI 1000110

Parti del corpo che possono essere schiacciate: corpo, testa, gamba, piede...

Affinché l'operatore non venga schiacciato ci sono 2 soluzioni:

① interdice passaggio in zone rischiose o se ciò non è possibile

② lascia un volume di sicurezza sufficiente affinché l'operatore non venga schiacciato.

Nella norma tecnica sono definite le distanze min:

500 cm × rischio schiacciamento corpo

300 cm " " " " testa

180 cm " " " " gamba

150 cm " " " " piede

100 cm " " " " mano

25 cm " " " " dito

## APPROFONDIMENTI

• DIRETTIVA MACCHINE e MARCHIO CE: è una paranna?

DL mette a disposizione dei lavoratori attrezzature che rispettano direttive macchine, e rispetto le direttive del fabbricante nell'ambito.

Se nonostante ciò c'è un pericolo nella sicurezza <sup>successo, p.e. di infortunio</sup>

Ciò fatto il marchio CE non è paranna assoluta di conformità, xk lo può dichiarare il costruttore x i suoi rischi, DL controlla organo di vigilanza, che procede con prescrizione nei confronti del DL. Poi organo di vigilanza controlla il costruttore.

In ogni caso DL è il 1° indagato, xk ha obbligo di fare valutazione dei rischi! Omg viene coinvolto anche costruttore ma sono 2 mandati in mano!

- SICUREZZA -

13/06/11

1° appello: 30/06 A.16

ESAME:

3 domande di sicurezza (5 pt ciascuna, o volte 6 pt)

Possibile domanda:

figura del DSS 81/08

(può chiedere tt le figure oppure una figura specifica)

• Non confondere RSPP con RLS

In genere non chiedo commi e n° degli articoli, preferisco i concetti

Chiedo solo di ricordare riferimento legislativo

Chiede: distinzione dei range di distanza di rischio alto medio basso e caso umidità e bidirez

Formule: se le ricordiamo è meglio (MA) principalmente dobbiamo saperle spiegare

RUMORE e VIBRAZIONI

(ripasso + puntualizzazione di concetti) Misurazione del rumore:

dBz, dB → non uso max curve di ponderazione } tutto ciò misurato con fonometro  
Leq → in Db(A)  
Picco → in Db(C)

Una volta trovato Leq (livello equivalente), che cosa devo fare?

Il lavoratore che fanno una giornata standard in cui Leq di 1 ora è + o - uguale a Leq di tutto il giorno, → uso Leq di 1h

Il peso lavoratore: che vengono esposti a ≠ tipi di rumore in ≠ parti della giornata → non posso dettare quei lavoratori di un parametro che lo segue tt il giorno xk sarebbe troppo costoso!

Devo identificare le mansioni fondamentali del lavoratore e scoprire x quanto tempo lo svolge e combinare i ≠ Leq delle ≠ mansioni, pesandoli in base al tempo di esposizione.

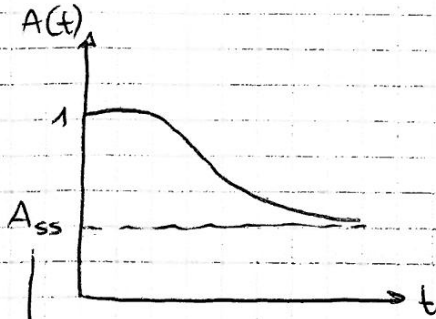
$A(t)$

$1 - A(t) = Q(t)$

$A(t)$

P

- funzioni: convessamente
- in un dato istante di tempo
- condizioni operative definite



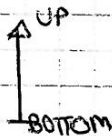
$$\lim_{t \rightarrow \infty} A(t) = A_{ss} = \frac{MUT}{MTBF}$$

↑  
GAN

$A(t) \geq R(t)$

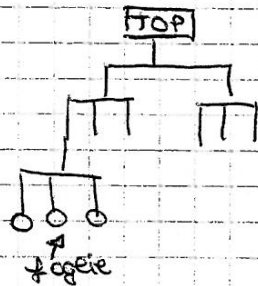
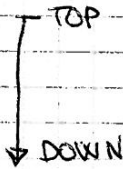
steady state

FMECA = Failure Mode Effect and Criticality Analysis



← parte dal basso e si sviluppa verso l'alto

FTA = Fault Tree Analysis



- QUALITATIVA (costruire albero)
- QUANTITATIVA (analizzarlo)

7 PASSI FMECA

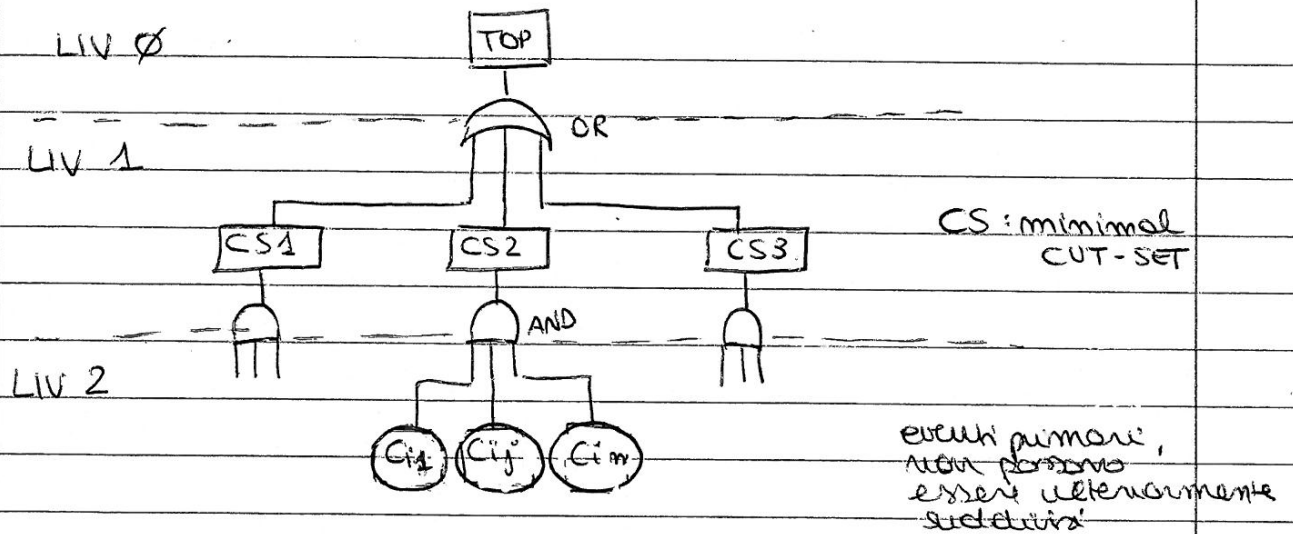
(P1) Descrizione del sistema

Elemento		funzione
nome	codice	
⋮	⋮	supporto radiotele ← x es
		⋮

V MODELLO GERARCHICO DELL'ALBERO (II)

17/06/11

FT EQUIV



$$TOP = \sum_{i=1}^m CS_i = \sum_{i=1}^m \left( \prod_{j=1}^m C_{ij} \right)$$

FT Analysis qualitativa

Obiettivo: costruzione di un albero dei guasti rispetto ad un top header pericoloso e riduzione dell'albero ad un albero dei guasti equivalente (univoco x tutti gli analisti, mentre albero di partenza non è sempre univoco)

è evento secondario → il posto di essere accidentale

LIV 0 → è presente il TOP HEADER che è l'uscita di una porta OR

LIV 1 → minimal cut set: sono eventi secondari

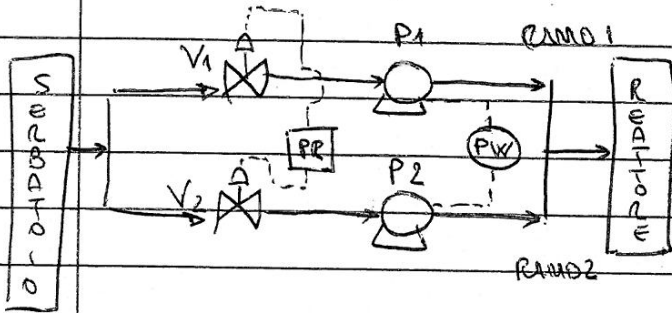
LIV 2 → foglie, eventi primari

Cij eventi di guasto dei singoli componenti del sistema, che, risalendo l'albero, generano evento guasto del sistema.

Evento TOP può essere rappresentato come una somma dei cut set (xk ei mette in OR); i cut set sono

(es)

Analizziamo impianto di raffreddamento di un reattore  
 Il sistema di raffreddamento è schematizzabile con  
 un // di tipo ridondante



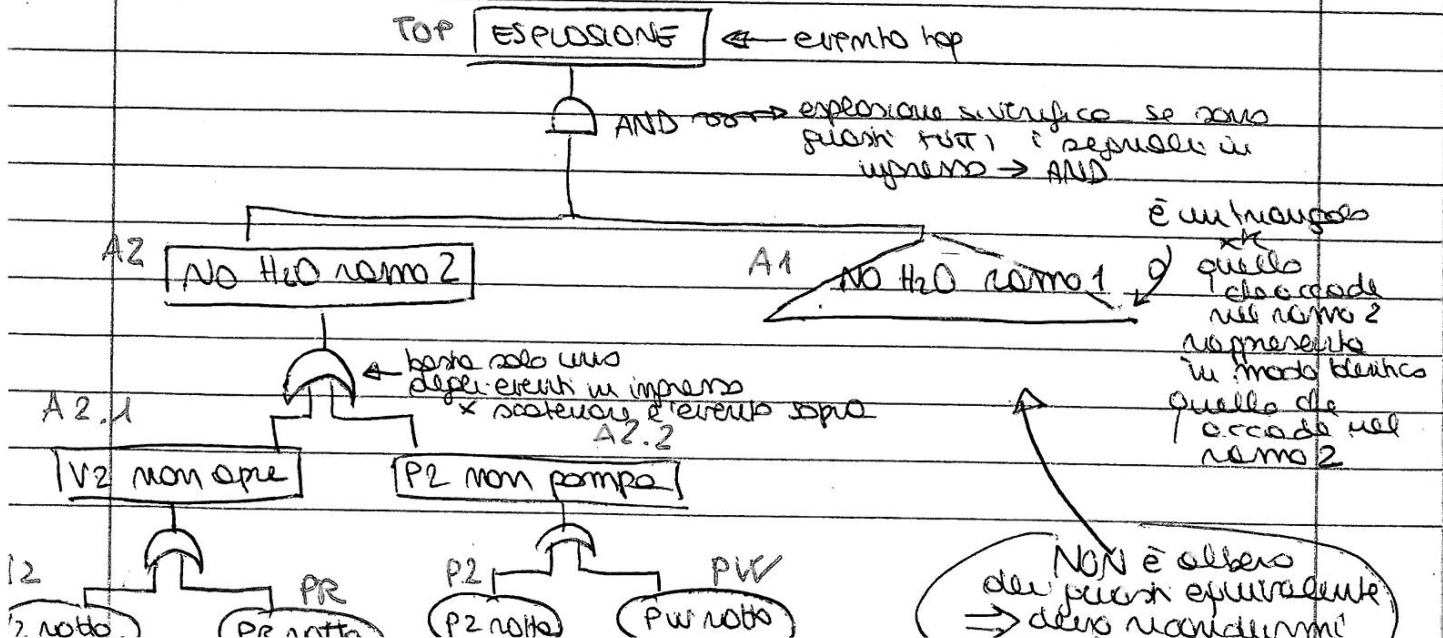
V1 V2 valvole che sono collegate al serbatoio  
 sono controllate da PR (processore)

P1 P2 pompe collegate alle valvole e al reattore  
 sono controllate da PWR (generatore)

(Ap) Serbatoio non si guasta mai

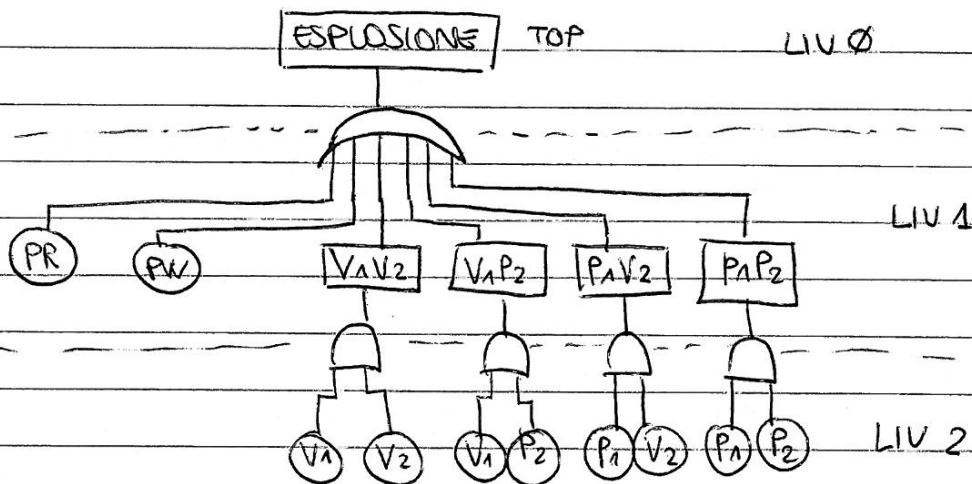
- P1 e P2 // ridondante, cioè entrambe sono in grado di erogare abbastanza H<sub>2</sub>O x raffreddare reattore

Il reattore esplose se manca l'acqua di raffreddam  
 nel ramo 1 e nel ramo 2 (xk è un // affidabilissimo)



MINIMAL CUT-SET	ordine del CS
PR	1
PW	1
$V_1 V_2$	2
$V_1 P_2$	2
$P_1 V_2$	2
$P_1 P_2$	2

Dunque il nostro FT equiv è



Ed è equivalente alla rappresentazione lista prima  
 (MA) questa è univoca.

Poi possiamo studiare dal punto di vista quantitativo  
 l'FT equiv. (non studiamo quello di partenza xk  
 FT equiv è + semplice)

# - SICUREZZA -

20/06/11

DLGS 81/08 titolo VI allegato xxxiii

## LA MOVIMENTAZIONE MANUALE DEI CARICHI

(modalità con cui si svolge l'attività del lavoro)

Definizione: definisce operazioni di movimentazione (o sollevamenti) + vengono definiti i rischi in relazione alle operazioni → è una definizione mista.

Operazioni eseguite da 1 o + lavoratori

↓  
sollevare, deporre, spingere, tirare, portare o spostare un carico

Rischi e conseguenze:

↓  
patologie da sovraccarico biomeccanico in parte disco lombare

osteoporosi,  
muscolo tendineo,  
nervoscolari

(MA) in parte DISCO LOMBARI

Come si effettua l'attività manuale?

- individuare dei compiti a rischio
- modalità con cui si svolge l'attività
- modalità in cui possono occorrere patologie
- Se valutata soddisfacente

↓  
eventuali misure conservative

- Se valutata insoddisfacente

↓  
deve fare qualcosa → eventuale meccanizzazione dei processi, utilizzo di attrezzature di ausilio, ripartizione dei compiti (es. mettere + persone a fare lo stesso movimento → espone + persone al rischio (MA) → la singola azione di rischio è minore)

Quali sono i parametri da cui dipende se il rischio residuo è accettabile?

altro è abbassare il carico

× es metodo NIOSH × IL SOLLEVAMENTO

è una valutazione di consenso di scandaglio in tutte le fasi della movimentazione × associare ad ognuna di esse dei punteggi numerici relativi al rischio in modo da sia + facile cfr i rischi.



FATTORE D → "dislocazione angolare del peso"

Se in una posizione obbligata dai piedi il peso è da spostare facendo un angolo di rotazione o meno.

Se devo eseguire rotaz da fermo con peso è elemento superiore xk sovraccarico muscolari

Se  $0^\circ \rightarrow D=1$

Se  $90^\circ \rightarrow D=0,71$

Non dover neanche arrivare a  $180^\circ$ !

FATTORE E → "piedi sulla press del corpo"

↓  
fornisce appiè o no

Qui i piedi sono

buono  $\rightarrow E=1$

scorso  $\rightarrow E=0,5$

FATTORE F → Tiene conto del fatto che sono ugualmente

dannose un'ossatura suple eseguita male

1 sola volta durante la giornata

e le ossature eseguite bene ma svolte

molte volte al giorno tutti i giorni.

F misura le ossature continue x un

tempo inferiore all'ora (e piante sono)

oppure quelle continue da 10-2 h

e la loro frequenza o quelle

continue fino a 8 ore (con la loro

frequenza)

Una volta trovati H questi fattori, partendo da una costante di peso si usano.

$P_{eff}$  = peso effettivo (il peso che l'operatore deve sollevare)

$P_c$  = costante di peso (peso limite preso come riferimento dagli studi medici; non è univoco)

- indice di  $rdl \leq 0,75$

situazione accettabile: basso rischio di lesioni da lavoro

↓  
 x  $rdl >$  parte dei lavoratori

infatti la PC da cui siamo partiti

va bene x un individuo medio

→ ∃ dei casi particolari!

- indice di  $rdl > 0,75, \leq 1,25 \approx 1$

situazione vicina al limite raccomandato

situazione quasi accettabile

Ⓜ parte non trascurabile della popolazione  
 risulta non protetta

- indice di  $rdl > 1,25$

Non accettabile

- indice di  $rdl > 3$

assoluta inaccettabilità

Se la situazione non è accettabile, devo fare qualcosa,

e x farlo posso giocare su  $\neq$  parametri

- fattori  $< 1$  → nell'esempio precedente il fattore

è il fattore  $A = 0,77$

Cerco di migliorarlo

x  $\rightarrow$  ristrutturare il layout

del lavoro in modo tale

da offrire l'oggetto

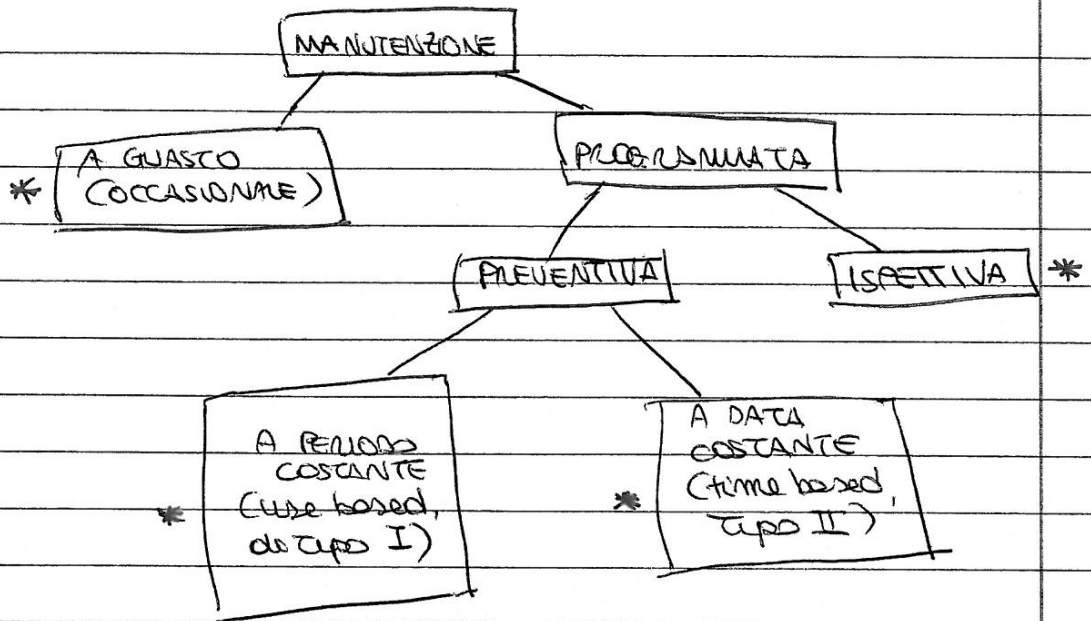
ad almeno meno  $\rightarrow$  uso di  $\times$  es. medicazioni  
 di collerini etc

Non sempre si può intervenire su

tutti i fattori

- PC (cambia la x, in modo da aumentare PC se possibile)

→ ∃ metodologie ormai a questo che xmettono di studiare  
 alcuni aspetti ed elementari x associare ad esse  
 indice di valutazione



\* due questi tipi di manutenzione vedremo le fasi di costo  
 Una volta scelto il tipo di manutenzione, è possibile trovare il tempo ottimale fra una manutenzione e l'altra cercando il pt di minimo della funzione di costo.

### MANUTENZIONE A GUASTO

Quando si guasta un componente, lo si ripara  
 → la manutenzione è scatenata dall'evento guasto  
 È la strategia di manutenzione + prezzo (MA) + utilizzata nel nostro paese.

Costo supple intervento manutentivo

$$C_0 = \underbrace{C_{\text{pezzi}} + C_{\text{manodopera}}}_{C_{\text{preziosi}}} + C_{\text{inefficiente}}$$

↑  
costo dell'indisponibilità

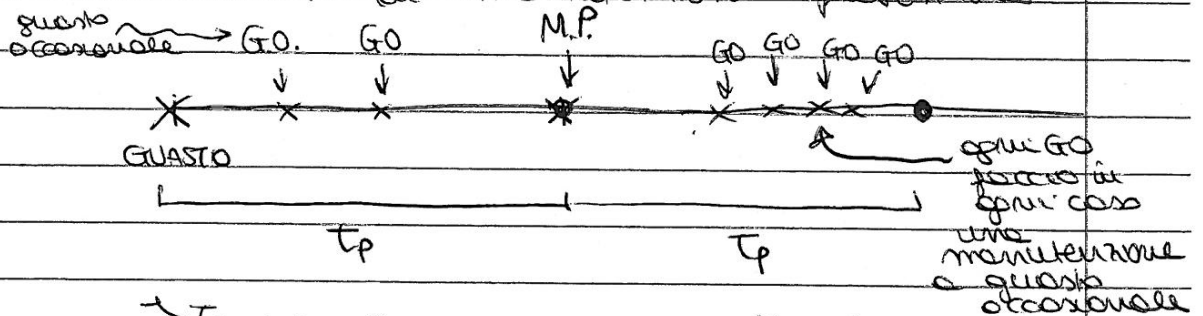
$$EC(t) = C_0 \cdot Q(t)$$

↑ costo atteso della strategia

↑ se componenti riparabili (costo unitario è  $C_0 \cdot R(t)$ )

↳ A DATA COSTANTE (TIPO II)

Effettuo manutenzione ogni periodo  $T_p$  definito e puoi prescindere dal no di guasti occasionali che occorre tra due eventi di manutenzione preventiva



→  $T_p$  non si raddoppia ogni volta che avviene un guasto non previsto, come invece accade per MP di Tipo 1

costo Tot strategia manutentiva:

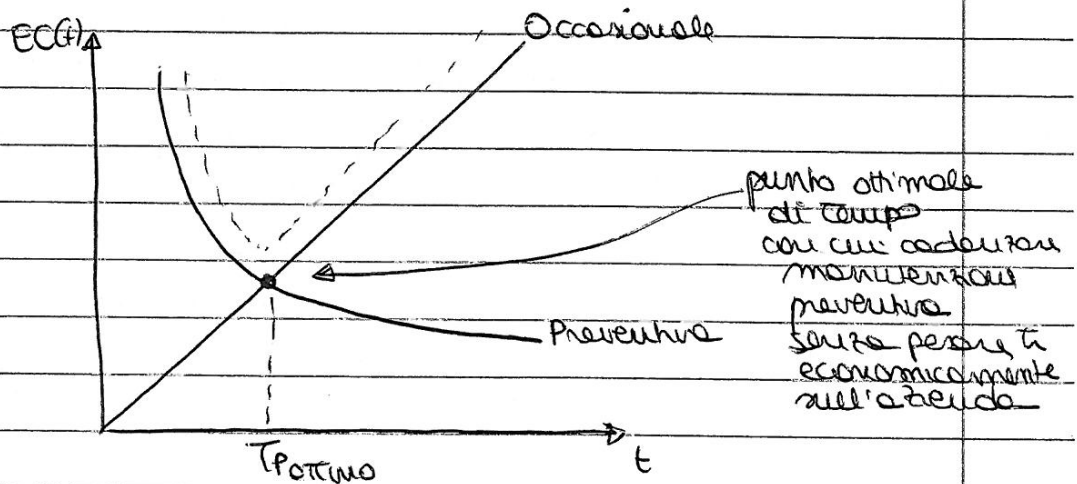
$$EC(T_p) = C_{prev} + C_o M(T_p)$$

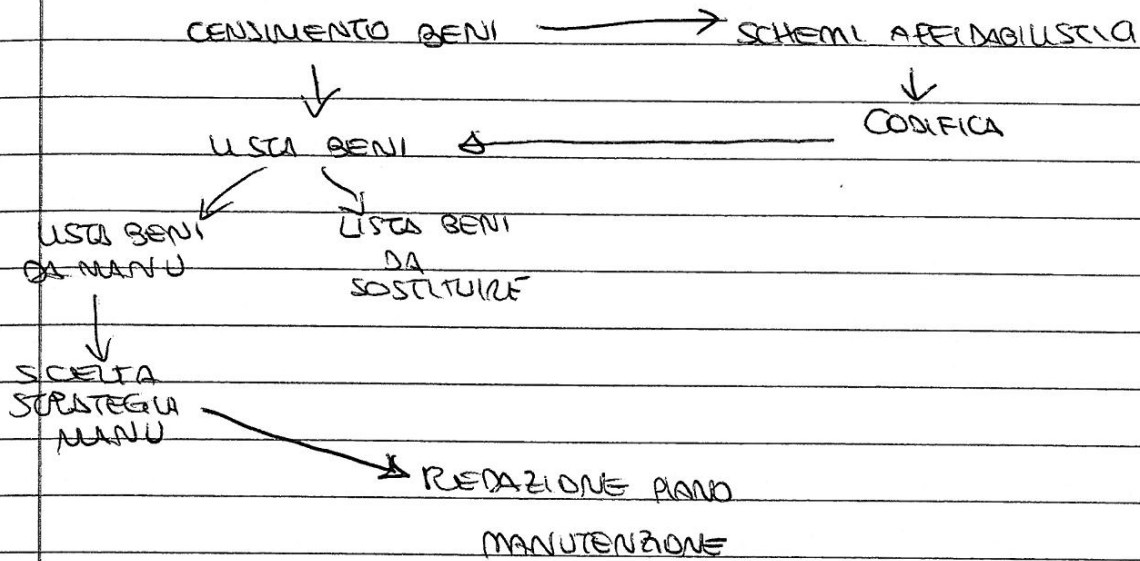
costo per unità di T

$$UEC(T_p) = \frac{EC(T_p)}{T_p}$$

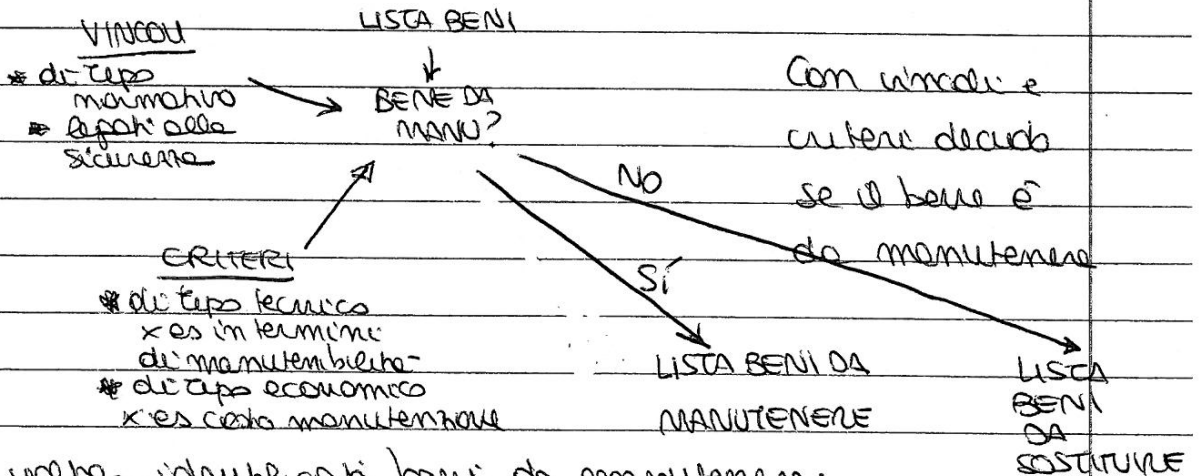
La manua preventiva può essere + costosa di quella occasionale. Xo' deve considerarsi ciò:

Una volta stabilite (da un analista) le funi del costo delle 2 manutentioni, è possibile confrontarle:





Come distinguo beni da mantenere da beni da sostituire? Come si articola la scelta della strategia di manutenzione?



Una volta identificati beni da mantenere:

↳ beni da mantenere si distinguono in BENI CRITICI e BENI NON CRITICI  
 non richiedono ulteriori FMECA e FTA  
 richiedono FMECA e FTA

Come decido se un bene è critico?

## TPM

TOTAL PRODUCTIVE MAINTENANCE comprende

- Integrazione totale di Tt e funzioni manutentive dell'azienda
- Tecniche x ottenere i push
- Tecniche di monitoraggio

È un marchio registrato che può portare un'azienda ad ottenere una certificazione della fine manutenzione.

Alcune fasi della TPM devono essere effettuate entro 3 anni (manutenzione specifica delle macchine legate al processo di produzione)

Poi dopo i 3 anni l'azienda ha un altro po' di tempo x estendere TPM ad altre attività (sicurezza, formazione, uffici etc).