

Dalla Qualità all’Affidabilità: pianificare il miglioramento

Antonella Lanati

“Ottimizzazione dei processi produttivi e di
collaudo nel settore dell’elettronica”

Convegno IMAPS - 17 Ottobre 2007



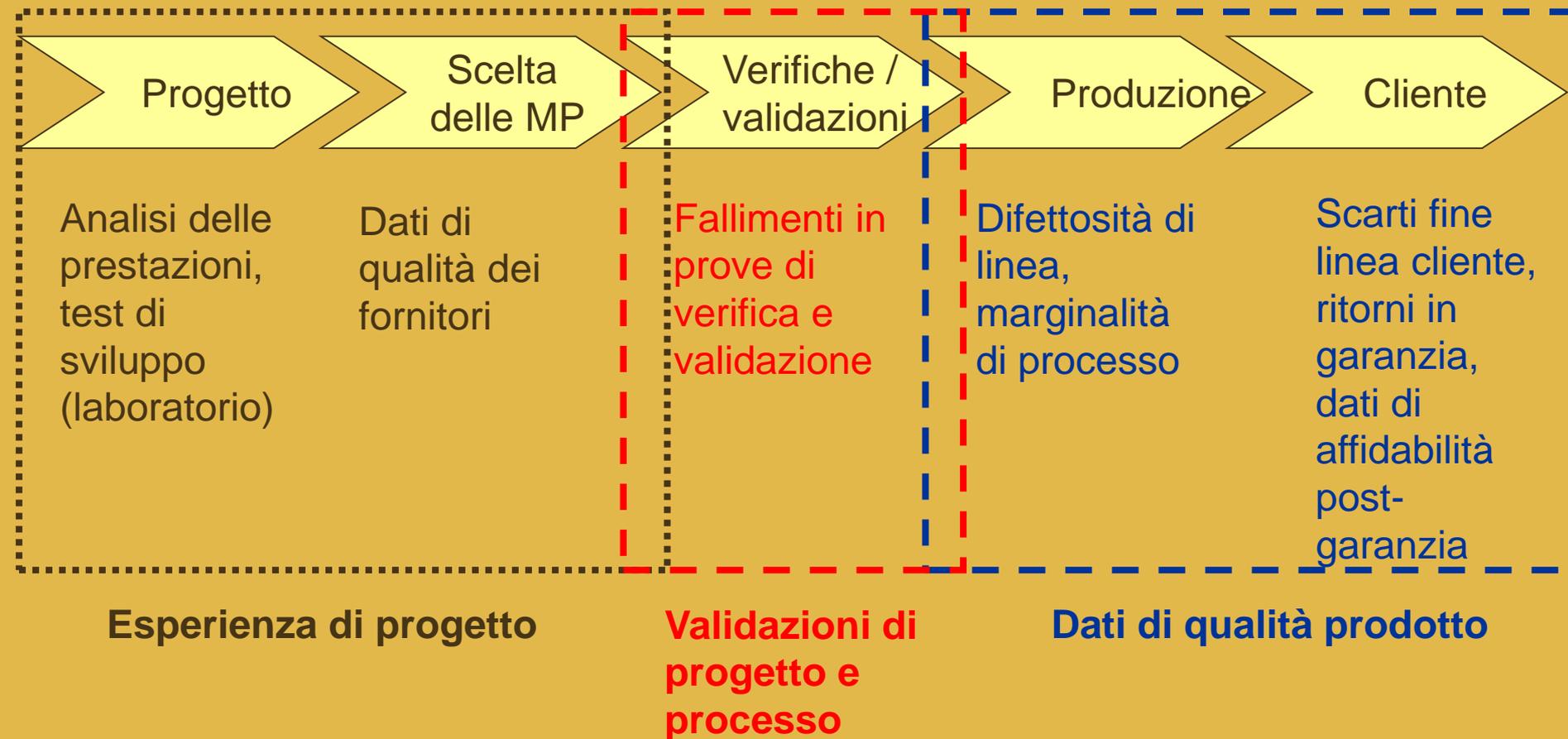
Introduzione

- Competitività del mercato / coscienza del consumatore
- Obiettivi ambiziosi, miglioramenti significativi
- Approccio strutturato e organizzato per raggiungere gli obiettivi

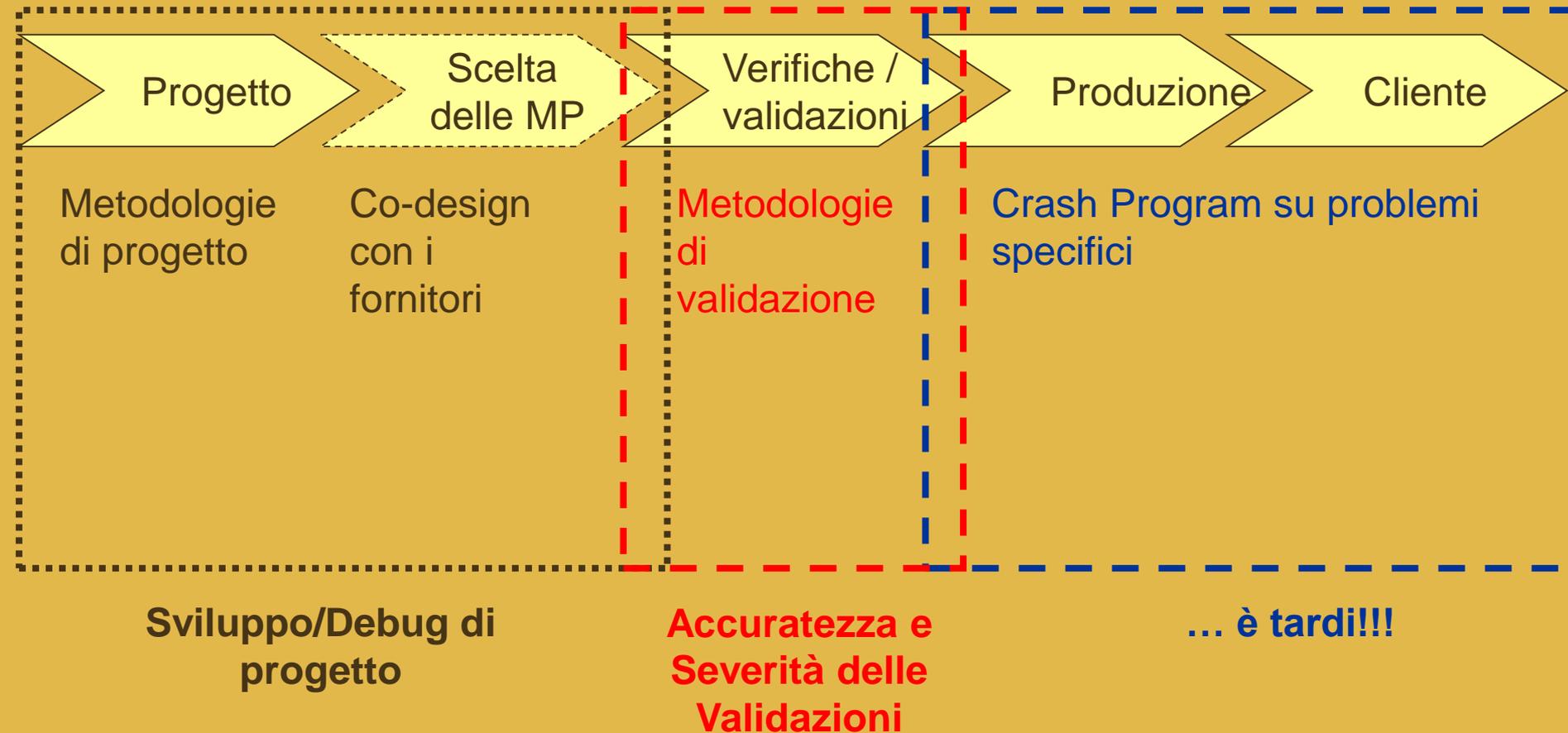
Introduzione

- Struttura analoga dei prodotti:
 - stessa applicazione,
 - stessi componenti,
 - stesso processo / tecnologia oppure
 - stesso ambiente di lavoro.
- Raccolta di informazioni/dati di qualità prodotto
- Definizione degli ambiti di intervento per migliorare l'affidabilità.

Le fonti di dati e informazioni



Gli ambiti di intervento



Migliorare l'affidabilità

Il miglioramento dell'affidabilità del prodotto in sviluppo si basa su:

- sviluppo e debug del progetto (FMEA^(*), verifiche, calcolo affidabilità previsionale)
- miglioramento delle tecniche di verifica e validazione (robust design, ricerca limiti, verifica dei margini, individuazione parametri di stress screening)
- capitalizzazione esperienza su prodotti / processi analoghi (non ripetere gli stessi errori)

(*) assumiamo che la FMEA sia correttamente realizzata, che ci siano gli adeguati legami con i risultati sul campo e con i piani di validazione

Migliorare l'affidabilità

Resta un margine di incertezza dovuto alla persistenza delle ragioni strutturali (*) che hanno causato i problemi noti e che potrebbero causarne altri analoghi non prevedibili (fonte principale di dati: gli insuccessi cliente dei prodotti *on going*).

Nella stesura di un piano, occorre tenere presenti le due anime: reattiva e – soprattutto! - preventiva

(*) Esempi di ragioni strutturali: carenze in un controllo di processo o in una procedura di validazione, debolezza organizzativa di un ruolo.

Come può essere strutturato un piano per il miglioramento dell'affidabilità?

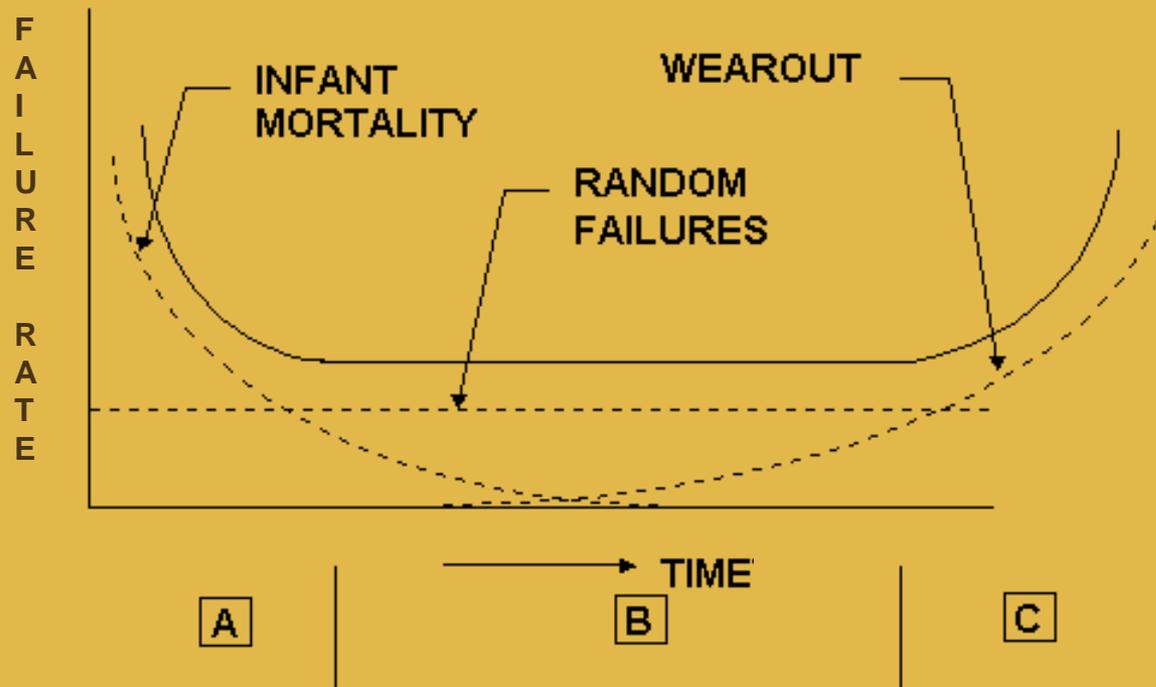
- Approccio tecnico
- Approccio gestionale



L'approccio tecnico



La Curva a Vasca da Bagno

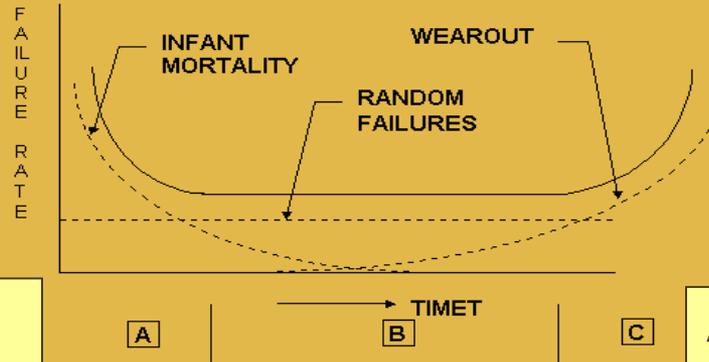


Early Life
Lancio Produttivo

Useful Life
Vita Utile

Wearout Life
Fine Vita

Tre aree di intervento



Area A : Mortalità Infantile

STRATEGIA:

Stabilizzare come guasti franchi i guasti latenti, intermittenti o incipienti, alla stazione di collaudo di fine linea (EOL – End-Of-Line).

STRUMENTI:

- ESS (Environmental Stress Screening)
- HASS (Highly Accelerated Stress Screening) - processo

Area B : Tasso di Guasto Costante

STRATEGIA:

Ridurre tipo e occorrenza dei guasti casuali

STRUMENTI:

- Lesson Learned su Progetto e Fornitori
- RET (Reliability Enhancement Testing)
- HALT (Highly Accelerated Life Testing) - progetto

Area C : Usura

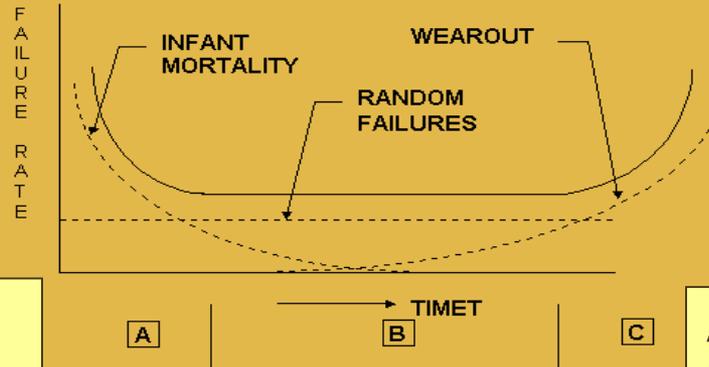
STRATEGIA:

Migliorare l'affidabilità del prodotto con la scelta di appropriate soluzioni di progetto, materiali e tecnologie di processo.

STRUMENTI:

- ALT (Accelerated Life Testing)
- RGT (Reliability Growth Testing)

Tre aree di intervento



Area A : Mortalità Infantile

STRATEGIA:

Stabilizzare come guasti franchi i guasti latenti, intermittenti o incipienti, alla stazione di collaudo di fine linea (EOL – End-Of-Line).

STRUMENTI:

- *ESS (Environmental Stress Screening)*
- *HASS (Highly Accelerated Stress Screening) - processo*

Area B : Tasso di Guasto Costante

STRATEGIA:

Ridurre tipo e occorrenza dei guasti casuali

STRUMENTI:

- *Lesson Learned su Progetto e Fornitori*
- *RET (Reliability Enhancement Testing)*
- *HALT (Highly Accelerated Life Testing) - progetto*

Area C : Usura

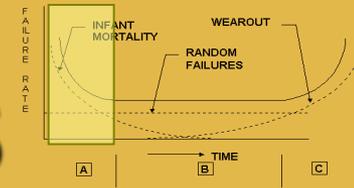
STRATEGIA:

Migliorare l'affidabilità del prodotto con la scelta di appropriate soluzioni di progetto, materiali e tecnologie di processo.

STRUMENTI:

- *ALT (Accelerated Life Testing)*
- *RGT (Reliability Growth Testing)*

Le Metodologie - ESS

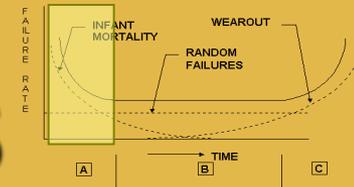


ESS (MIL-HDBK 338B):

“Environmental Stress Screening of a product is a process which involves the application of one or more specific types of environmental stresses for the purpose of precipitating to hard failure, latent, intermittent, or incipient defects or flaws which would otherwise cause product failure in the use environment. The stresses may be applied either in combination or in sequence on an accelerated basis but within product design capabilities.”

La metodologia è descritta nel MIL-HDBK-781, Task 401, "Environmental Stress Screening (ESS)"

Le Metodologie - ESS



- Lo scopo è far precipitare i difetti latenti (introdotti da processo produttivo/ forniture)
- È uno step di ispezione, non aggiunge valore al processo e deve essere rimosso appena rilevate le debolezze del processo produttivo e introdotte le necessarie modifiche di miglioramento.
- Non è una simulazione dell'ambiente di funzionamento del prodotto.
- ESEMPI di difetti intercettabili con ESS:

a) componenti:

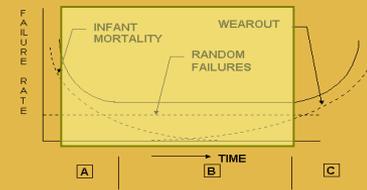
- Danni parziali per ESD o Electrical Overstress
- Danni parziali per movimentazione
- Difetti di materiale o di processo
- Danni inflitti durante la saldatura (surriscaldamento)

b) interconnessioni

- Saldature fredde
- Saldature inadeguate o eccessive
- Fili parzialmente spezzati
- Viti non serrate
- Crimpatura non corretta
- Trucioli conduttivi

NB: Il BURN-IN ("rodaggio") è un caso particolare di ESS.

Le Metodologie – HALT&HASS

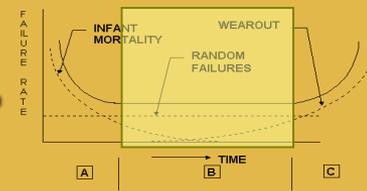


HALT / HASS (MIL-HDBK 338B)

“HALT is a development tool and HASS is a screening tool. They are frequently employed in conjunction with one another. They are new, and are in conflict with the classical approach to accelerated testing; thus, they are controversial. Their specific goal, however, is to improve the product design to a point where manufacturing variations and environment effects have minimal impact on performance and reliability. There is usually no quantitative life or reliability prediction associated with highly accelerated testing. “

I difetti ricavati dall' HALT/HASS vanno sempre confrontati con i reali difetti dal campo, per evitare overdesign e danneggiamenti per stimoli non correttamente progettati.

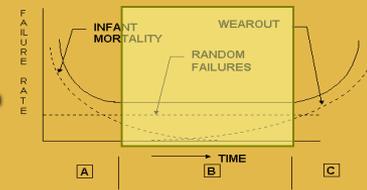
Le Metodologie – HALT



HALT (MIL-HDBK 338B):

“Highly accelerated testing is the systematic application of environmental stimuli at levels well beyond those anticipated during product use. Thus, the results need to be carefully interpreted. It is used to identify relevant faults and to assure that the resulting products have a sufficient margin of strength above that required to survive the normal operating environments. Highly accelerated testing attempts to greatly reduce the time needed to precipitate these defects. The approach may be used either for development testing or for screening.”

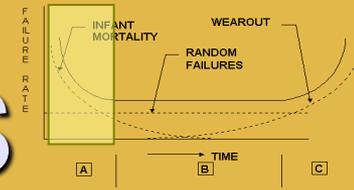
Le Metodologie – HALT



- Rientra nella categoria Highly Accelerated Test ed è considerato un “defect finder”, strumento dello sviluppo di un progetto, da applicare sin dalle fasi iniziali.
- Lo scopo dell’ HALT è:
 - identificare le debolezze di progetto, i difetti latenti riscontrabili sul campo
 - incrementare i margini di robustezza del progetto rispetto alle normali condizioni operative
 - incrementare i margini operativi del prodotto per rendere il prodotto indipendente dalle variazioni di processo, componenti o applicazione
 - conoscere gli Operational Limit e Destruction Limit del prodotto

È controverso il significato delle prove HALT per la previsione dell’affidabilità e la simulazione dell’intera vita del prodotto.

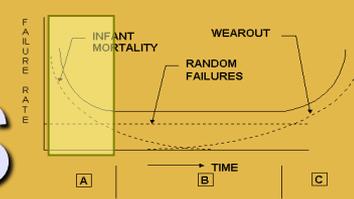
Le Metodologie – HASS



HASS (MIL-HDBK 338B):

“HASS (Highly Accelerated Stress Screening) is a form of accelerated environmental stress screening. It presents the most intense environment of any seen by the product, but it is typically of a very limited duration. HASS is designed to go to “the fundamental limits of the technology”. This is defined as the stress level at which a small increase in stress causes a large increase in the number of failures. (...) HASS is a time compressed environmental stress screen applied at the earliest functional level of assembly.”

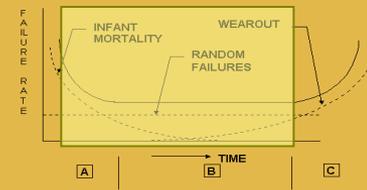
Le Metodologie – HASS



- HASS è un test di processo e deve essere preceduto da una fase di HALT durante il progetto, che definisca i limiti del prodotto.
- Lo scopo dell' HASS è:
 - arrivare ai “limiti fondamentali della tecnologia” (un livello di stress tale che un piccolo aumento di stress causi un grande aumento del numero dei difetti).
 - far precipitare i difetti latenti del prodotto che altrimenti si manifesterebbero sul campo, senza danneggiare o indebolire il prodotto
- Altri autori considerano HASS uno strumento per filtrare i problemi di mortalità infantile introdotti dalle forniture / processo^(*) senza ridurre la vita utile del prodotto.

(*) i difetti di progetto si assumono affrontati con metodologie di debug e con l'applicazione di HALT.

Le Metodologie – Lesson Learned



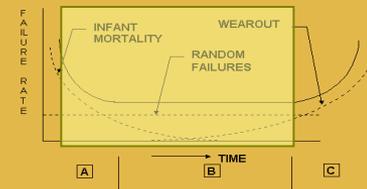
Lesson Learned (NASA, 1997)

“A system to collect experience (lessons) that relate to problems that were experienced, how they were corrected and how they can be avoided in the future.

(...)

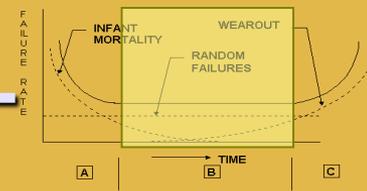
A Lesson Learned is knowledge or understanding gained by experience. The experience may be positive, as in a successful test or mission, or negative, as in a mishap or failure. Successes are also considered sources of Lessons Learned. A Lesson must be significant in that it has a real or assumed impact on operations; valid in that it is factually and technically correct; and applicable in that it identifies a specific design, process, or decision that reduces or eliminates the potential for failures and mishaps, or reinforces a positive result.”

Le Metodologie – Lesson Learned



- Viene registrato ogni evento significativo della vita del prodotto, in termini di azione per ottenere un risultato positivo o evitarne uno negativo.
- Deve avere impatto reale su uno specifico progetto, processo o funzione e deve ridurre le opportunità di errore.
- I dati devono essere facilmente accessibili e facilmente comprensibili.
- Fornisce input per gli sviluppi futuri e quindi in particolare per l'applicazione di metodologie come FMEA, affidabilità previsionale, robust design.

Le Metodologie - RET



RET – Reliability Enhancement Testing

Si applicano gli stress previsti dal capitolato operativo e ambientale (singolarmente, sequenzialmente o simultaneamente) a livello di intensità crescente fino a che:

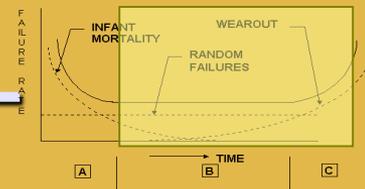
1. tutti i campioni si danneggiano
2. si raggiungono livelli di sollecitazioni ben oltre i limiti operativi e ambientali del prodotto
3. si evidenziano fallimenti irrilevanti

Lo scopo:

- Determinare i limiti distruttivi del prodotto
- Determinare la robustezza del progetto

È fortemente consigliata la metodologia Test, Analyze And Fix (TAAF).

Le Metodologie - RGT

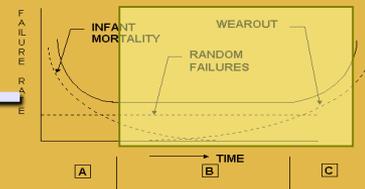


RGT (MIL-HDBK 338B):

“Reliability growth testing is the formal process of testing an equipment under natural and induced environmental conditions to discover and identify latent failure modes and mechanisms whose recurrence can be prevented through implementation of corrective action, thus causing the growth of equipment reliability. These tests are conducted during the development phase on samples which have completed environmental tests prior to production commitment and do not replace other tests described in the contract or equipment specification.”

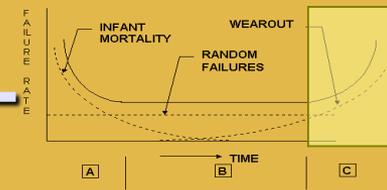
La metodologia è descritta nel MIL-HDBK-781 e trattata nel MIL-HDBK-189 Reliability Growth Management.

Le Metodologie - RGT



- Si usa quando il rischio per la tecnologia è critico per il successo del progetto. Può comprendere test costosi comparati a tecniche analitiche alternative.
- Il valore di partenza per l'affidabilità (es. MTBF, difettosità annua in garanzia) è stimato essere tra il 10 e il 30% del valore finale (target).
- Prevede
 - un piano dettagliato di TAAF (Test Analyse And Fix) per ogni difetto riscontrato durante sviluppo e test.
 - un metodo di valutazione progressiva (assessment) dell'avvicinamento all'obiettivo.
- La durata dei test e del piano di RGT dipendono dal miglioramento di affidabilità richiesto.

Le Metodologie - ALT



ALT – Accelerated Life Testing (MIL-HDBK-388B)

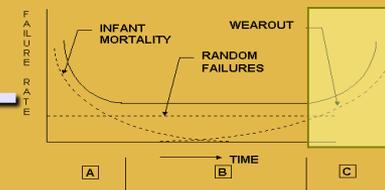
“Accelerated life testing requires the use of a model relating the reliability (or life) measured under high stress conditions to that which is expected under normal operation. These tests require:

(a) an understanding of the anticipated failure mechanism(s)

(b) a knowledge of the magnitude of the acceleration of this failure mechanism, as a function of the accelerating stress.

In most cases appropriate acceleration factors can be obtained from a study of the literature, but in some cases new models may have to be developed. This will probably involve a significant investment of time and money.”

Le Metodologie - ALT

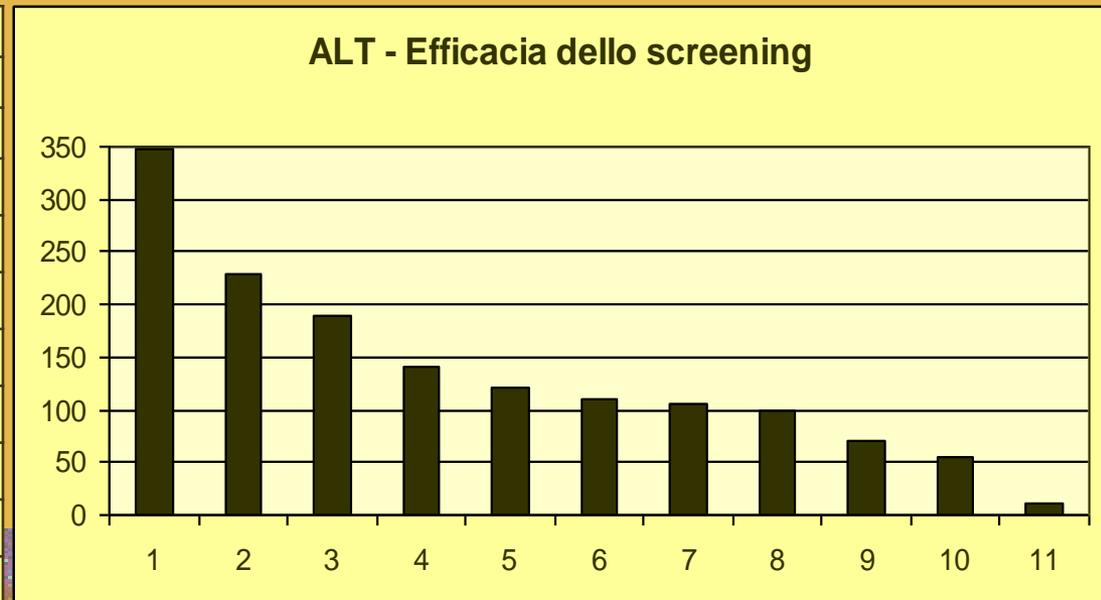


Devono essere noti i potenziali meccanismi di guasto con i relativi modelli di accelerazione e le caratteristiche ambientali del prodotto.

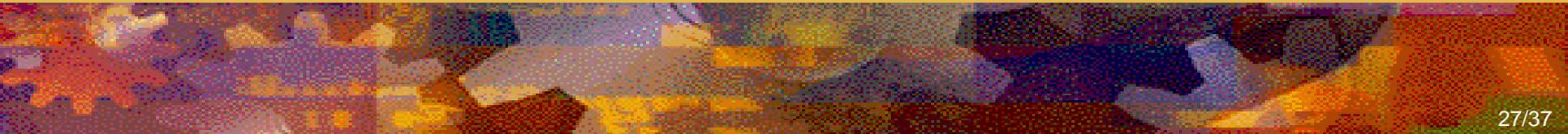
I vantaggi di ALT sono la possibilità di :

1. stimare la vita utile del prodotto.
2. Identificare, migliorare e controllare i componenti, materiali e processi critici per rendere maturo e robusto il prodotto.

1	Cicli di temperatura
2	Vibrazioni random
3	Alta temperatura
4	Stress elettrici
5	Shock termici
6	Vibrazioni sinusoidali – frequenza fissa
7	Bassa temperatura
8	Vibrazioni sinusoidali – sweep frequenza
9	Shock meccanici
10	Umidità
11	Altitudine



L'approccio gestionale

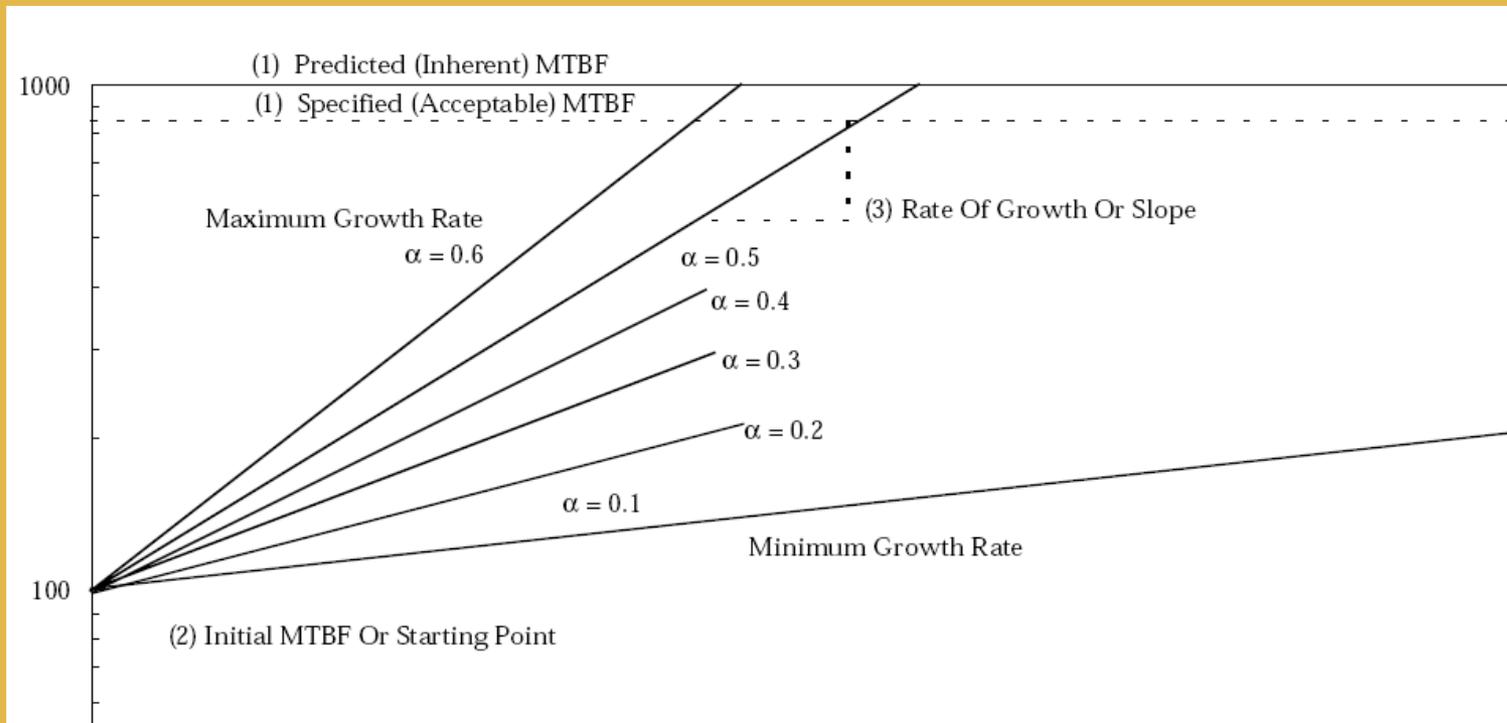


Il Management

Un piano di Reliability Growth ha come prima necessità il coinvolgimento del management per mantenere:

- la motivazione all'obiettivo
- l'avanzamento del programma
- la disponibilità di risorse umane e tecniche
- la disponibilità di risorse economiche.

Reliability Growth Management



È basato sul modello di Duane, che considera il miglioramento dell'MTBF durante la fase di progetto proporzionale a $T =$ tempo operativo cumulato. Il tasso di miglioramento α (rapidità con cui i difetti vengono scoperti e definitivamente eliminati con opportune modifiche) è proporzionale all'enfasi data al programma di Reliability Growth.

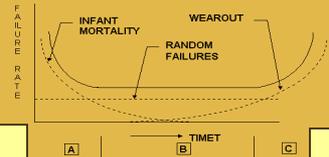
Come deve essere gestito il piano?

- Deve essere organizzato per aree omogenee, con sponsor (eventualmente), team leader e responsabili delle azioni.
- Devono essere controllati periodicamente (idealmente 3 mesi) dalla Direzione:
 - la tabella degli indicatori
 - lo stato di avanzamento
- Le previsioni, le strategie e le risorse dedicate possono essere eventualmente rivisti dalla Direzione, in funzione dei risultati raggiunti.

Come può essere strutturato il piano?

- Una scheda per area di intervento
- Definizione di strategia, risorse, strumenti, indicatori
- Gruppi di lavoro che comprendono i ruoli chiave (progetto, qualità, collaudo, produzione)
- Lista di azioni con responsabili e date
- Definizione degli obiettivi di affidabilità e periodica revisione dell'avvicinamento.

Come può essere strutturato il piano?



**Area A :
Mortalità Infantile**
STRATEGIA :
Stabilizzare come guasti franchi i guasti latenti, intermittenti o incipienti, alla stazione di collaudo di fine linea ((EOL – End-Of-Line).
STRUMENTI:

- ESS (Environmental Stress Screening)
- HASS (Highly Accelerated Stress Screening) - processo

**Area B :
Tasso di Guasto Costante**
STRATEGIA :
Ridurre tipo e occorrenza dei guasti casuali
STRUMENTI:

- Lesson Learned su Progetto e Fornitori
- RET (Reliability Enhancement Testing)
- HALT (Highly Accelerated Life Testing) - progetto

**Area C :
Usura**
STRATEGIA :
Migliorare l'affidabilità del prodotto con la scelta di appropriate soluzioni di progetto, materiali e tecnologie di processo.
STRUMENTI:

- ALT (Accelerated Life Testing)
- RGT (Reliability Growth Testing)



**Area A
Mortalità Infantile**

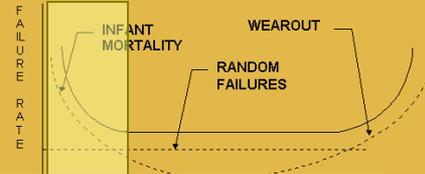
- Strategia
- Strumenti
- Team Leader
- Azioni/Resp./date
- Indicatori

**Area B
Tasso di Guasto Costante**

- Strategia
- Strumenti
- Team Leader
- Azioni/Resp./date
- Indicatori

**Area C
Usura**

- Strategia
- Strumenti
- Team Leader
- Azioni/Resp./date
- Indicatori



STRATEGIA:

- *Stabilizzare come guasti franchi i guasti latenti, intermittenti o incipienti, alla stazione di collaudo di fine linea (EOL).*

STRUMENTI:

- *ESS (Environmental Stress Screening)*
- *HASS (Highly Accelerated Stress Screening)*

RISORSE:

- *Progetto:*
- *Collaudo:*
- *Qualità:*

INDICATORI

- *Processo: indicatori di avanzamento.*
- *Prodotto: monitoraggio mortalità infantile sui nuovi prodotti.*

AZIONI:

-1 Diffondere dati sui problemi di resa e di processo, informazioni sulle azioni in corso

-2 EOL VIBRATION TESTING:

- A) individuare un *case study* per la verifica dell'efficacia del collaudo in vibrazioni di Fine Linea e l'ottimizzazione della configurazione di test: RESP/DATA
- B) Analisi concorrenza : RESP/DATA
- C) Studio nuove soluzioni (es. test shock termici/meccanici non alimentati) : RESP/DATA

-3 BURN IN: Verifica dell'efficacia e ottimizzazione della configurazione di test

- A) Quadro dell'uso e dei risultati del Burn in + proposte di azioni : RESP/DATA
- B) Analisi dati e piano miglioramento efficacia : RESP/DATA

Un esempio di controllo dell'avanzamento

PIANO MIGLIORAMENTO AFFIDABILITA' NUOVI PRODOTTI

AREA

data di emissione		data di aggiornamento		SPONSOR		TEAM LEADER	
STRATEGIA			RISORSE				
STRUMENTI			INDICATORI				

Avanzamento		Versione n.....																				
Rif.	AZIONE	RESPONS.	DATA	STATO	Note	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	
						08																09
1																						
2																						
3																						
4																						
5																						
6																						
7																						
8																						

Valutare gli obiettivi di affidabilità

- Individuare alcuni prodotti di riferimento per
 - Mercato
 - Struttura
 - Tecnologia / Processo
- Raccoglierne i dati di affidabilità e di qualità interna
- Determinare la ripartizione della difettosità tra cause dirette e cause strutturali^(*)
- Calcolare l'efficacia delle azioni intraprese su un intervallo di tempo stabilito (es. 1,5 anni)
- Calcolare l'indice di affidabilità conseguente.

(*) Cause dirette: indirizzate da azioni reattive
Cause strutturali: indirizzate da azioni preventive

Un esempio

IMPACT of LESSON LEARNED ON FUTURE PRODUCTS (average forecast based on present production)

Application	Technology	Present Rel. Index (gross, 12 m.)	Causes of main issues		Splitting on Rel. Index		Efficacy of actions (%)		Forecasted Rel. Index
			Influence of direct causes	influence of structural causes	main defects	influence of structural causes	reactive actions	preventive actions (lesson learned) on 1,5 years	
APPL-1	Techn-1	4,07	65%	0,35	2,6	1,4	100%	96,0%	0,06
APPL-2	Techn-1	1,6	65%	0,35	1,0	0,6	100%	96,0%	0,02
APPL-3	Techn-1	17,5	65%	0,35	11,4	6,1	100%	96,0%	0,25
APPL-4	Techn-2	17,5	50%	0,50	8,8	8,8	100%	96,0%	0,35
APPL-5	Techn-1	22,7	65%	0,35	14,8	7,9	100%	96,0%	0,32
AVERAGE		12,7	62%	38%	7,7	5,0			0,23

Derived from analysis of hystorical data, technology dependent

Derived from Studies about Reliability and Safety in Nuclear Engineering

Conclusione

- Esistono diversi strumenti per il miglioramento dell'affidabilità, da scegliere in funzione degli obiettivi e del tipo di prodotto
- L'approccio deve essere strutturato per garantire efficacia
- Senza un impegno costante del management è difficile pianificare un miglioramento, impossibile ottenere risultati.

Riferimenti e Bibliografia

- TM 5-698-1, Reliability/Availability of Electrical & Mechanical Systems for Command, Control, Communications, Computer, Intelligence, Surveillance, and Reconnaissance (C4ISR) Facilities, 19 January 2007 (Department of the Army).
- *MIL-HDBK-388B - Electronic Reliability Design Handbook*
- *MIL-HDBK-781 - Reliability TEST methods, plans, and environments for engineering development, qualification, and production .*
- *MIL-HDBK-217 - Reliability prediction of electronic equipment*
- *Learning curve approach to reliability monitoring – J. T. Duane, IEEE Trans. Aerospace*
- *Managing for Quality in the Electronics Industry - S. Kelly, Motorola Computer Group*
- *Reliability Engineering. Theory and Practice – A. Birolini*
- *"Accelerated testing for product reliability assurance" – L. W. Condra*