

POLITECNICO DI TORINO

DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA GESTIONALE
CORSO DI LAUREA MAGISTRALE IN INGEGNERIA GESTIONALE
a.a. 2020/2021



TESI DI LAUREA MAGISTRALE

La Gestione della Configurazione in ambito aerospaziale:
Studio sui principi generali di Configuration Management attuati nei
processi di gestione dei prodotti

Relatore: Prof. Franco Lombardi

Candidato: Francesco Milani

Luglio 2021

ABSTRACT

In questo lavoro di tesi sarà presentata la disciplina di “Configuration Management”, declinata nei suoi sottoprocessi e nelle relative metodologie, descrivendone le relazioni con le altre funzioni aziendali ed evidenziando l’impatto positivo che essa può portare da un punto di vista gestionale.

La Gestione della Configurazione è un processo che nasce e trova massima applicazione in settori ad elevato tasso tecnologico come quello aerospaziale, dove la mole di informazioni da gestire a garanzia del prodotto richiede una gestione puntuale ed un’accurata tracciabilità.

L’elaborato nasce, infatti, in collaborazione con Leonardo S.p.A, azienda ai vertici del settore Aerospazio & Difesa in Italia; nella seconda parte della tesi saranno approfondite dinamiche interne all’azienda che coinvolgono aspetti di Configuration Management integrati ad una più complessa rete di attività e funzioni ben note al mondo industriale e accademico (Quality Management, Manufacturing, Project Management) con l’obbiettivo di individuare eventuali discontinuità e portando una prospettiva esterna di stampo gestionale.

Sarà evidenziato, inoltre, come il Configuration Management si stia evolvendo parallelamente alla gestione dei processi, allo sviluppo tecnologico, alla digitalizzazione e ai cambiamenti del mercato e come questi fattori portino a possibili prospettive che smarchino questa disciplina dai contesti in cui ormai è radicata, come quello A&D, normalizzandosi in tutto il mondo industriale.

SOMMARIO

ABSTRACT	1
CAPITOLO 1- INTRODUZIONE	4
1.1 I PRINCIPI.....	4
1.2 AMBITO E ATTUAZIONE.....	5
1.3 PROCESSO E PRODOTTO IN EVOLUZIONE.....	8
CAPITOLO 2- I SOTTOPROCESSI	11
2.1 CONFIGURATION PLANNING	11
2.1.1 <i>CMP</i>	12
2.2 CONFIGURATION IDENTIFICATION	14
2.2.1 <i>Configuration item</i>	14
2.2.2 <i>Codifica</i>	16
2.2.3 <i>Baseline di Cofigurazine</i>	17
2.3 CONFIGURATION CONTROL.....	22
2.3.1 <i>V-MODEL</i>	23
2.3.2 <i>Change Management</i>	27
2.4 CONFIGURATION STATUS ACCOUNTING.....	36
2.4.1 <i>Configuration Management Database e Data Management</i>	39
2.4.2 <i>Metriche e KPI</i>	41
2.5 CONFIGURATION VERIFICATION AND AUDIT	43
2.5.1 <i>Verifiche</i>	44
2.5.2 <i>Audit</i>	45
2.5.3 <i>FCA</i>	46
2.5.4 <i>PCA</i>	46
CAPITOLO 3-LA GESTIONE DELLA CONFIGURAZIONE NELLA REALTA' AZIENDALE	48
3.1 OUTPUT E BENEFICI DEL PROCESSO	48
3.2 VERSO L'INTEGRAZIONE DEI SISTEMI.....	50
3.3 RESPONSABILITÀ E FIGURE PROFESSIONALI.....	52
3.3.1 <i>Configuration Manager</i>	53
3.4 APPLICATIVI PLM.....	54
3.4.1 <i>Funzionalità</i>	55
3.4.2 <i>Benefici</i>	57
CAPITOLO 4-LEONARDO ELECTRONICS: DISCONTINUITA' DI PROCESSO NEL SETTORE AEROSPAZIALE	59

4.1 SETTORE AEROSPAZIALE	60
4.2 LA CONFIGURAZIONE NEL SETTORE AEROSPAZIALE.....	62
4.3 LEONARDO S.P.A.....	64
4.3.1 <i>Leonardo electronics</i>	66
4.4 CONFIGURAZIONE E NORMA ISO 9100	67
4.5 FORNITORI.....	68
4.5.1 <i>Processo di qualifica</i>	69
4.5.2 <i>Gestione del Rischio</i>	71
4.5.3 <i>Ingaggio Fornitori</i>	72
4.6 NON CONFORMITÀ.....	80
4.7 IL CASO DEI CONDENSATORI SMD.....	87
CAPITOLO 5-CONCLUSIONI E PROSPETTIVE FUTURE.....	91
5.1 I “GEMELLI DIGITALI”	94
5.2 CM OVVERO “LA BUONA DISCIPLINA”	97
GLOSSARIO	98
BIBLIOGRAFIA.....	102
SITOGRAFIA.....	103

CAPITOLO 1- INTRODUZIONE

1.1 I Principi

Il principio che porta allo sviluppo della disciplina di Configuration Management (CM), nell'ambito della gestione complessiva di un prodotto/sistema/servizio definito (da qui in avanti indicato con il termine "Prodotto"), nasce principalmente dalla necessità di garantire che ogni cambiamento, ogni modifica attuata nel corso dell'intero ciclo di vita sia gestita in modo sistematico per mantenere integrità e congruenza con i **requisiti**, o le prestazioni attese, nel tempo di esercizio previsto.

Per implementare tale principio occorre adottare politiche, procedure, istruzioni tecniche e strumenti, specifici della disciplina, che consentono di pianificare, identificare, valutare e tracciare ciascuna modifica, mantenendo una "registrazione" del Prodotto e delle informazioni che lo definiscono, come documenti e dati di supporto, man mano che esso cambia. Ciascuna "registrazione" è definita come "Baseline di configurazione del Prodotto" ed è la base per gestire in modo controllato ogni sua evoluzione.

Il processo di Gestione della Configurazione (da qui in avanti identificato con il termine "Processo") è ampiamente utilizzato in ambito militare e aerospaziale, dove è regolamentato e certificato, poiché permette di gestire l'evoluzione anche di sistemi complessi, come sistemi avionici, veicoli militari e sistemi spaziali. Al di fuori di questi settori, storicamente caratterizzati da una intrinseca complessità tecnologica che necessita che venga attuata una puntuale tracciabilità della documentazione prodotta, il processo di configurazione è largamente utilizzato per la gestione di prodotti e servizi Software (SW) ed in alcuni specifici casi nell'ambito dell'ingegneria civile ed industriale.

1.2 Ambito e attuazione

Il Configuration Management idealmente si applica a tutto il ciclo di vita del Prodotto, a partire principalmente dalla fase di progettazione, che porta alla definizione di ciascuna configurazione di “**as-design**” necessaria a verificare l’attuazione dei requisiti tecnici nella documentazione richiesta in accordo ai termini contrattuali.

Le responsabilità della corretta attuazione del Processo sul Prodotto devono essere inoltre attribuite puntualmente ai ruoli/funzioni coinvolti in relazione alla fase del ciclo di vita che si sta considerando (figura 1).

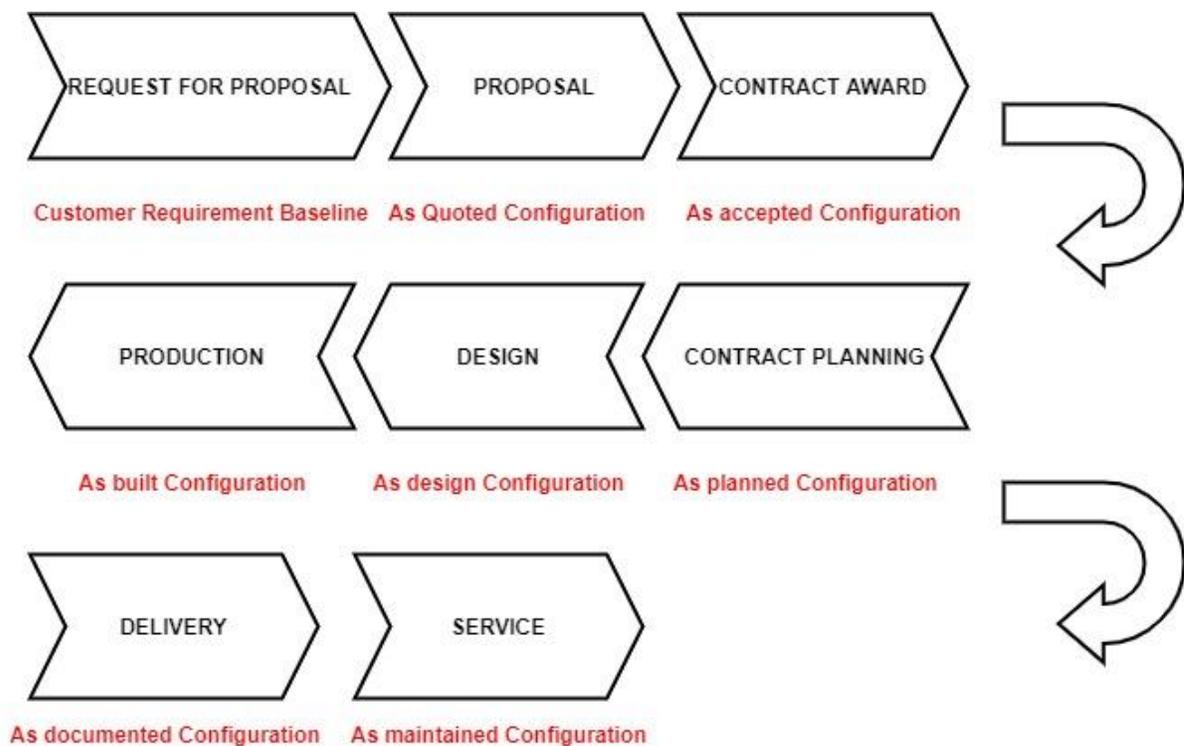


Figura 1: Configurazione lungo il lifecycle

Ad esempio, un'organizzazione con la responsabilità di progettare un prodotto eseguirà le procedure di gestione della configurazione durante le fasi di definizione e validazione (**design review**, **PDBL**), mentre altre funzioni responsabili ad esempio della manutenzione

del prodotto fisico ne garantiranno la congruenza con la sua configurazione di riferimento aggiornando i relativi dati durante le fasi operative (BCI).

Risulta chiaro quindi come diventi un tema strategico strutturare un'architettura delle responsabilità e delle modalità di definizione, trasmissione e aggiornamento di ciascuna configurazione e della documentazione che le definisce.

Ma nello specifico, come si attua un processo CM?

Il Configuration Management si suddivide in cinque sotto-processi tra loro correlati che, se applicati opportunamente, mantengono la coerenza tra le informazioni di ciascuna Configurazione con il Prodotto che definiscono durante la concezione, lo sviluppo, la produzione, la consegna e il supporto.

I sotto-processi, illustrati in figura 2, sono:

1. Configuration Planning
2. Configuration Identification
3. Configuration control
4. Configuration Status Accounting
5. Configuration Verification&Audit

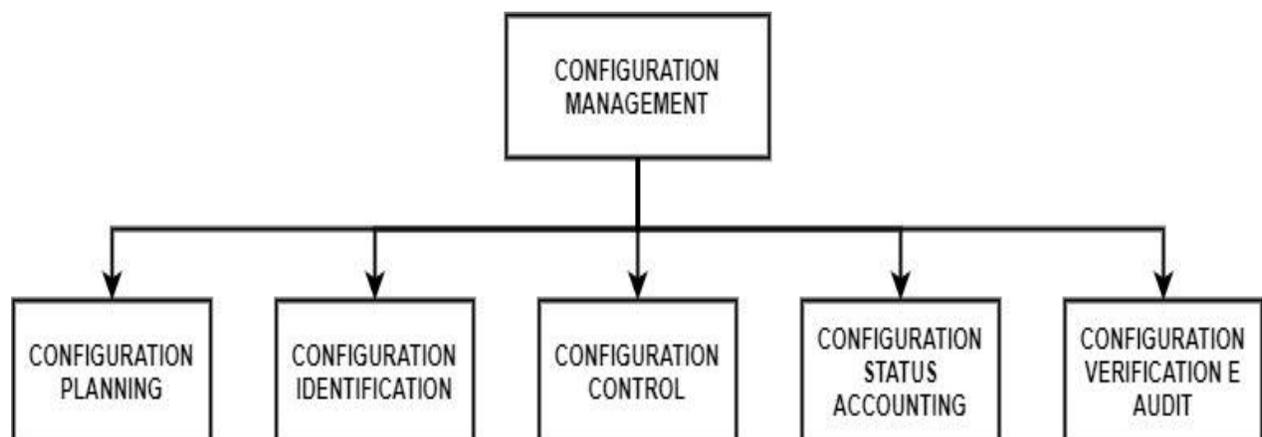


Figura 2: I sottoprocessi CM

Per una massima resa del Processo queste cinque attività devono operare in sinergia, con continuità e con il supporto di un'adeguata infrastruttura in termini di tools e personale specializzato (Configuration Manager).

In una breve panoramica dei flussi delle attività rappresentati in figura 3, vediamo come la prima fase di pianificazione restituisca dei piani e delle procedure valide all'attuazione del processo. Le informazioni che determinano il Prodotto e la relativa documentazione sono poi puntualmente identificate e si arricchiscono con la sua maturazione. La coerenza delle informazioni viene mantenuta e tracciata con le Baseline dalle quali prende vita il processo di gestione delle modifiche, che ne valuta l'impatto e verifica che il prodotto risultante e tutti i dati che lo definiscono siano sempre allineati e aggiornati. Un sistema CSA (Configuration Status Accounting) consente di avere visibilità in ogni momento sullo stato del Prodotto e il sottoprocesso di Verification&Audit si innesta a matrice svolgendo un ruolo di controllo sia sui prodotti che sulla corretta attuazione del processo.

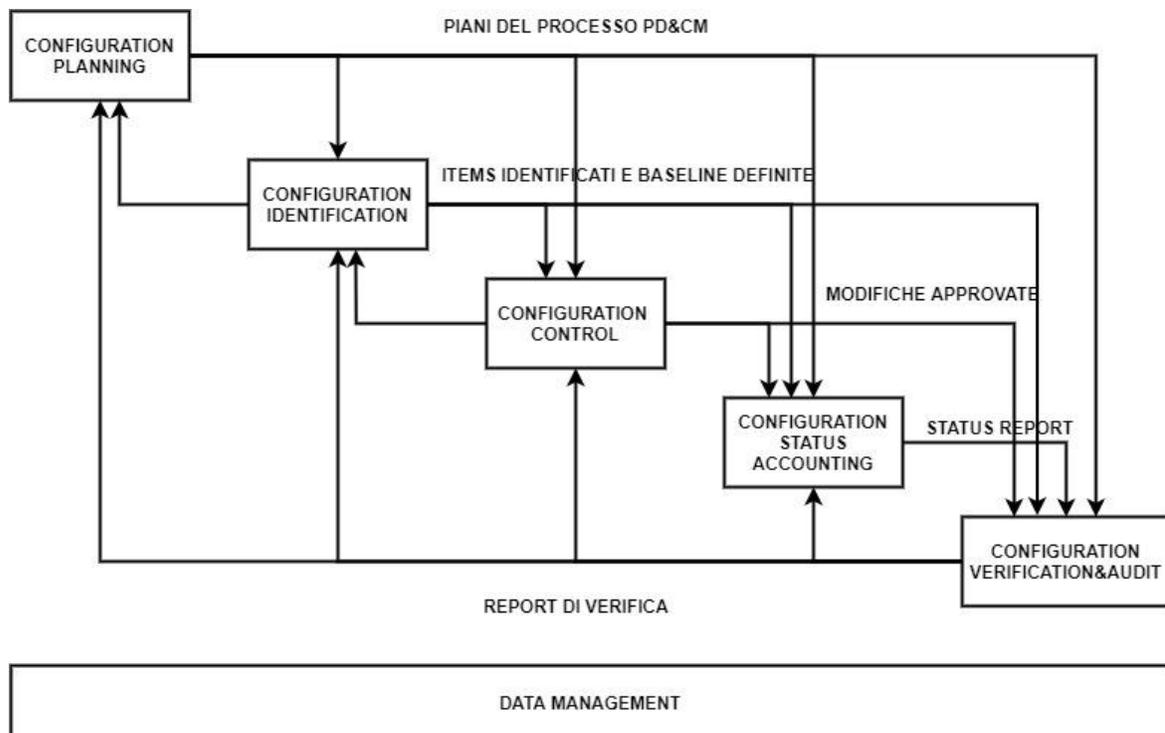


Figura 3: Interazione tra sotto-processi

1.3 Processo e Prodotto in evoluzione

Il Configuration Management ha origine negli anni 50 all'interno del Dipartimento della Difesa degli Stati Uniti (MoD USA) come attività di gestione "Hardware" e della documentazione associata, diventando in pochi anni una disciplina tecnica ed una pratica standard in quasi tutti i settori militari che si trovavano ad affrontare una schiacciante densità di informazioni sensibili sui prodotti.

I concetti della disciplina si sono poi col tempo arricchiti e aggiornati fino a coinvolgere cross-funzionalmente altre discipline aziendali quali l'ingegneria dei sistemi (SE), la logistica integrata di supporto (ILS), il Program/Project Management (PM), il Quality Management (QM) e la Produzione (figura 4), rivisitando il tradizionale approccio olistico alla gestione tecnica e facendo diventare il Processo unicomprendivo dell'intera filiera.

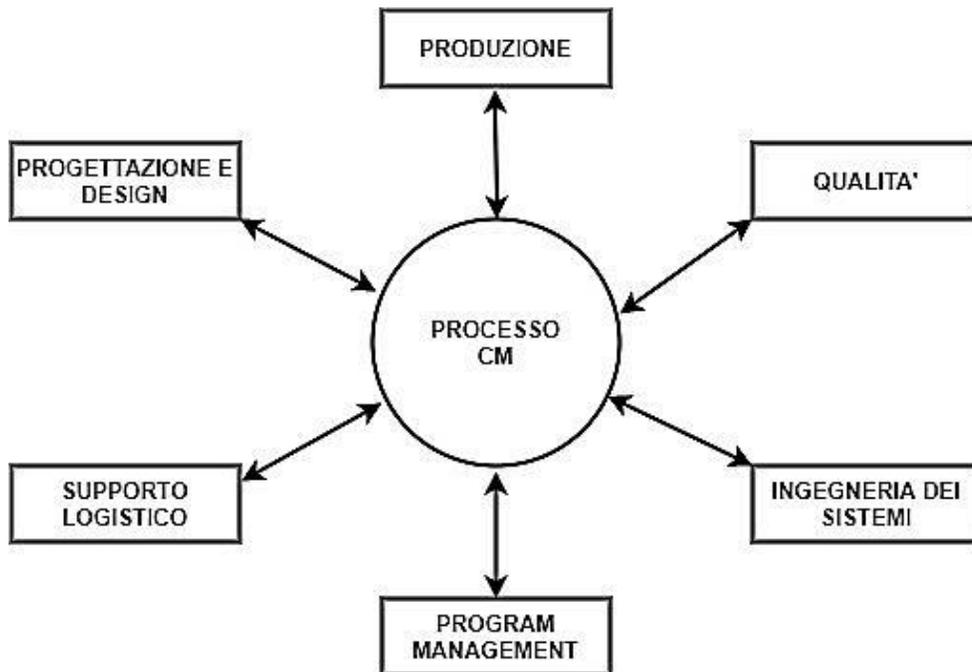


Figura 4: Interazioni tra il processo CM e altre funzioni aziendali

Per comprendere quest'evoluzione deve essere chiaro come sia cambiato (e stia cambiando) il mondo industriale e quali siano le logiche attualmente in gioco: uno di questi fattori è sicuramente l'approccio gestionale orientato ai "programmi" e ai "progetti" (Project Management).

A livello operativo, in tali contesti, le operazioni di standardizzazione, la condivisione delle conoscenze e le modalità di collaborazione interdipartimentale sono fattori ormai altamente correlati al successo di una soluzione progettuale e in un piano strategico, livellare una "mission" e una "vision" chiare per l'attuazione di un processo, comunicare con tutti gli stakeholder e coinvolgere con obiettivi specifici ogni dipartimento, sono fattori di grande importanza e legati al livello di successo di tale soluzione.

Inoltre, uno strato profondo di interdipendenze digitali è stato aggiunto alle complessità che già esistevano nel mondo fisico ed è per questo che nel ventunesimo secolo la disciplina si è evoluta esponenzialmente in ambito Software, dove è maggiore la necessità di gestione dell'evoluzione controllata della correzione di "buchi" e dell'agglutinamento delle versioni e delle configurazioni in funzione del dispositivo che utilizza l'applicativo.

Nella sua accezione originale è rimasta una disciplina legata principalmente al mondo aerospaziale e militare, portando ad identificare erroneamente, fuori da tali contesti, il processo come necessario esclusivamente in ambito informatico, non riflettendo sul fatto che ormai tutte le discipline non possano più prescindere dal gestire digitalmente i propri dati come "nativi digitali", passando di fatto da una fase di digitalizzazione del cartaceo (tavole, liste parti, documenti, ecc.), a quella attuale di utilizzo diretto di dati derivanti dagli ambienti di sviluppo e dall'analisi delle specifiche discipline (CAD-CAM, ecc.) come istruzioni operative per pianificare/validare progetti e acquistare/realizzare i relativi prodotti finali.

Un altro fattore che sta portando ad un significativo cambio di prospettiva in quest'ambito è l'incremento del fenomeno della "servitizzazione". Il mercato sempre più si sta orientando verso l'erogazione di servizi/prestazioni in ragione della vendita di un prodotto che nel tempo ha dovuto considerare nel proprio costo quello determinato dall'estensione della garanzia stabilita dalle normative internazionali.

Ad esempio nel settore avionico i clienti istituzionali (MoD USA), a causa della riduzione dei budget allocati e alla sempre maggiore adozione di policy di affordability, si stanno

orientando all'acquisto di "ore volo" piuttosto che del velivolo. Questo cambiamento comporta in ambito progettuale-strategico la necessità di gestire con una diversa strategia (e quindi diversi requisiti di progetto) tutto ciò che è definito "in service", ossia che avviene dopo la realizzazione e la vendita del prodotto (manutenzione, dismissione ecc) e che prima era di appannaggio del cliente, implicando un'accuratezza ancor più marcata nella tracciabilità e dell'aggiornamento controllato dei dati, ovvero, appunto, della Gestione della Configurazione. L'evoluzione del mercato sta quindi portando ad un'inversione del paradigma che attualmente impera, ossia la produzione dei prodotti a scadenza, e questo necessiterà di un adeguamento organizzativo (CM process) e tecnologico (PLM tools) anche in settori per i quali al momento non è considerata una priorità. Tale cambiamento ontologico coinvolge inoltre gli stessi prodotti e il modo di progettarli, muovendo sempre più da una logica **box product** ad una di **prodotti integrati**.

CAPITOLO 2- I SOTTOPROCESSI

2.1 Configuration Planning

Il Configuration Planning è il primo sottoprocesso, nonché la fase essenziale per ottenere un processo efficace e ripetibile. La fase di pianificazione ha come input i requisiti di progetto/prodotto espressi dai clienti e come output la stesura di procedure e piani che ne garantiscono l'attuazione mediante le risorse necessarie: strutture, sistemi informativi personale e attrezzature. A partire da questa fase le attività di configurazione vengono allineate con le **milestone** di Program Management, con lo scopo di riuscire, anche in termini economici, a delinare preventivi e allocare budget specifici sulle attività di configurazione.

Oltre all'analisi dei requisiti si procede all'attribuzione delle responsabilità associate ad un progetto, quindi le autorità, i ruoli, le competenze e il livello di impegno richiesto: in un ambiente relativamente piccolo, molti ruoli possono confluire in un singolo individuo mentre in un ambiente di sviluppo di prodotto complesso possono essere assegnate più persone per eseguire la stessa funzione.

Tutto ciò si esplicita col rilascio di un preciso set documentale, che sarà a sua volta sottoposto a configurazione e revisionato in seguito a qualsiasi cambiamento significativo che possa influire sul contesto, come nel caso di cambiamenti nei fornitori o nelle loro responsabilità, cambiamenti nelle fonti di produzione, obsolescenza delle parti, cambiamenti nella disponibilità delle risorse, cambiamenti nel contratto con il cliente o modifiche ai requisiti di prodotto. Inoltre, per dimostrare la conformità e l'efficacia delle attività, delle procedure e dei documenti e per verificarne le prestazioni sono previste e pianificate le design review, che in fase di sviluppo contribuiscono al monitoraggio dello stato di salute delle funzioni di configurazione e all'individuazione preventive di eventuali problematiche (Non Conformità).

2.1.1 CMP

Gli standard di riferimento prevedono che la pianificazione delle attività CM afferenti ad uno specifico programma siano raccolte in un documento: il Configuration Management Plan (CMP). Questo documento possiede diverse nomenclature a seconda delle normative e dei settori ma resta generalmente un elemento mandatorio per la corretta attuazione del processo di configurazione.

Tipicamente è redatto in fase contrattuale, può prevedere la controfirma del Project Manager e contiene al suo interno:

- 1) Descrizione dei Configuration Items (CI)
- 2) Fasi progettuali e Milestones
- 3) Struttura di Project Management
- 4) Struttura di Configuration Management
- 5) Figure responsabili
- 6) Documentazione richiesta dal cliente (**DRL**)
- 7) Baseline di configurazione
- 8) Procedure per il change management
- 9) Procedure di verifica e audit
- 10) Tailoring

Il documento definisce quindi come e dove le attività di configurazione si inseriscono in un programma e le correlazioni con gli altri processi. L'ambito di un CMP è maggiore della consegna dei dati richiesti e definiti nella specifica dei requisiti di sistema e si può infatti estendere ai requisiti specificati in altre sezioni del contratto, inclusi forniture e servizi, imballaggio e contrassegno, ispezione e accettazione, consegne o prestazioni, requisiti contrattuali speciali e clausole contrattuali.

Per i clienti, inoltre, il piano definisce come un'azienda stabilirà e soddisferà la gestione del programma e altre specifiche contrattuali per tutta la durata del progetto, facendo fronte anche a responsabilità e interfacce intra-organizzative ed extra-organizzative, unità di misura, notazioni data-ora, metadati, metriche, procedure, attività.

Inoltre, pianificare adeguatamente le attività sul Prodotto nell'intero suo ciclo di vita, significa anche definire a monte quali "sconti" sui sotto-processi possono essere attuati nello specifico programma/progetto in oggetto, garantendo un rischio controllato e non appesantendo le attività con costi non necessari. Questa operazione prende il nome di "tailoring".

Per definire questa personalizzazione è necessaria una profonda conoscenza e competenza dei processi e dei principi CM : una corretta definizione del tailoring consiste nel pianificare una variazione del numero di attività previste dal Processo purché queste non creino inadeguatezze di conformità nell'applicazione dei requisiti legislativi, normativi o contrattuali attesi.

I fattori che possono motivare l'innescarsi del processo del tailoring sono i seguenti:

- Gli **item** individuati durante la gestione del progetto possono essere diversi a seconda del tipo di prodotto/mercato;
- I metodi e gli output richiesti per sviluppare le attività possono variare per dimensione, complessità e rischi associati al prodotto singolo;
- Livelli di sicurezza diversi;
- Fasi di progetto previste (solo progettazione, progettazione e produzione, prototipazione);
- Gestione/integrazione del processo o di una parte di esso con tool particolari imposti dal cliente;
- Collaborazione/partecipazione di rappresentanti del cliente che diventa parte attiva nel processo;
- Distacco del personale presso il cliente per le attività di progetto (ad esempio durante le attività di servizio).

2.2 Configuration Identification

Il sottoprocesso di identificazione nasce dall'esigenza di definire in modo univoco ogni elemento con le relative informazioni in entrata, ossia il modo in cui ogni item e ogni documento prodotto viene "battezzato" e rappresentato relazionalmente in opportune strutture.

Un Sistema di identificazione robusto si traduce in un vantaggio competitivo sia per motivi di sicurezza (sistemi di codifica) sia perché le eventuali azioni necessarie, qualora i dati non corrispondessero alle unità di prodotto effettive, porterebbero a tempi e costi aggiuntivi: per un prodotto non rispecchiato correttamente dalla sua documentazione possono essere necessarie attività ex-post che portano, specialmente in settori ad alta complessità come quello aerospaziale/militare, il costo di ripristino a superare di molte volte il costo "una tantum" del processo che ne garantirebbe una tracciabilità continua.

2.2.1 Configuration item

Un Configuration Item (CI) è per definizione un elemento soggetto a configurazione poiché possiede informazioni, o riveste funzioni, rilevanti per l'output finale. La designazione "CI" è un modo conveniente per fare riferimento a elementi che hanno specifiche di requisiti propri, che possono essere sviluppati separatamente e a cui è indirizzata l'efficacia delle modifiche, oltre ad essere soggetti a revisioni (design review) e audit di configurazione.

La determinazione dei Configuration Items è effettuata nello stesso tempo in cui i requisiti di prodotto sono analizzati e scomposti con lo scopo di formare una prima struttura relazionale.

La struttura di prodotto (albero di prodotto o **BOM**) è una tecnica comune nel mondo manifatturiero per rappresentare la composizione di un apparato, mostrando le relazioni dei componenti e consentendo la visualizzazione di un prodotto in relazione al suo superiore e ai componenti di livello inferiore da qualsiasi livello, tipicamente dall'alto verso il basso, a partire dal prodotto finale e scendendo ai componenti primari.

In ambito CM, tale struttura è comprensiva anche delle relazioni progettuali ed è essenzialmente una distinta base con riferimenti, ad ogni livello, alla documentazione di definizione del prodotto (disegni tecnici, distinte base, specifiche, requisiti software e documenti di progettazione) e alle responsabilità del progetto e del programma. (figura 5)

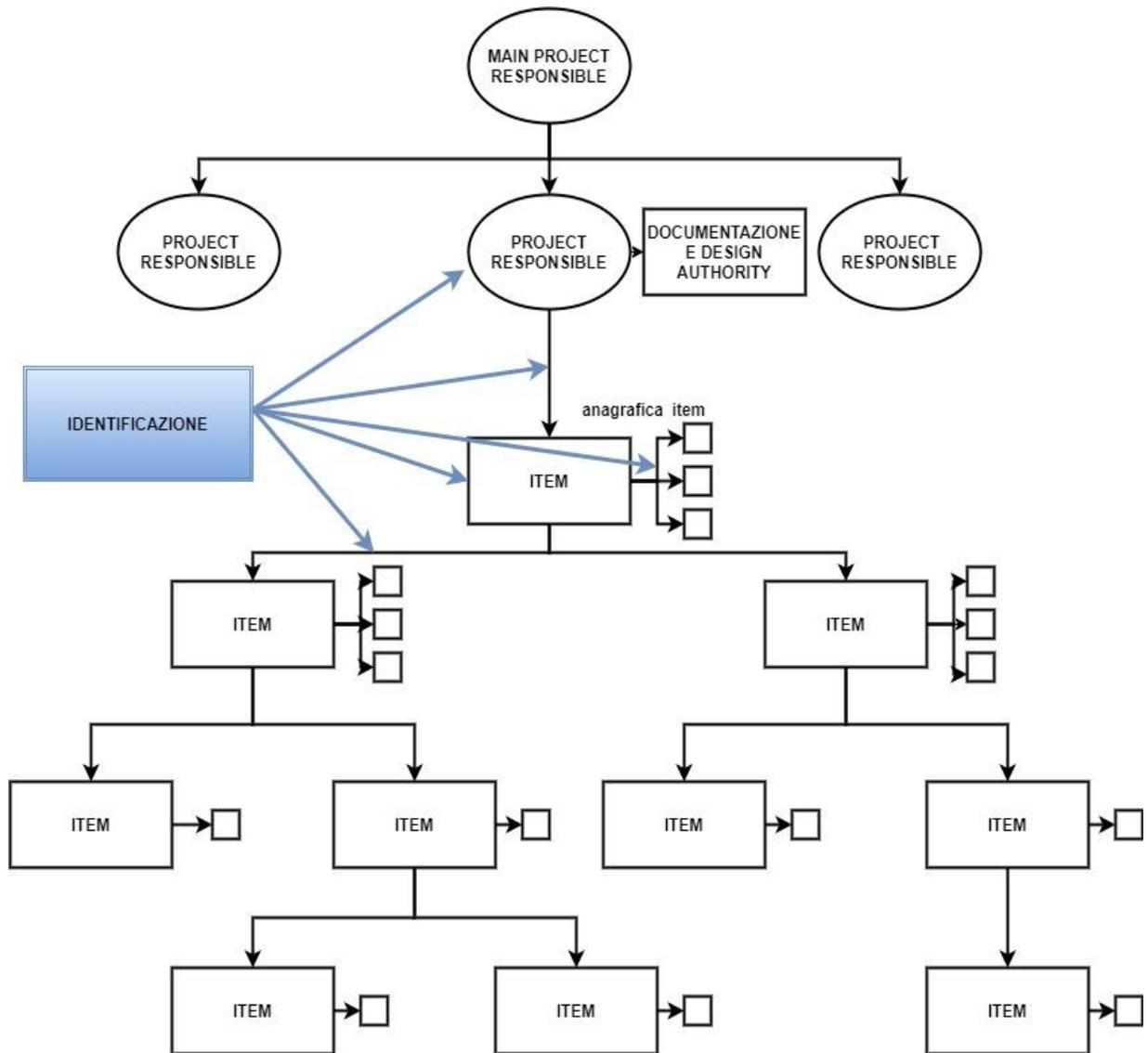


Figura 5: Struttura relazionale di un progetto

2.2.2 Codifica

Implementare un sistema di identificazione in contesti in cui devono essere gestiti un numero elevato di prodotti, ciascuno dei quali composto da migliaia di parti (ad esempio un velivolo militare), significa attuare una metodologia di codifica che innanzitutto deve permettere l'univocità dell'operazione.

Per codificare ciascun elemento, ogni realtà produttiva attua modalità proprie, personalizzate nel tempo; storicamente si operava assegnando agli items dei “codici parlanti”, ovvero identificativi alfanumerici che racchiudevano al loro interno informazioni relative alle loro caratteristiche.

I seguenti parametri (tabella 1) di identificazione sono un esempio di come si possa creare un identificativo univoco per un prodotto (hardware , software) o per un documento:

- Un identificativo aziendale che fornisce la fonte dell'identificatore dell'articolo (Part Number);
- Un identificativo della natura dell'articolo (Item type);
- Una revisione o un identificatore di versione (major o minor a seconda dell'impatto di una modifica).

Tabella 1: Codifica Item

Item Type	Configuration Item (Part Number)		Revision	
A	Model Number (Product Tree Identifier)	Configuration Identifier	Rev. Major	Rev.Minor

Esistono fondamentalmente due livelli di identificatori:

1. Gli identificatori necessari a un cliente o ad un fornitore esterno durante il periodo operativo;
2. Gli identificatori del prodotto e dei suoi componenti che sono internamente necessari per l'attività di sviluppo e produzione.

Il cliente necessita, infatti, dei codici di ogni item e di tutte le parti che possono essere ordinate come parti di ricambio, sostitutive o accessorie e di tutte le componenti che hanno attributi di durata di servizio specifiche (durata a magazzino o periodo di funzionamento limitato) o garanzie particolari, oltre che di identificatori univoci per i documenti che riflettono la configurazione del prodotto allo stesso livello.

Le parti di ricambio (in gergo “alternativi”), per esempio possono a volte avere una configurazione leggermente diversa dall'equivalente e possono avere un identificatore diverso perché i loro requisiti di installazione seppur diversi garantiscono lo stesso tipo di performance sull'apparato.

2.2.3 Baseline di Configurazione

Le Baseline sono uno degli elementi cardine del Processo: esse sono essenzialmente un'istantanea, una “fotografia” del Prodotto in un determinato momento del suo ciclo di vita che deve essere storicizzata per uno scopo definito (figura 6).

Esse sono la base per garantire ad esempio:

- la coerenza delle informazioni rispetto agli eventi formali (design review);
- Il punto di partenza e di arrivo di un processo di modifica;
- Il confronto tra configurazioni as-design ed **as-built**...

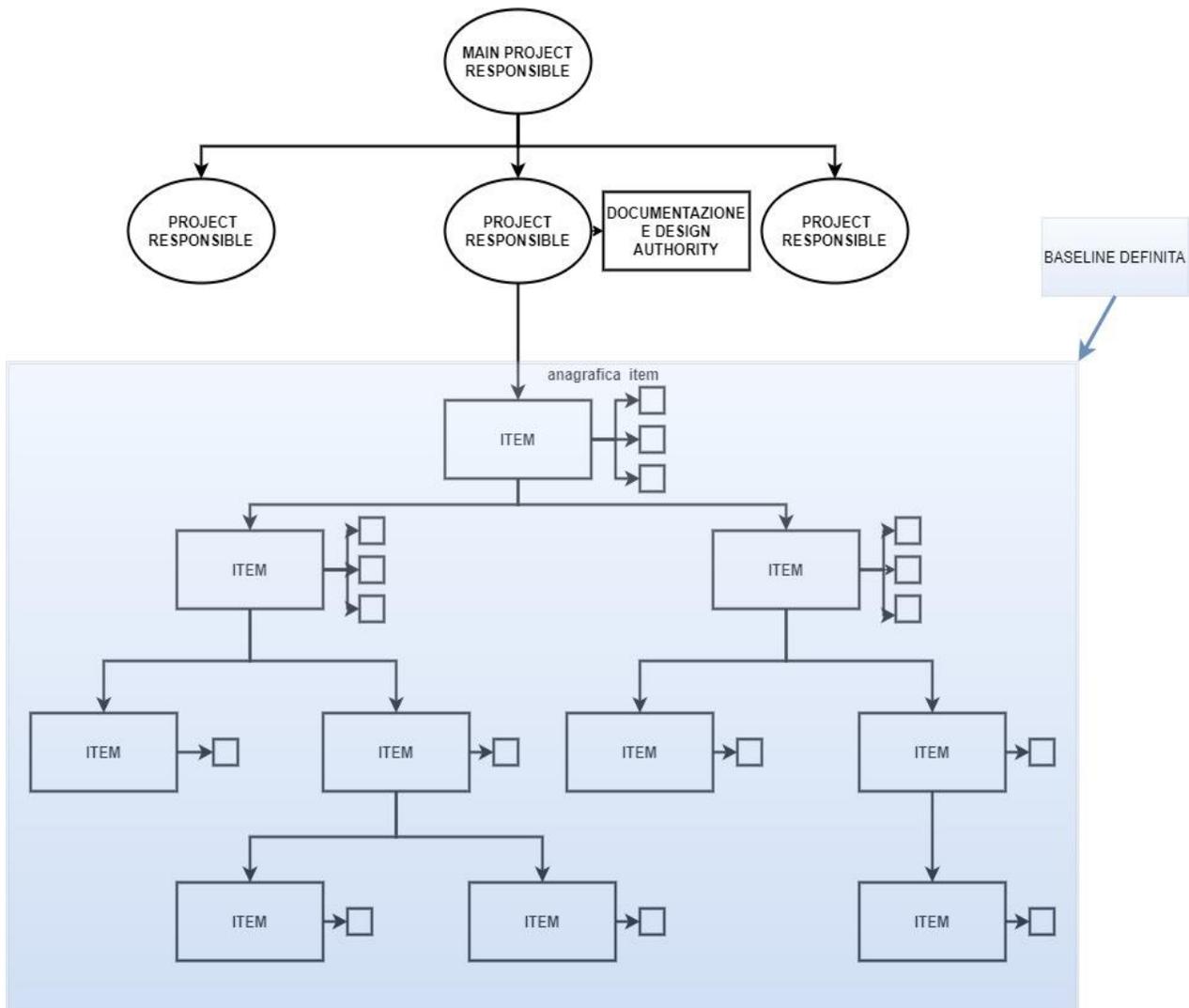


Figura 6: Struttura “congelata” in Baseline definita

Una prima possibile classificazione distingue tra le Baseline che si riferiscono al progetto da quelle che si riferiscono agli Item e al Prodotto.

Le Project Baselines:

- Congelano l’insieme dei documenti che definiscono i requisiti a contratto anche in termini di “**compliance**” di processo col cliente;

- Congelano un insieme di documenti che soddisfano una specifica milestone contrattuale;
- Registrano le informazioni supplementari necessarie a definire l'operatività del prodotto, il supporto tecnico e le attività di manutenzione che vengono tipicamente messe in atto in sito.

Le Product Baselines:

- Garantiscono la realizzazione dei prodotti e le loro riproduzioni successive;
- Garantiscono una base per l'attuazione di verifiche progettuali;
- Forniscono un riferimento stabile sul quale attuare un efficace sistema di monitoraggio e di misurazione (**KPI**);
- Garantiscono, all'interno delle Project Baseline, la tracciabilità nel tempo di ciò che è stato consegnato al cliente.

Le baseline create a inizio lifecycle fotografano solo i primi requisiti e sono man mano integrate con descrizioni dettagliate e con una serie di disegni o di specifiche tecniche del prodotto risultante; in base alla maturazione di un programma o a specifiche esigenze progettuali possono essere quindi create innumerevoli baseline, in ogni fase del ciclo di vita del prodotto.

Di seguito la descrizione di tre tra le principali Baseline che accompagnano lo sviluppo di un Sistema dalla progettazione (ingegneria) alla produzione:

1. **Functional baseline:** specifica il sistema nella sua globalità in termini di requisiti/vincoli verso il cliente, ma non identifica i requisiti di configurazione (CI), se non in forma preliminare con lo scopo di fissare alcuni concetti; la FBL è quindi alla base della configurazione ma non ne fa propriamente parte.
2. **Allocated baseline:** consolida il riesame delle specifiche prodotte durante l'attività di analisi dei requisiti di ogni singolo articolo e delle relative specifiche d'interfaccia,

determinando l'inizio delle attività di sviluppo degli articoli di configurazione rispetto alle specifiche congelate. In altri termini vengono convertiti i requisiti forniti dal cliente in requisiti interni da implementare fedelmente in fase di sviluppo.

3. **Product Baseline:** si consolida a partire dall'Allocated baseline e dalla configurazione interna di sviluppo; determina il congelamento degli articoli di configurazione sviluppati ed è la "ricetta" che verrà mandata in produzione e tradotta in una distinta base contenente tutte le informazioni dettagliate anche in termini di parti sostitute e approvvigionamento materiale.

All'interno del Processo CM si possono, inoltre, distinguere baseline Formali ed Informali. Le prime sono composte da un insieme di **Business Object (BO)** stabiliti per formalizzare specifiche fasi per fini di controllo (es. baseline di input ad una review) e quindi devono essere convalidate mediante un processo approvativo. Le seconde (Informal Baseline), invece, sono una sorta di "snapshot" delle informazioni strutturate di un progetto/prodotto e non necessita di approvazioni in quanto utilizzate, dalla funzione che la genera, come strumento di controllo informale.

E' compito del Configuration Manager garantire che un elemento sia completo, valido e adatto allo scopo prima di essere considerato parte di una baseline ufficiale (formale). Un sistema / processo di rilascio, o flusso approvativo, è utilizzato per convalidare l'integrità del documento o dell'item in questione e si applica a tutti i **deliverable** di configurazione, a partire dalla identificazione di un CI, in termini di sua strutturazione, fino ad arrivare alla gestione delle modifiche che sarà descritta in seguito.

Questo flusso approvativo generalmente consiste nel rispettare una serie di step "invalidabili" nei quali ogni responsabilità è chiaramente definita e dove il responsabile ha la facoltà, approvando, di portarlo allo stato successivo, o, rigettando, a quello precedente, il deliverable in questione.

Di seguito le tipiche fasi che attraversa un elemento sottoposto a configurazione:

- Created
- Planned

- Under Approval
- Released
- Superseded

In base alle procedure e alle necessità di gestione interne, gli stati di avanzamento possono essere molteplici e ciascuno di essi è specializzato per un determinato utilizzo dell'item che descrive. Questa necessità è stata agevolata dall'avvento dei più moderni programmi informatici che consentono la gestione dei dati e del ciclo di vita del prodotto (PLM/PDM) in modo continuo e controllato: questi tool hanno infatti sostituito i vecchi sistemi che registravano la documentazione convalidata tramite firma cartacea.

E' stato infatti proprio l'affermarsi nel mercato di queste tecnologie che ha permesso la creazione di Baseline anche qualora non vi sia il rilascio di tutti gli item che compongono l'albero di prodotto e non limitandone l'utilizzo solo per eventi formali. Questo tipo di approccio consente ad esempio di gestire la fase di progettazione ed in parallelo anticipare in modo controllato informazioni utili per la pianificazione del processo di produzione, di approvvigionamento, ecc... ed ottenere quindi un vantaggio in termini di tempi/costi di progetto.

Inoltre la loro comparazione (figura 7) consente rapidamente di valutare lo stato di avanzamento dei Business Object in qualunque sottoinsieme consentendo ad esempio ai leader di progetto di valutare l'avanzamento relativo di singole parti di un progetto con il progetto nel suo insieme e ai responsabili di prodotto di identificare i singoli elementi che sono in ritardo o portano verso una migliore funzionalità/prestazioni.

Le baseline sono in definitiva lo strumento ideale per fornire viste storiche del prodotto nel tempo, ovvero le Configurazioni di Riferimento ed è per tale motivo che sono definite appunto "Baseline di Configurazione".

Confronto BL

BL Identifier 1						BL Identifier 2					
Baseline:	B0021					Baseline:	B0022				
Tipo:	Ufficiale					Tipo:	Ufficiale				
Data di esplosione:	15.10.2009					Data di esplosione:	15.10.2009				
Stato struttura:	Rilasciato					Stato struttura:	Rilasciato				
Revisione:	00AA					Revisione:	10DA				

Level	IBC	Revision	Tipo di materiale	Quantity	U.m.	Stato	Level	IBC	Revision	Tipo di materiale	Quantity	U.m.
0	1010560A20	00AA	HWCI	1	PZ	+	0	1010560A20	10DA	HWCI	1	PZ
.1	1010560A20NCA	A	DOC			+	.1	1010560A20NCA	D	DOC		
.1	1010560A20	A	DOC			+	.1	1010560A20	A	DOC		
.1	1010560A20N	A	DOC			+	.1	1010560A20N	A	DOC		
.1	1010560A20LP	A	DOC			+	.1	1010560A20LP	B	DOC		
.1	1106075A01	00AA	HWCI	1	PZ	+	.1	1106075A01	00CA	HWCI	1	PZ
..2	1106075A01LP	C	DOC			+	..2	1106075A01LP	C	DOC		
..2	1106075A01	C	DOC			+	..2	1106075A01	C	DOC		
..2	1106075A01NC	A	DOC			+	..2	1106075A01NC	A	DOC		
..2	1110932P01	01	HWP	1	PZ	+	..2	1110932P01	01	HWP	1	PZ
...3	1110932P01LP	A	DOC			+	...3	1110932P01LP	A	DOC		
...3	1110932P01	C	DOC			+	...3	1110932P01	C	DOC		
...3	1110927P01	00	HWP	1	PZ	+	...3	1110927P01	00	HWP	1	PZ
...4	1110927P01	A	DOC			+	...4	1110927P01	A	DOC		
...3	AM81041		HWSP	18	PZ	+	...3	AM81041		HWSP	18	PZ
...3	1012185P01	00	HWP	1	PZ	+	...3	1012185P01	00	HWP	1	PZ
...4	1012185P01	B	DOC			+	...4	1012185P01	B	DOC		
...4	1012185P01LP	A	DOC			+	...4	1012185P01LP	A	DOC		

Figura 7: Confronto tra Baseline

2.3 Configuration Control

Il Configuration Control può essere considerato il cuore della disciplina e si colloca principalmente a supporto delle attività di Systems Engineering per gestire l'evoluzione delle Configurazioni, in termini di organizzazione delle informazioni e revisioni della documentazione prodotta, ovvero le decisioni tecniche, la definizione dei parametri, gli studi, le analisi e tutte le informazioni significative prodotte nel team di progetto. Inoltre, il sottoprocesso di Change Management (sottoinsieme del Configuration Control) consente di tracciare ciascuna modifica in funzione degli input considerati e storicizzare più stati di

avanzamento, in concomitanza per esempio di revisioni formali, o per garantire al team di progetto lo stato della configurazione in corso.

2.3.1 V-MODEL

Il Configuration Management ed in particolare il sotto-processo di Configuration Control, si inseriscono in un contesto di gestione e ottimizzazione dei processi durante il quale le tappe fondamentali di sviluppo di un programma vengono tipicamente schedate e fissate in quelle che in ambito di Project Management sono note come “milestone” di programma/progetto. Le configurazioni del prodotto avanzano lungo le milestone progettuali tramite il rilascio di baseline incrementali che vanno pari passo allo sviluppo del prodotto.(figura 8).

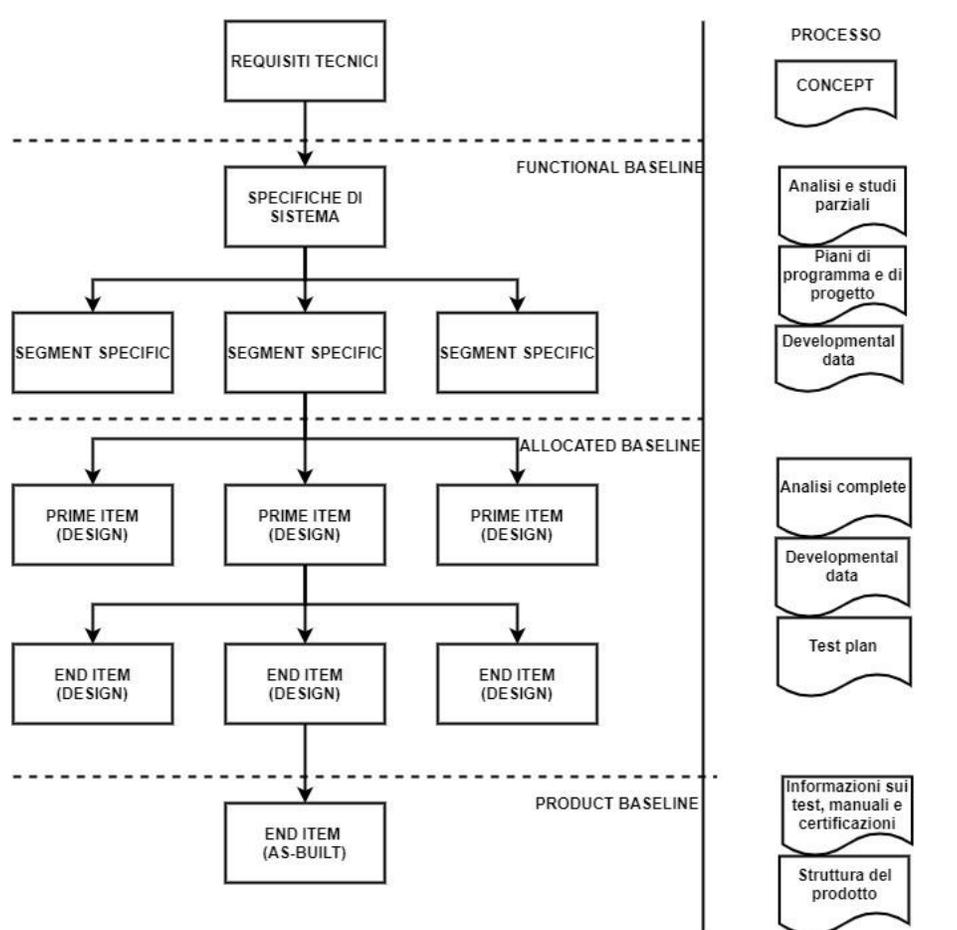


Figura 8: Sviluppo del processo e Baseline

Affinchè un Processo, ed in particolare le attività CM, siano eseguite in modo controllato si applicano modelli studiati dalla disciplina di Workflow Management: un modello noto al mondo dei sistemi A&D è sicuramente il “V-MODEL”.

Si tratta di un modello di sviluppo ampiamente utilizzato nell'industria e nasce per la gestione dello sviluppo di progetti software in ambito commerciale, militare e pubblico al fine di facilitare l'organizzazione dello sviluppo e del miglioramento dei vari sistemi IT. Il modello può tuttavia essere implementato anche per sistemi elettronici o meccanici nel mondo manifatturiero ed è così ampiamente diffuso perché garantisce un elevato grado di trasparenza, processi chiaramente comprensibili e uno schema che definisce lo svolgimento di un progetto in fasi che vanno sempre più nel dettaglio:

- all'inizio del progetto, il modello prevede un'analisi dei requisiti generali del sistema pianificato. In seguito si arricchisce di requisiti funzionali e non funzionali per l'architettura di Sistema;
- Segue la progettazione , in cui sono pianificati i componenti e le interfacce del Sistema;
- Una volta completate queste fasi, può essere progettata nel dettaglio l'architettura del prodotto;
- segue l'effettivo sviluppo secondo definiti e infine le fasi di garanzia della qualità, riferite alle varie fasi di sviluppo (test, collaudo).

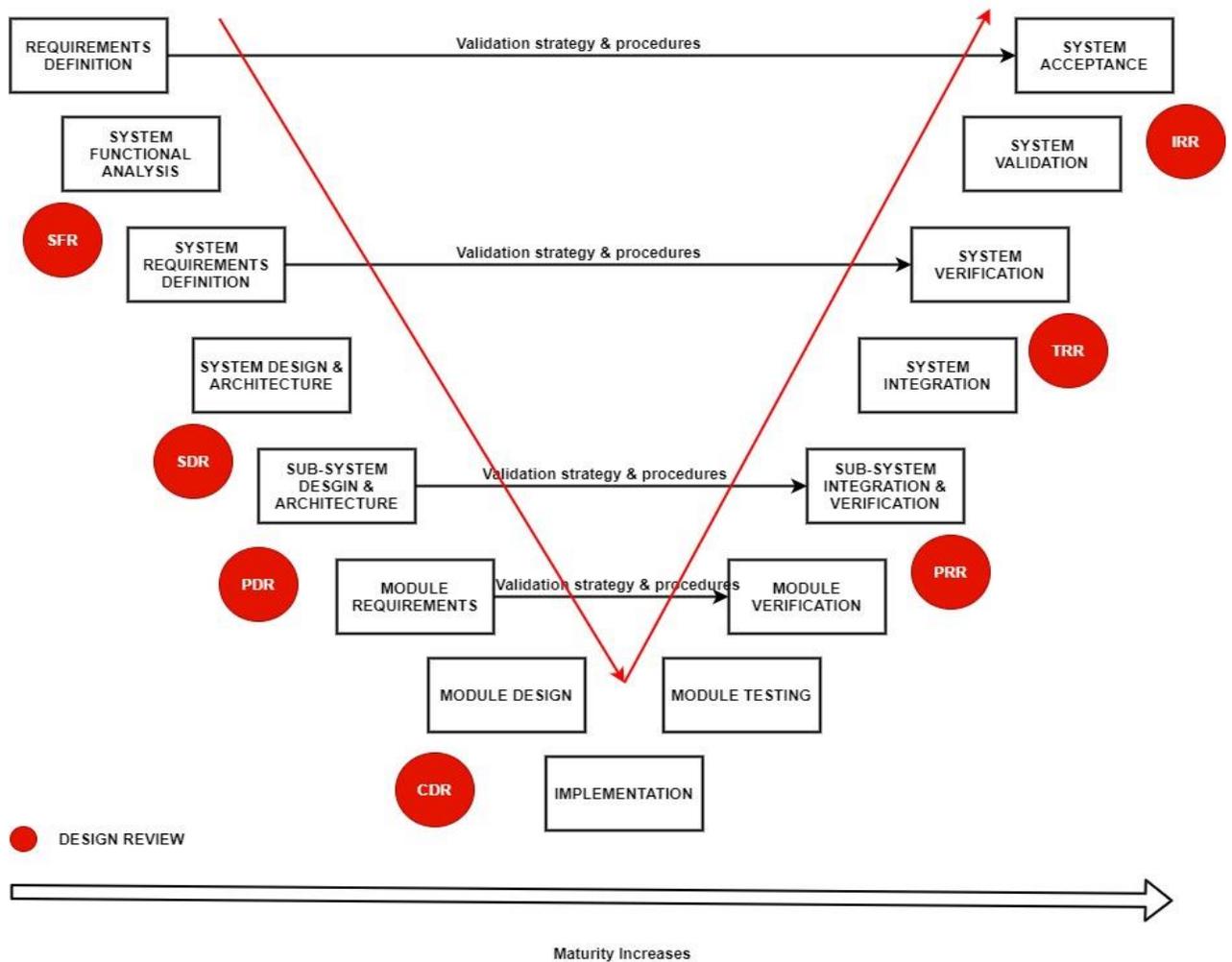


Figura 9: Rappresentazione del V-Model

Come illustrato in figura 9, la “V” sta a rappresentare la struttura di questo modello, che confronta le fasi di sviluppo con le fasi di controllo della qualità corrispondenti.

Il braccio sinistro della V contiene i passaggi per l’elaborazione iniziale e lo sviluppo, mentre il braccio destro mostra le relative misure di verifica; in concomitanza con le tipiche fasi progettuali sono evidenziate le design-review (SFR, SDR, PDR, CDR, PRR, TRR, IRR...), ossia momenti formali stabiliti in fase di pianificazione dove vengono create apposite Baseline (formali) e confrontate le Configurazioni di riferimento a garanzia della coerenza

delle informazioni di progettazione. Un modello senza queste prerogative, garantite solo dalle puntuali attività CM, correrebbe il rischio di non storicizzare ogni stato di avanzamento e “perdere per strada” dati imprescindibili per il prodotto finale.

Si può notare inoltre come il corretto avanzamento viene verificato tramite test, i quali consentono di verificare nel dettaglio se i singoli moduli soddisfano esattamente le funzioni richieste e forniscono realmente i risultati attesi. Idealmente, per evitare errori, questi test dei moduli dovrebbero essere eseguiti parallelamente allo sviluppo. La progettazione del sistema è controllata dai test di integrazione, che verificano se i singoli componenti interagiscono come previsto, ad esempio, controllando che tutti i processi concorrano a restituire i risultati attesi.

Il testing di sistema verifica se i requisiti generali di sistema definiti al momento della progettazione nell’architettura del sistema sono stati soddisfatti e si svolgono solitamente in un ambiente di prova che simula il più fedelmente possibile le condizioni reali del cliente.

Alla fine del progetto, l’analisi dei requisiti dell’intero sistema viene messa in relazione con il collaudo del prodotto finito. Al momento del collaudo finale, il cliente verifica se le specifiche sono rispettate durante il funzionamento.

Durante l’intero processo di sviluppo, all’incorrere delle problematiche o di “buchi” si procede segnalandoli attraverso la creazione di una Non Conformità (gestate dalla qualità) o l’apertura dei Problem Report (PR), documenti nei quali viene descritta la problematica e che possono innescare il processo di change management.

Di seguito una panoramica sui principali vantaggi del modello:

- Ottimizzazione della comunicazione tra le parti coinvolte attraverso termini e responsabilità chiaramente definiti;
- Minimizzazione dei rischi e migliore pianificazione attraverso la definizione di ruoli, strutture e risultati;
- Miglioramento della qualità del prodotto attraverso misure di garanzia della qualità saldamente integrate;
- Risparmio sui costi grazie ad una lavorazione trasparente dell’intero ciclo di vita del prodotto;

- Nel complesso il modello può aiutare ad evitare equivoci e lavori superflui e assicura inoltre che tutte le attività siano completate al momento giusto e nel giusto ordine e che il tempo di inattività sia ridotto al minimo.

2.3.2 Change Management

L'attività di change management fa parte del sottoprocesso di Configuration Control ed assume la funzione di applicare una puntuale metodologia di gestione delle modifiche e delle variazioni rispetto alle informazioni di Configurazione tracciando le variazioni del prodotto da un "rilascio" a quello successivo, utilizzando anche in questo caso un metodo sistematico e misurabile. Tale attività si applica come le precedenti a tutti i CI, documenti e le loro relazioni (figura 10) per tutte le fasi del programma, modulandosi opportunamente da modalità meno rigorose, nelle prime fasi di un progetto (studio o avanprogetto) che definiscono i prototipi, a modalità più rigide e formali durante le fasi di progettazione, realizzazione e mantenimento. Se le modifiche a un prodotto o alle sue informazioni di configurazione correnti e approvate vengono apportate in modo incontrollato, infatti, possono diventare facilmente non sincronizzate o irrintracciabili.

Le modifiche devono quindi essere documentate, coordinate, valutate, disposte, approvate e giustificate ad esempio come un'opportunità di miglioramento, la correzione di un difetto, l'aggiunta di determinate caratteristiche o un aggiornamento in seguito al cambiamento di un requisito.

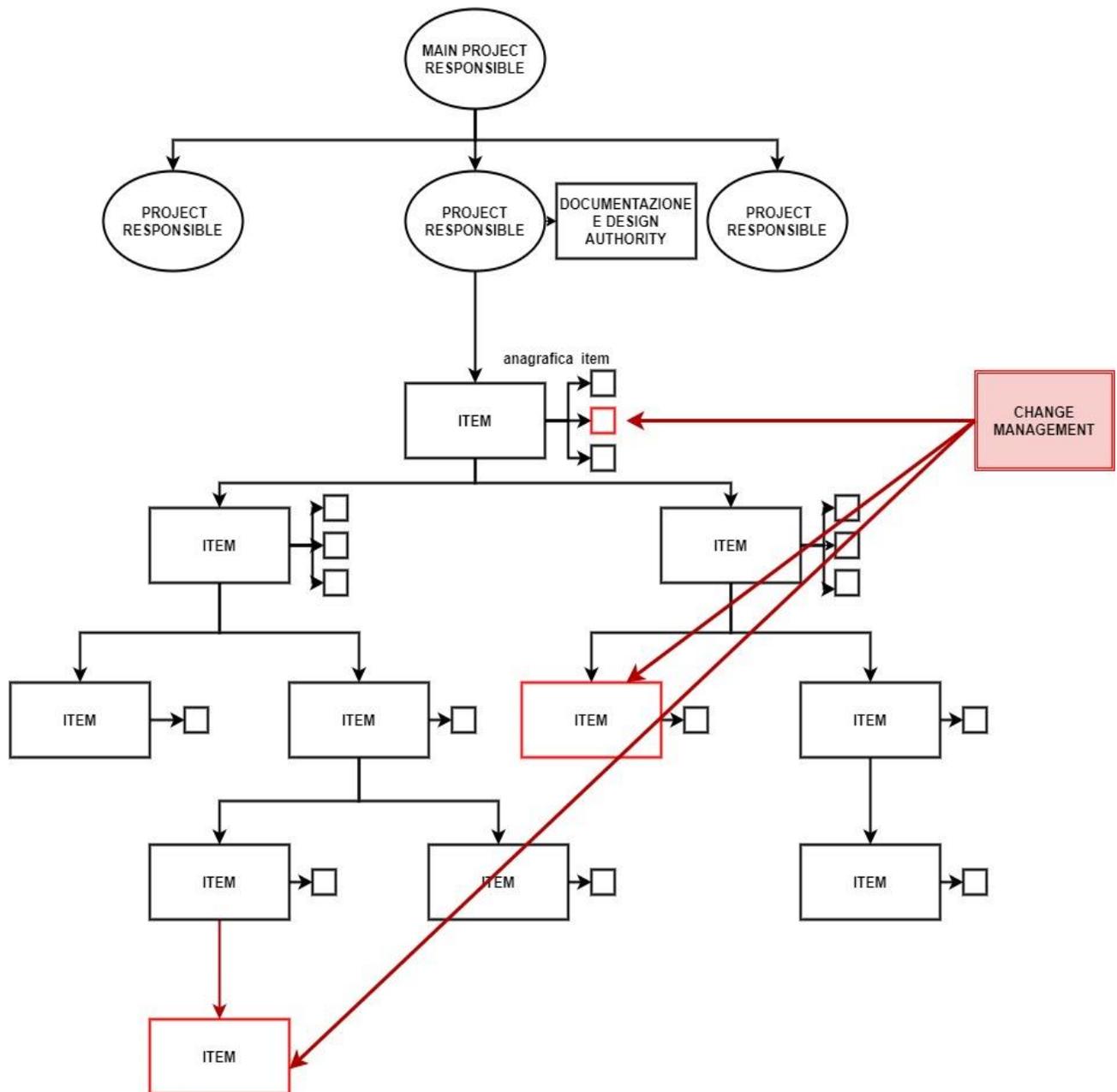


Figura 10: Change Management

Il sotto-processo di gestione delle modifiche include:

- L'identificazione, la descrizione, la condivisione e la formalizzazione delle configurazioni e l'evidenza delle modifiche intercorse tra ciascuna di esse;
- La definizione e la documentazione degli impatti della modifica;
- La valutazione della modifica coordinata attraverso la decisione di approvazione o disapprovazione;
- L'implementazione della modifica al prodotto in coerenza con quanto autorizzato dalla modifica approvata.

2.3.2.1 Identificazione delle modifiche

La necessità di una modifica dovrebbe essere valutata e può dipendere da tre principali fattori:

- Correzione di un errore
- Adeguamento del design alla soluzione produttiva (as built)
- Adeguamento del design per cambio di requisito/funzione richiesto dal cliente (evolutiva)

Quando la necessità di modifica è giustificata, alla richiesta viene assegnato un identificativo univoco, che funge sia da identificatore di documento per la richiesta che da identificatore per l'implementazione e la verifica della modifica stessa. L'utilizzo di un identificatore univoco per ogni modifica all'interno dell'azienda consente l'accesso alle informazioni, allo stato e alle relazioni tra tutte le modifiche in corso, approvate e archiviate durante il ciclo di vita del prodotto.

2.3.2.2 Classificazione delle modifiche

Classificare significa analizzare l'impatto che l'applicazione di una modifica comporterebbe sull'item in questione. Per convenzione si differenziano le "change" con impatti significativi, ossia che hanno ripercussioni sull'intercambiabilità secondo il paradigma delle **3F** (Form, Fit & Function), definite "major", dalle change che non impattano questi aspetti, definite "minor". Nell'ambito dell' Engineering Change Management, il processo di change si applica soltanto a valle del primo rilascio formale e la classificazione di una modifica determina il cambio degli elementi di identificazione visti nei paragrafi precedenti. Una change "major" infatti può portare alla modifica del Part Number con conseguenze dirette verso il cliente o l'ambiente di produzione; è perciò importante risolvere tutte le principali problematiche strutturali prima di rilasciare formalmente la nuova configurazione di un item, ed è altrettanto importante stabilire dei criteri univoci e condivisi per l'attribuzione della classificazione della modifica.

Nelle figure successive (figura 11, figura 12, figura 13) sono illustrati dei possibili criteri di classificazione per item hardware, software e documenti con il relativo impatto sulla codifica. Una volta notificata la creazione di una richiesta di modifica, le figure competenti effettuano la valutazione complessiva degli impatti e decidono se accettare o rifiutare, motivandola, la segnalazione/proposta di cambiamento. Nel caso in cui la richiesta venga approvata un approccio possibile per la sua classificazione è quello di seguire un flusso di domande a risposta binaria.

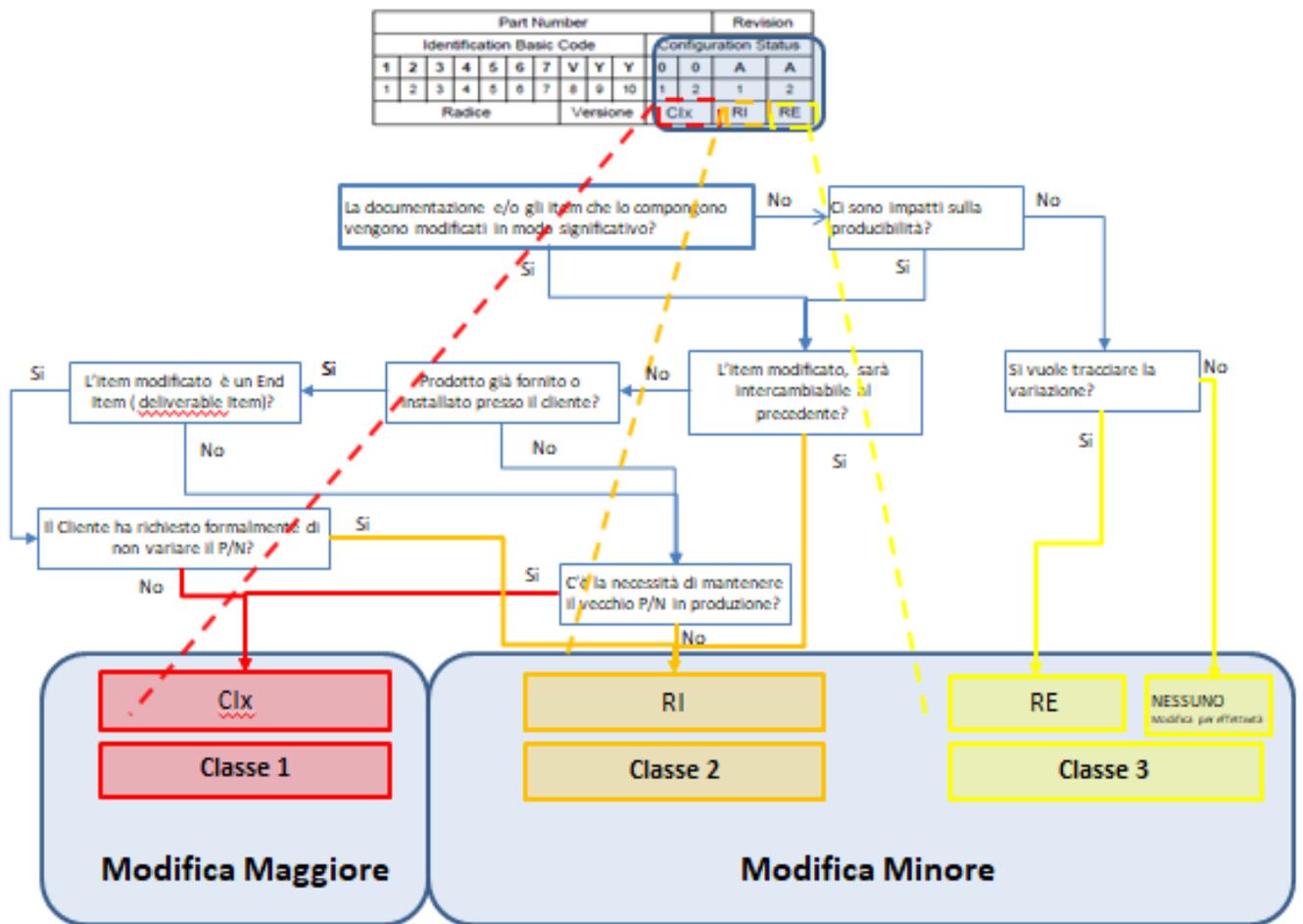


Figura 11: Classificazione Modifica hardware

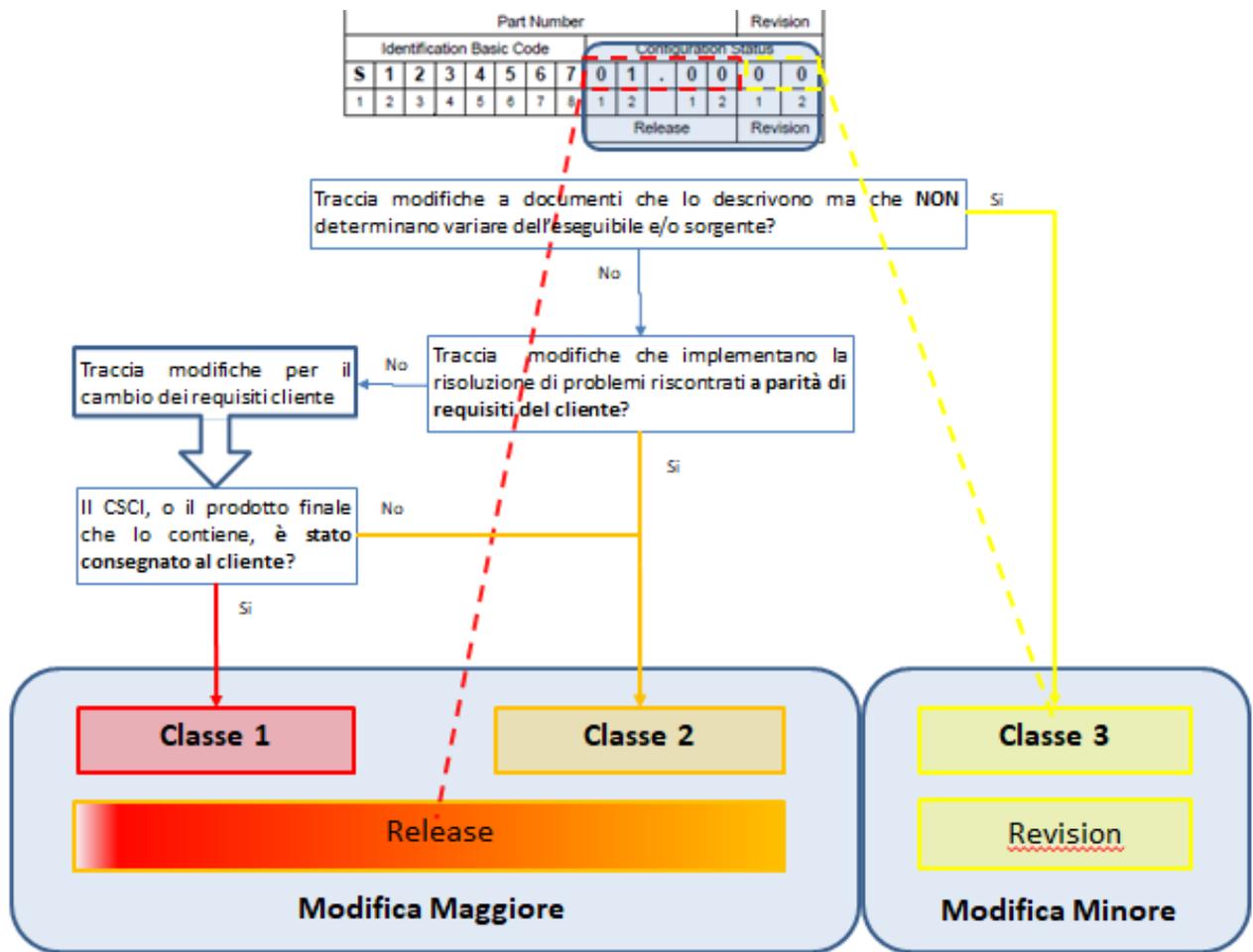


Figura 12: Classificazione modifiche software

Doc. Model	Document & Revision Identifier	Identification Scheme (IDS)			
		A	B	D	E
CUSTOM	Document ID	TYP+ IBC	TYP+ IBC-NN	TYP+ NNNNNNN	Manual data entry up to 35 chrs on
	Revision	AA	AA	AA	Manual data entry up to 8 chrs on

Change of Revision (A > B)

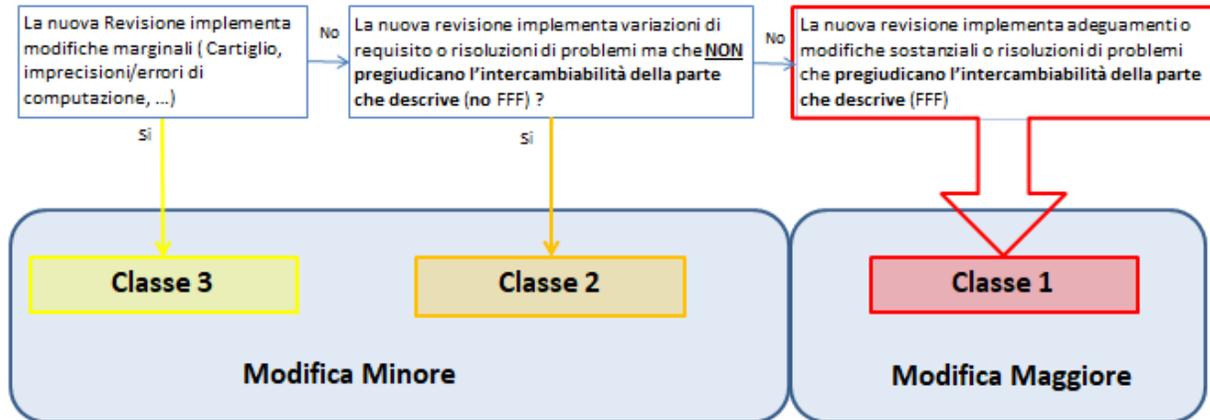


Figura 13: Classificazione modifiche Documenti

I criteri illustrati possono essere adattati in considerazione di specifiche richieste contrattuali o normative applicabili al settore (cliente, impresa, programma o prodotto) prestando attenzione ad evitare l'applicazione di più criteri di classificazione delle modifiche sullo stesso prodotto o linea di prodotti.

Come in ogni aspetto nel mondo della configurazione, per definire l'impatto e facilitare revisioni, input e decisioni informate, deve essere redatta una specifica documentazione, che entrerà a sua volta nella struttura di prodotto, da provvedere per ogni modifica richiesta e contenente:

- Una chiara descrizione del change;

- Quali componenti del prodotto e prodotti di interfaccia sono coinvolti dalla modifica richiesta;
- Quali informazioni sulla definizione della nuova configurazione di ciascun componente sono impattate dalla modifica richiesta;
- Motivo o giustificazione per la modifica richiesta, comprese le eventuali conseguenze della mancata esecuzione della modifica richiesta;
- Ambito della modifica richiesta in termini di analisi degli impatti , qualifiche, test, apparecchiature di test e supporto, manualistica e manutenzione, assistenza ecc...
- Stima dell'impatto dei costi associati alla modifica;
- Piano di attuazione e programmi di consegna per la modifica richiesta;
- Eventuali requisiti e punto di introduzione del **retrofit** dei prodotti già realizzati che necessitano il passaggio alla nuova configurazione.

2.3.2.3 Evoluzione delle modifiche

Il coordinamento e la valutazione delle modifiche comprende la revisione delle analisi d'impatto preliminari e la determinazione dell'efficacia della modifica richiesta in termini di tempi e costi, fornendo all'autorità di approvazione le informazioni necessarie per esaminare la richiesta di modifica e prendere una decisione.

La valutazione viene tipicamente svolta da un Configuration Control Board (CCB), un comitato i cui rappresentanti sono esplicitati nel CMP.

Un CCB opera tipicamente in un ambito di autonomia organizzativa limitata all'approvazione delle modifiche ed è normalmente costituito dalla **change authority** (responsabilità assegnate ad uno specifico CI nonchè responsabili del flusso approvativo) e dai principali esperti nelle materie coinvolte che rivestono una funzione chiave nell'organizzazione del progetto; i membri hanno il compito di dare un contributo tecnico e non vincolante al responsabile e quando è necessario può essere previsto il coinvolgimento di altre funzioni aziendali.

La registrazione degli impatti e gli impegni acquisiti nelle richieste di modifica, comprese le revisioni, e le relative autorizzazioni registrate, forniscono quindi lo stato dell'evoluzione della modifica verso la nuova configurazione.

2.3.2.4 Applicabilità (change effectivity)

L'implementazione della modifica coincide con l'esecuzione delle azioni descritte dettagliatamente nella richiesta approvata.

L'attuazione in se può essere semplice (correzione di errori sistematici o riferimenti di un documento) o complessa (per esempio 3F) ovvero richiedendo il coordinamento con coloro che implementeranno le modifiche al prodotto piuttosto che con le funzioni di supporto e manutenzione interessate.

L'efficacia dell'implementazione richiede la conoscenza non solo dei tempi associati alla modifica del Prodotto , ma anche delle azioni necessarie per aggiornare ed effettuare il cambiamento associato in tutte le aree di supporto (come l'aggiornamento di un software di supporto, la disponibilità di parti di ricambio e di riparazione o la revisione delle istruzioni di funzionamento e manutenzione).

La “change effectivity” quindi include la definizione delle azioni da compiere sugli item fisici coinvolti e sulla documentazione applicabile al fine di avere una nuova baseline di configurazione aggiornata e comprensiva sia delle informazioni di produzione sia di retrofit dei prodotti che delle parti consegnate. Stabilire l'applicabilità della modifica richiede prendere in considerazione fattori quali:

- Urgenza
- Disponibilità materie prime
- Numero di configurazioni pre-esistenti
- Lead time
- Timing

In ultima analisi risulta chiaro come, anche in questo caso, la gestione efficace di un modifica non puo prescindere dalla piena conoscenza del punto di partenza ovvero dalle baseline di configurazione di riferimento.

2.4 Configuration Status Accounting

Il sotto-processo di Configuration Status Accounting (CSA) assicura che le informazioni e le configurazioni di Prodotto siano acquisite, archiviate e mantenute mentre esso si evolve, garantendo l'interrogabilità di tali informazioni tramite estrazioni puntuali in ogni fase del lifecycle (figura 14).

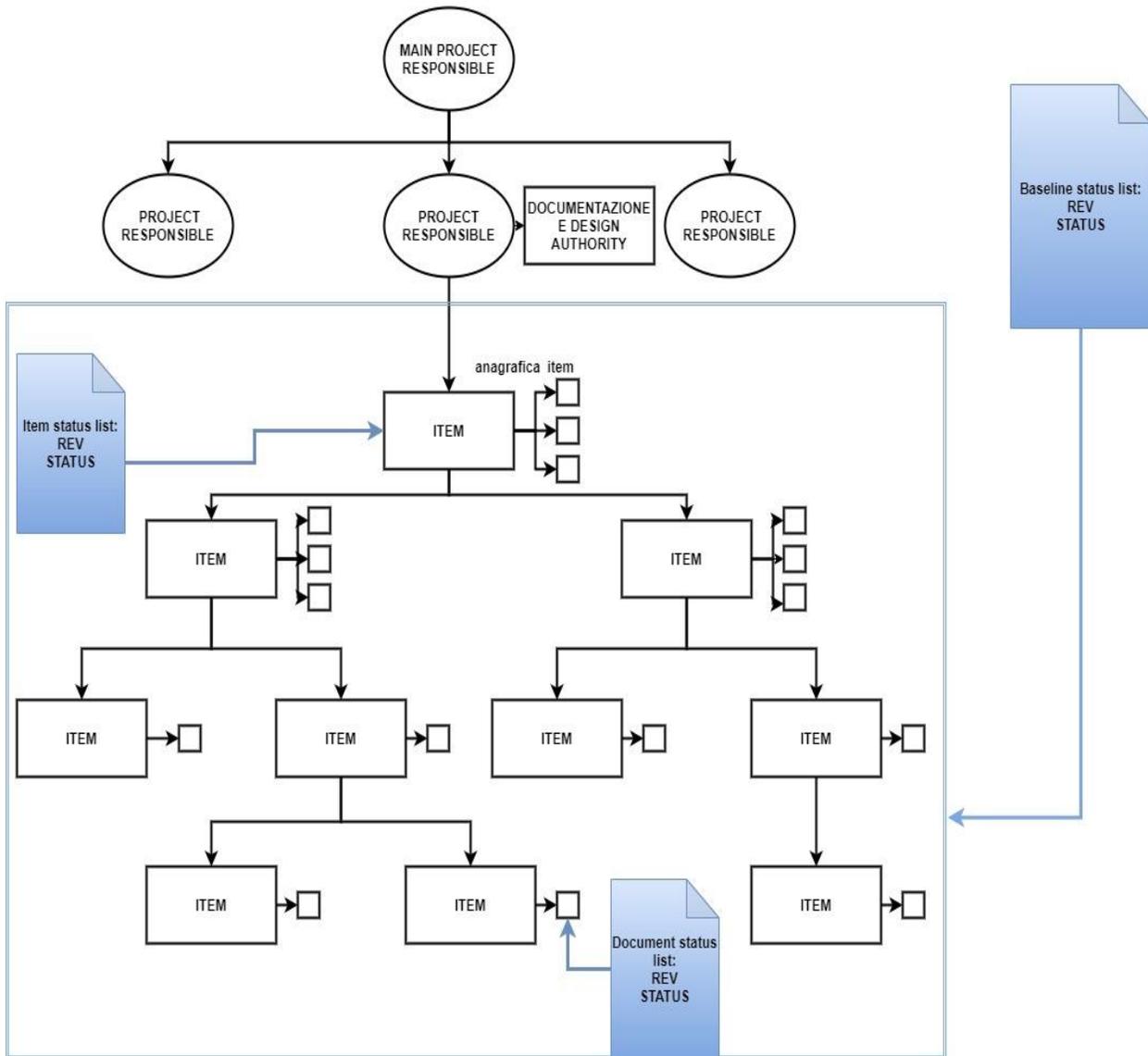


Figura 14: Configuration Status Accounting

In particolare un interfaccia CSA deve garantire che:

- Sia possibile recuperare informazioni aggiornate e accurate relative a decisioni di modifica, modifiche di progettazione, variazze, indagini su problemi di progettazione, garanzie e calcoli di durata operativa e di conservazione;
- La raccolta completa delle informazioni sulla configurazione del prodotto sia organizzata, indicizzata e immediatamente disponibile;
- Le configurazioni attuali e storiche del prodotto, inclusi gli identificatori delle parti e gli identificatori delle informazioni di configurazione del prodotto per le specifiche, i disegni tecnici e i modelli delle parti, siano accuratamente determinabili e tracciabili;
- Gli utenti abbiano la capacità di accedere alle informazioni relative alla configurazione e di analizzare, valutare, confrontare, determinare lo stato e creare rapporti;
- Le informazioni siano accuratamente correlate alla revisione esatta applicabile del prodotto e alle baseline di configurazione;
- Il sistema consenta l'acquisizione di metriche significative da utilizzare per migliorare il processo CM.

I dati acquisiti (figura 15) sono una raccolta cumulativa che si espande man mano che il lifecycle matura dalla necessità di un prodotto verso la definizione concettuale dei requisiti, la progettazione, la produzione, la distribuzione e la manutenzione, catturando i dettagli e i valori che si vengono a creare lungo l'intero Processo.

L'attività di Configuration Status Accounting consiste quindi nel garantire la disponibilità continua delle informazioni di configurazione in ogni suo aspetto e fornisce gli strumenti per accedere ai dati, confrontare le baseline e segnalare lo stato delle modifiche incorporate nei prodotti in qualunque istante. Un aspetto chiave del CSA è quello di raccogliere e riconciliare completamente le informazioni relative alla configurazione per un prodotto anche a supporto della sua vendita e consegna a un cliente.

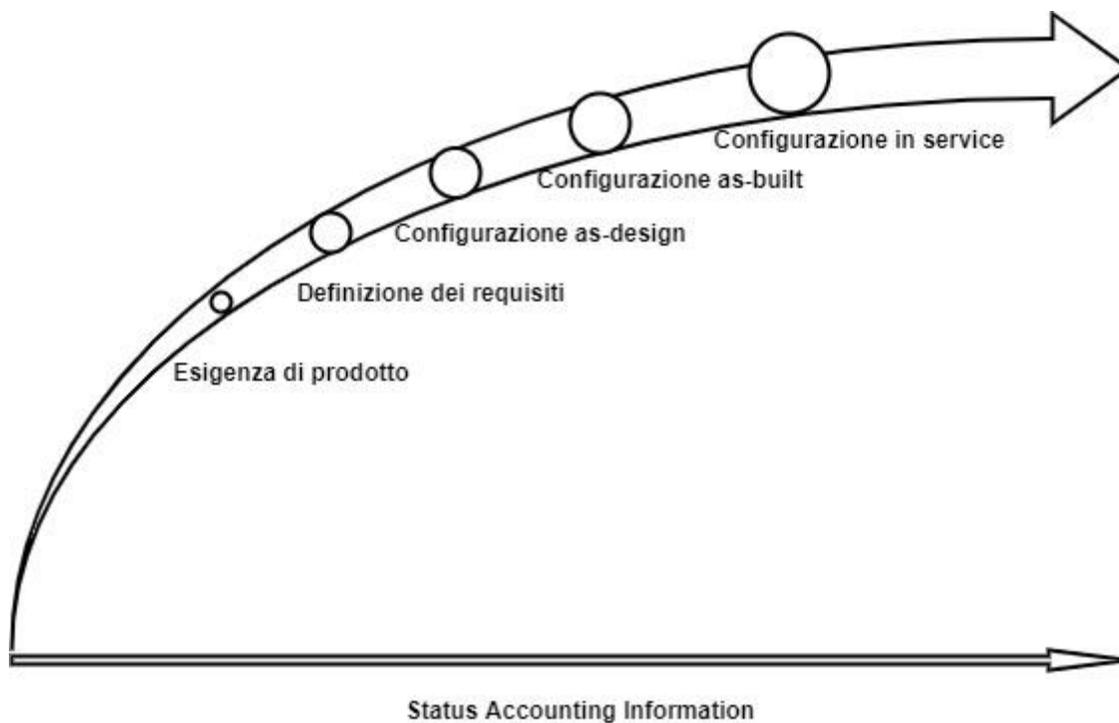


Figura 15: Acquisizione cumulativa dei dati

Le “informazioni” a cui si fa riferimento possono essere acquisite e immagazzinate con vari mezzi, a seconda della complessità e del volume dei dati e della disponibilità di risorse e strumenti, ad esempio tramite un sistema progettato specificamente per la raccolta e il reporting delle informazioni di configurazione. Il processo di Status Accounting, inoltre, potenzialmente può anche essere integrato in un'applicazione di pianificazione del fabbisogno di materiale aziendale e può attingere a un sistema di acquisto, un'applicazione di produzione, logistica o qualsiasi altra applicazione utilizzata all'interno di un'organizzazione; questo come vedremo in seguito porta a riflettere sull'importanza dell'integrazione procedurale ed informatica all'interno di una realtà aziendale poliedrica.

2.4.1 Configuration Management Database e Data Management

A questo punto della trattazione è indispensabile introdurre il concetto di Configuration Management Database (CMDB) e più in generale di Data Management.

Il Data Management è la disciplina che definisce le modalità con le quali gestire i dati di tutti i Business Object applicabili ad un progetto/prodotto, garantendone accesso controllato ed integrità in accordo ai termini di sicurezza per essi previsti. Considerando l'ormai definitiva conversione delle informazioni nel mondo digitale è indispensabile che il responsabile di processo si faccia garante anche degli strumenti informatici in termini sia di allineamento rispetto ai processi che di performance.

La prospettiva più appetibile al riguardo è sicuramente l'implementazione di tools che comunicano con un database, comune e centralizzato, contenente tutte le informazioni relative alle componenti di un servizio/prodotto e che garantiscano le funzionalità a support della gestione degli elementi di configurazione all'interno di un'organizzazione, fruendo di un sistema di archiviazione e consultazione ufficiale di tutte, o quasi, le informazioni relative ai sistemi informatici adottati da un'azienda (Figura 16).

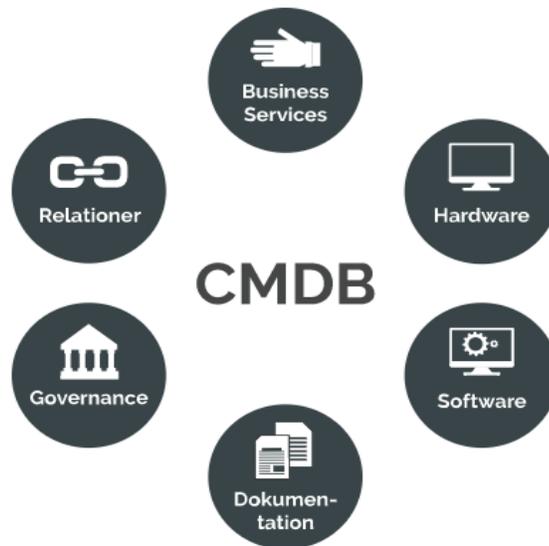


Figura 16: CMDB centralizzato

L'utilizzo di un CMDB nasce in ambito di sviluppo software ma si può estendere alle più complesse realtà che hanno necessità di gestire gli aspetti di configurazione e ha come scopo l'acquisizione del pieno controllo degli asset IT utilizzati.

Il caso in cui le informazioni nell'archivio non dovessero essere aggiornate rappresenta infatti uno scenario grave per l'azienda, la quale si troverebbe ad affrontare costi superflui, operazioni ridondanti, ritardi nella gestione e nella risoluzione delle problematiche e generali difficoltà nello svolgimento delle attività aziendali. Un CMDB inoltre può essere utilizzato come archivio documentale, un vero e proprio database storico, oltre che essere fonte primaria di informazioni relative ai Configuration Item (CI) i cui dati di configurazione sono tra le fonti più importanti per l'ottimizzazione della gestione della rete.

Per quanto innovativo dal punto di vista teorico, si tratta tuttavia di un approccio difficilmente applicabile in mondi già consolidati, dove molti strumenti implementati per automatizzare i processi operano a livello di singola tipologia di componente e, soprattutto, fanno riferimento ad un proprio database difficilmente integrabile con altri (ad esempio strumenti di Inventory o di Asset Management).

Questo porta ad una parziale inconsistenza dei dati e una differente percezione di che cosa, all'interno del sistema, è potenzialmente pericoloso o esposto a rischio. Una possibile soluzione può essere l'implementazione di un Business Service Configuration Management (BSCM), una suite di soluzioni basate su una comune architettura al centro della quale si trova un CMDB federato in grado di costruire e mantenere una vista dettagliata e approfondita delle dipendenze e delle relazioni gerarchiche esistenti tra le componenti dei servizi, puntando ai Configuration Item degli altri database. Questa vista contiene non solo le relazioni fisiche, logiche e finanziarie, ma anche il contesto applicativo e di business relativo a una determinata componente.

Le discriminanti e i fattori che entrano in gioco nell'implementazione di un efficace processo di Data Management, in conclusione, sono molteplici e dipendono da una moltitudine di fattori esogeni al processo di configurazione: è però centrale l'affidabilità continua che le funzioni IT devono garantire affinché gli altri processi ed in particolare le attività di CSA possano essere espletate in modo continuativo.

2.4.2 Metriche e KPI

Consolidato un processo di consultazione/monitoraggio e stabilita una modalità di gestione dei dati opportuna, generalmente un'azienda ha interesse ad estrarre delle informazioni utili al fine di costruire metriche o indicatori in grado di mappare il processo e verificarne le prestazioni ed individuare gli ambiti di miglioramento continuo.

La raccolta di un numero troppo elevato di metriche sulle attività rallenta inevitabilmente il completamento delle attività stesse e il costo allocato alla raccolta e all'analisi dei dati può superare un potenziale risparmio derivante dalla consultazione degli indicatori; d'altro canto un numero insufficiente di metriche potrebbe non fornire informazioni sufficienti per un'analisi approfondita.

Prima di iniziare qualsiasi attività di misurazione è importante dunque pianificare in dettaglio le modalità di costruzione degli indicatori di performance (KPI) e avere un'idea chiara di quale sarà l'uso finale delle informazioni e di quale organizzazione potrebbe utilizzare le metriche raccolte, definendo criteri di valutazione delle caratteristiche interessate (obiettivi) senza i quali si rischia di soddisfare solo l'indicatore in modo sterile senza trarne alcuna conclusione.

Dopo le misurazioni e l'estrazione di output è infatti necessario interpretare i valori ottenuti confrontandoli con dei riferimenti noti:

- target: definizione del valore atteso al quale avvicinarsi il più possibile;
- Benchmark: confronto il valore con l'andamento generale del settore;
- Time series: osservare le serie temporale di un indicatore in ottica di miglioramento.

Le misure, affinché possano essere considerate affidabili, devono avere le seguenti caratteristiche: specificità, misurabilità, raggiungibilità, rilevanza ed un preciso riferimento temporale

A titolo di esempio, in ambito CM, se si decidesse di raccogliere dati sulle richieste di modifica elaborate in un periodo di tempo, una o più delle seguenti metriche potrebbero essere opportunamente tracciate su base mensile:

1. **Tempo del ciclo di elaborazione delle modifiche:** una media del tempo trascorso per ogni modifica richiesta dall'invio al configuration manager fino all'approvazione o alla disapprovazione del Comitato di modifica
2. **Tasso di rifiuto delle richieste di modifica e motivo del rifiuto:** la percentuale di tutte le richieste di modifica elaborate durante un periodo di tempo che non sono state approvate e la percentuale di disapprovazioni attribuite alle varie categorie di motivi della disapprovazione, ad esempio mancanza di fondi, problemi tecnici, problemi di pianificazione, rielaborazione necessaria.
3. **Percentuale di richieste di modifica per categoria (figura 17),** come la percentuale di modifiche avviate a causa di:
 - Richiesta del cliente - ad esempio, modifiche ai requisiti, alle specifiche, ecc.;
 - Errori di progettazione - ad es. Accumulo di tolleranza calcolato in modo errato;
 - Errori di redazione - ad es. Visualizzazione o richiamo errati;
 - Miglioramento della produzione - ad esempio, tolleranze allentate per facilitare la produzione;
 - Errori di programmazione: ad es. Routine di ingresso o uscita errate, non conformi alle convenzioni di codifica;
 - Errori di compilazione del software - ad esempio, libreria utilizzata non corretta, diramazione o unione errata.

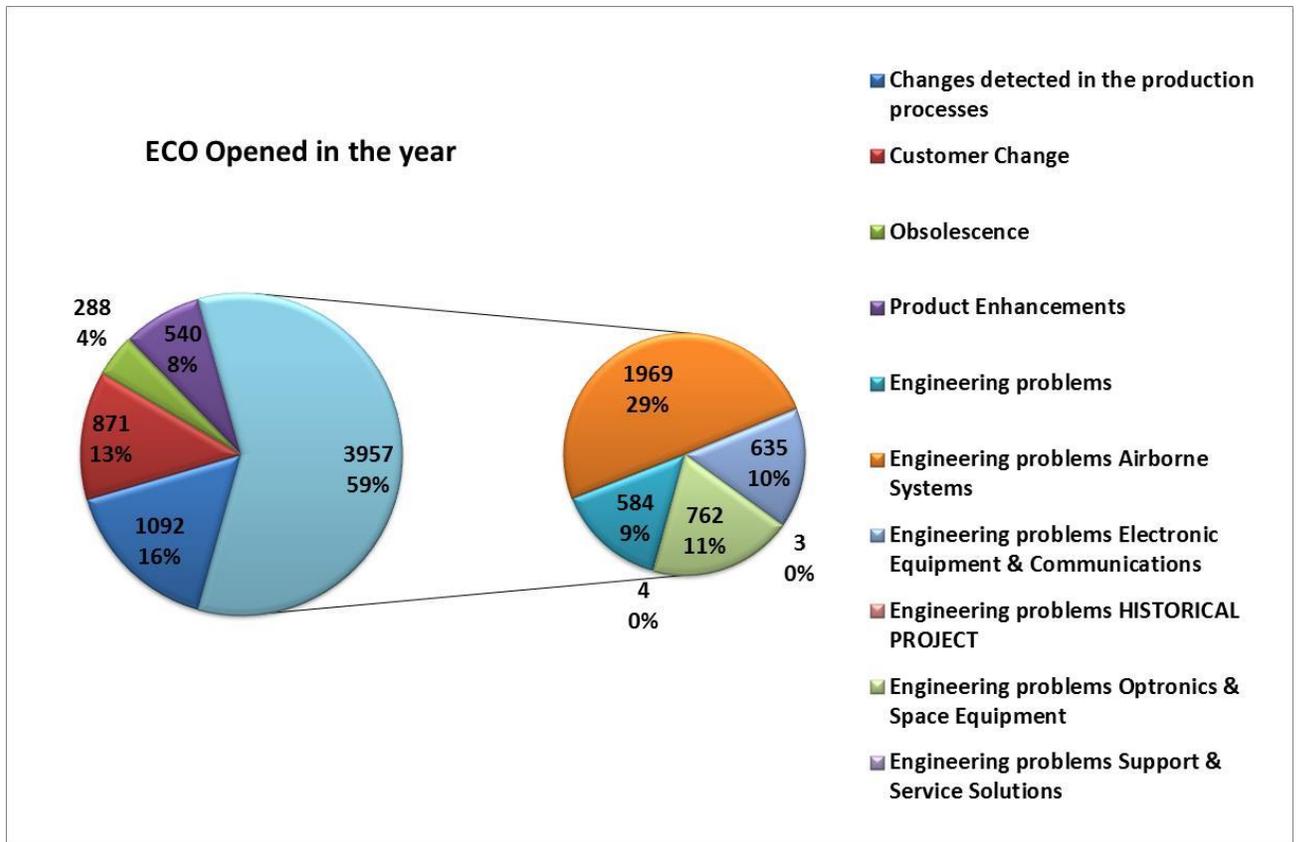


Figura 17: Esempio percentuale di “Engineering Change Order” per categoria

2.5 Configuration Verification and Audit

Questo sotto-processo fa parte di una più ampia disciplina che si integra, oltre che alla gestione della configurazione, all'ingegneria dei sistemi e al controllo della Qualità ed è il mezzo con cui si verifica una precisa soluzione progettuale. Come descritto nel paragrafo 1.6.2, questo processo si innesta in un flusso continuo dove la definizione e la verifica coincide con la consegna di una configurazione nota e coerente con la sua documentazione, soddisfacendo i suoi requisiti di prestazioni.

Le modalità attuative sono dettagliate in ogni loro particolare e vi sono infatti competenze, certificazioni e attributi precisi che devono essere rispettati per soddisfare i requisiti degli standard, come ad esempio la **norma ISO 9000** per la verifica e la convalida del progetto, nonché i requisiti **ISO 10007** per l'audit di configurazione.

Le attività di Verification&Audit stabiliscono che:

- Le informazioni sulla definizione del prodotto approvate sono complete, accurate e aggiornate per la produzione del prodotto e le istruzioni di funzionamento e manutenzione applicabili;
- I requisiti fisici, funzionali e di interfaccia, definiti nelle informazioni sulla definizione del prodotto approvato, vengano raggiunti dal prodotto;
- Sia in atto un processo adeguato per mantenere la coerenza tra il prodotto e le informazioni sulla configurazione del prodotto durante tutto il ciclo di vita del prodotto;
- Tutta la documentazione sia “compliant” al processo in termini contrattuali o agli standard di riferimento.

2.5.1 Verifiche

Un CI è posto a verifica per accertare che abbia raggiunto i requisiti specificati e che il design sia accuratamente e completamente documentato nelle informazioni di definizione della configurazione.

La documentazione deve riflettere al 100% il prodotto fisico e la sua verifica determina che sia adeguata agli scopi previsti e che “racconti” accuratamente una progettazione conforme ai requisiti funzionali e fisici del prodotto. Alla base del concetto di “industrializzazione” vi è infatti proprio il concetto che un prodotto possa essere replicato dalla sua documentazione con la certezza che soddisferà tutti i requisiti senza ulteriori sforzi di progettazione.

I metodi di verifica, inclusi i test, le analisi, le ispezioni e le simulazioni applicate sono pianificati e descritti nel piano di configurazione: la scelta tra un unico metodo o una combinazione di più verifiche può essere personalizzata in base alla complessità del prodotto ma una volta selezionati e approvati, tali strumenti di verifica sono considerati parte delle informazioni di configurazione del prodotto rilasciate e non sono soggetti a modifiche arbitrarie.

In caso di sistemi particolarmente complessi può inoltre essere richiesto un piano aggiuntivo soggetto all'approvazione del cliente e i cui risultati sono tipicamente registrati in una matrice (checklist) che indica ogni requisito distinto, il suo metodo di verifica e il riferimento alla sua procedura di verifica e ai risultati della verifica documentati.

Concretamente, la verifica della configurazione del prodotto avviene in sequenza determinando prima l'accettabilità del progetto e poi confermando che la documentazione ritragga quello specifico progetto; nella pratica, un metodo efficace consiste nel verificare i requisiti e la configurazione del prodotto in modo incrementale (modello a V) nel corso dello sviluppo e della produzione, rendendo la verifica parte integrante e continua del processo e non solo uno step finale. L'utilizzo di un approccio incrementale evita la possibilità di dover eseguire uno "smontaggio" in un secondo momento, evita ritardi nella pianificazione e fornisce metodicamente i dati per il controllo della configurazione

2.5.2 Audit

Un Audit di configurazione è essenzialmente una revisione dei record di verifica, delle informazioni (in termini di dati e documenti) e dell'ispezione del prodotto fisico normalmente eseguita al termine dello sviluppo del prodotto o all'inizio della produzione. Diversamente dalle verifiche un audit può sottoporre a controllo aspetti legati ai processi.

Lo scopo degli Audit di configurazione è assicurare che:

- Il prodotto raggiungerà le prestazioni richieste e le sue interfacce siano valide;
- Il prodotto da controllare sia coerente con le informazioni di configurazione del prodotto;
- Tutti i prodotti e i loro componenti siano identificati correttamente e in modo univoco;
- I processi e le procedure CM siano in atto per mantenere la coerenza tra il prodotto e le informazioni di configurazione del prodotto.

L'efficacia del processo, infatti, impatta sulla fiducia del cliente ed è direttamente correlata alla facilità con cui vengono condotti gli audit, spesso eseguiti tramite un controllo di un campione rappresentativo dei documenti prodotti.

Gli audit possono essere condotti dall'organizzazione responsabile dello sviluppo o della produzione del prodotto, dal cliente o da una terza parte designate: i capi progetto e un rappresentante di ciascuna parte interessata partecipano alla pianificazione e alla preparazione in modo tale che i piani e gli ordini del giorno vengano esaminati e concordati prima di procedere.

Durante lo svolgimento i partecipanti registrano domande, discrepanze o anomalie significative e linee di azione consigliate e i verbali dell'audit forniscono una registrazione dei risultati dell'audit, delle conclusioni, delle raccomandazioni e delle azioni. Il follow-up si verifica fino al completamento di tutte le azioni richieste. Nel vocabolario del Configuration Management si distinguono due principali audit di prodotto : l'FCA e la PCA.

2.5.3 FCA

Il Functional Configuration Audit (FCA) si attua per verificare e certificare che le prestazioni effettive di un prodotto (sistema, elemento di configurazione) soddisfino i requisiti specificati.

La conduzione dell'audit comprende essenzialmente una revisione dei risultati dei test, delle analisi, delle ispezioni, delle dimostrazioni e delle simulazioni eseguite per dimostrare che i requisiti di prestazione specificati sono stati raggiunti.

Sebbene questo audit sia normalmente richiesto solo una volta per ogni item, una serie di attività simili può essere eseguita in altri momenti durante il ciclo di vita del prodotto: ad esempio, a seguito di modifiche approvate come o estensioni della durata di servizio o se previste in concomitanza con eventi formali pianificati (review).

2.5.4 PCA

Il Physical Configuration Audit (PCA) ha l'obiettivo di fornire la certezza che un prodotto corrisponda esattamente al progetto dettagliato nelle informazioni di definizione del prodotto applicabili, in modo che il prodotto possa essere prodotto, mantenuto e aggiornato quando

necessario. Il PCA costituisce l'imput per la generazione di una baseline che definisce il punto di partenza per il controllo della configurazione in produzione e la base per le future acquisizioni esaminando la configurazione effettiva di un'unità rappresentativa del prodotto consegnabile per convalidarla e controllando che:

- Le informazioni sulla definizione del prodotto corrispondono alla configurazione dell'unità consegnabile;
- Ogni articolo è identificato correttamente e in modo univoco;
- I requisiti di prodotto verificati e convalidati da FCA sono stati raggiunti da un prodotto la cui configurazione è uguale o rappresentata nelle informazioni di definizione del prodotto dell'unità consegnabile;
- Tutte le azioni FCA richieste sono state completate e le modifiche applicabili che si verificano dopo la FCA sono state verificate;
- Sono validi i processi di supporto utilizzati nella produzione e nella gestione del prodotto.

CAPITOLO 3-LA GESTIONE DELLA CONFIGURAZIONE NELLA REALTA' AZIENDALE

3.1 Output e Benefici del Processo

La gestione della configurazione, declinata nei suoi sottoprocessi e nelle attività descritte nei capitoli precedenti, si può riassumere come un processo tecnico, che applica opportune risorse (umane e tecnologiche) per tracciare e garantire la coerenza tra i requisiti del Prodotto e il prodotto finale mediante la gestione accurata delle informazioni e della loro evoluzione. In figura 17 sono riassunti i fattori che entrano in gioco nel processo e gli outputs garantiti dalle attività CM.

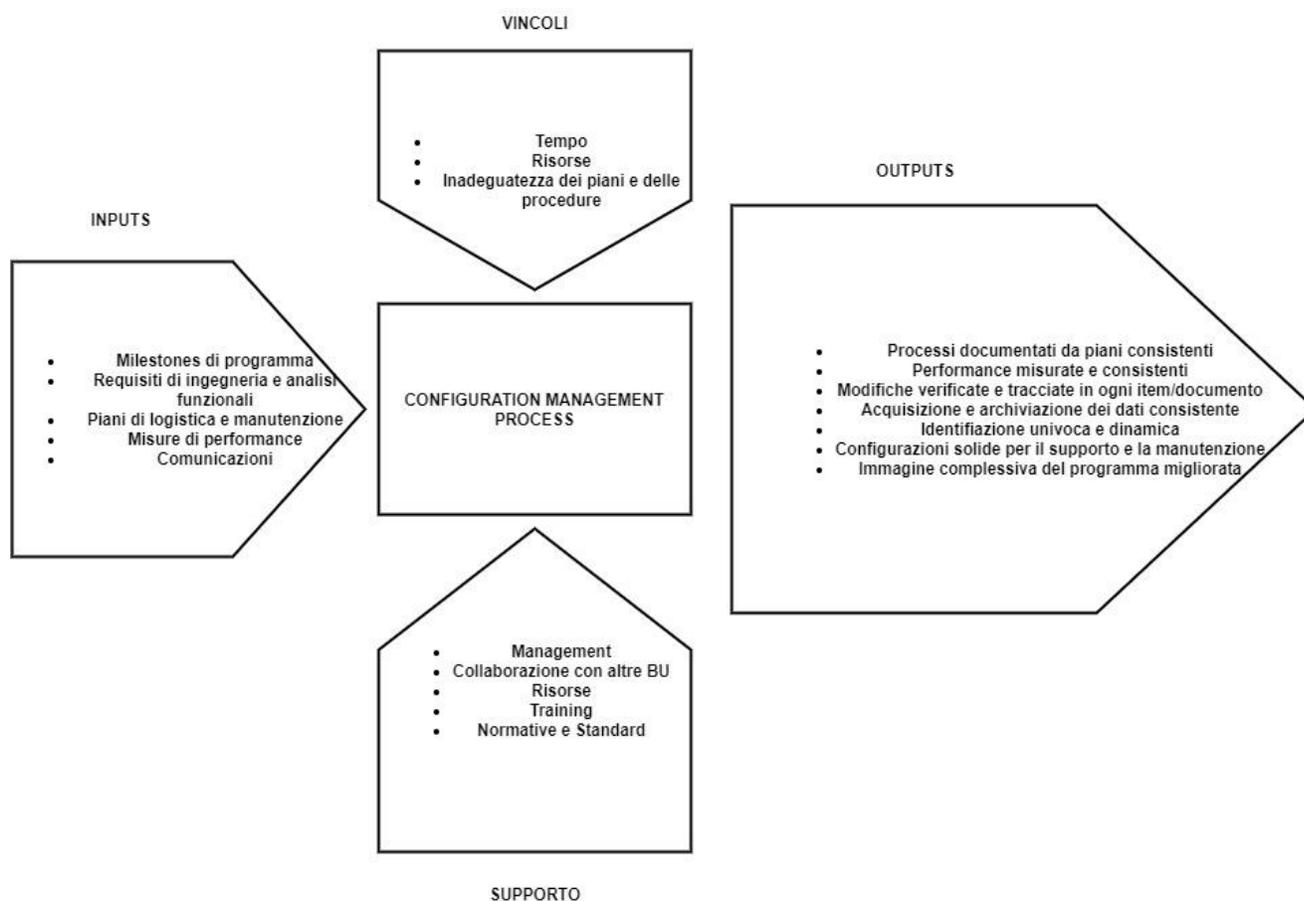


Figura 18: Input e Output del processo C

Sebbene la disciplina in se non includa specificamente aspetti amministrativi o contabili (quali orari, piani e informazioni sui costi) questi e altri aspetti sono comunque beneficiati in quanto riconducibili sempre a puntuali Configurazioni di riferimento.

Le attività CM vengono infatti eseguite per garantire anche tutti gli altri processi attuativi che concorrono alla realizzazione di un Prodotto finale: questo aspetto porta a riflettere sull'importanza di orientare i modelli di business verso una sempre più massiccia integrazione tra funzioni interne di un'azienda (**Integration Project Team**).

Una comprensione non solo di *cosa* fare, ma del *perché*, in funzione del prodotto, è quindi fondamentale; è opportuno implementare e personalizzare l'applicazione delle attività di configurazione plasmandole alle proprie necessità, ovvero alle caratteristiche ed ambiti operativi del proprio Prodotto.

Se implementato in modo efficace, il Configuration Management determina un impatto positivo sul costo del ciclo di vita del prodotto e l'investimento in risorse è restituito evitando costi a lungo termine, minimizzando o scongiurando spese significative (ad esempio il costo di ristabilire l'accuratezza delle informazioni di un prodotto non correttamente tracciate) ed evitando un processo altrimenti inevitabile di reverse engineering. Un altro vantaggio competitivo è la consapevolezza che l'intera filiera operi sulla base di dati comuni, a garanzia ad esempio che i reparti di vendita non commercializzino un prodotto effettivamente non più reperibile (obsolescenze non registrate in Configurazione), o che l'ingegneria non progetti un Sistema non realizzabile (tecnologia o materiali non più disponibili/legali), impattando direttamente quindi anche sul profitto atteso (figura 18).

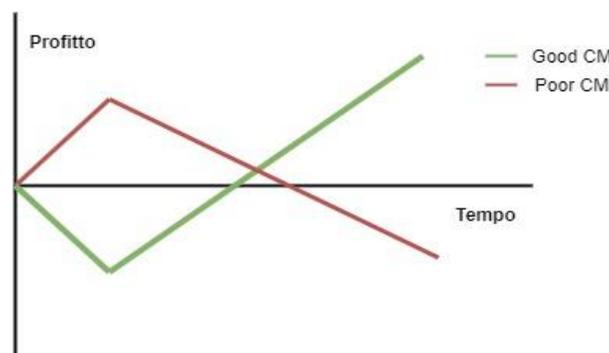


Figura 19: Profitto atteso da una buona applicazione dei principi di Configurazione

Inoltre, dal punto di vista informatico e della gestione dei dati, i benefici di una vista real-time o near-real-time della disponibilità, delle prestazioni e delle interdipendenze degli elementi dati dall'applicazione del processo di Configuration Management sono evidenti:

- Il già citato miglioramento della comunicazione tra l'IT e le Business Unit (aumentando la soddisfazione dei clienti e incrementando la credibilità dell'IT grazie alla comprensione di come esso stesso supporti e contribuisca ai processi di business);
- la gestione delle attività di “risk assessment” (identificando puntualmente i servizi esposti a problemi e migliorando, di conseguenza, la disponibilità e l'affidabilità dei servizi stessi);
- la semplificazione dell'attività di “root-cause analysis” (velocizzando la risoluzione dei problemi ed aiutando a dare la giusta priorità agli interventi correttivi in base alle criticità).

Da uno studio Gartner risulta che le aziende che hanno adottato un CMDB in congiunzione con i processi di Change Management, hanno ridotto dall'85% al 5% la percentuale di “change” impreviste ad alto impatto in termini di tempi/costi.

Pertanto, se dal punto di vista delle “best practice” , come citato nel paragrafo 1.7.1, l'adozione di una soluzione BSCM o CMDB può rappresentare una fase cruciale del “governo” dei servizi di business, è altrettanto importante poter disporre di un adeguato livello tecnologico per alimentare tale database e mantenerlo allineato rispetto ai cambiamenti che intervengono costantemente negli ambienti IT (“invecchiamento” dei tool non più aggiornati o aggiornamenti di alcuni non più compatibili con l'environment) o in adeguatezza degli strumenti rispetto all'attuazione dei nuovi processi (integrati).

3.2 Verso l'integrazione dei sistemi

L'importanza della corretta attuazione di questi aspetti, ovvero le conseguenze della loro mancanza, è in genere ben compresa dalla maggior parte degli **OEM** (specialmente nel settore A&D) e degli appaltatori della catena di fornitura. Il costo finanziario e il rischio aziendale derivanti dalla mancanza di una applicazione completa e aggiornata delle attività CM possono produrre gravi Non Conformità nei nuovi prodotti o conseguenze rovinose per un'intera linea di business.

Tuttavia, anche quando questa consapevolezza è presente, non sempre essa si traduce in un efficace implementazione del Processo; infatti una gestione per “compartimenti stagni”, dove ciascuna **Business Unit** (Meccanica, Elettronica, SW, ecc..) gestisce autonomamente le informazioni che genera mediante i propri specifici ambienti di sviluppo/gestione/acquisto/produzione/manutenzione, determina un possibile disallineamento delle informazioni comuni. Le nuove frontiere si stanno orientando proprio verso il cambio di questo paradigma e alla centralizzazione o quantomeno la condivisione controllata dei dati condivisi tra sistemi diversi. Si pensi a sistemi gestionali come Customer Relationship Management (CRM), Supplier Relationship Management (SRM), Manufacturing Execution System (MES), Enterprise Resource Planning (ERP) o Product Lifecycle Management (PLM), elementi indispensabili ad un’azienda manifatturiera ma spesso sconnessi o in conflitto tra loro in termini tecnologici e procedurali. Ad esempio i sistemi ERP, come illustrato in figura 19, una volta che l’intento progettuale è stabilito, si occupano della gestione di aspetti relativi alla Produzione (as-built) mentre in ambito as-design tipicamente utilizzano tools PDM/PLM per la gestione della documentazione derivante dagli ambienti CAD di ingegneria.

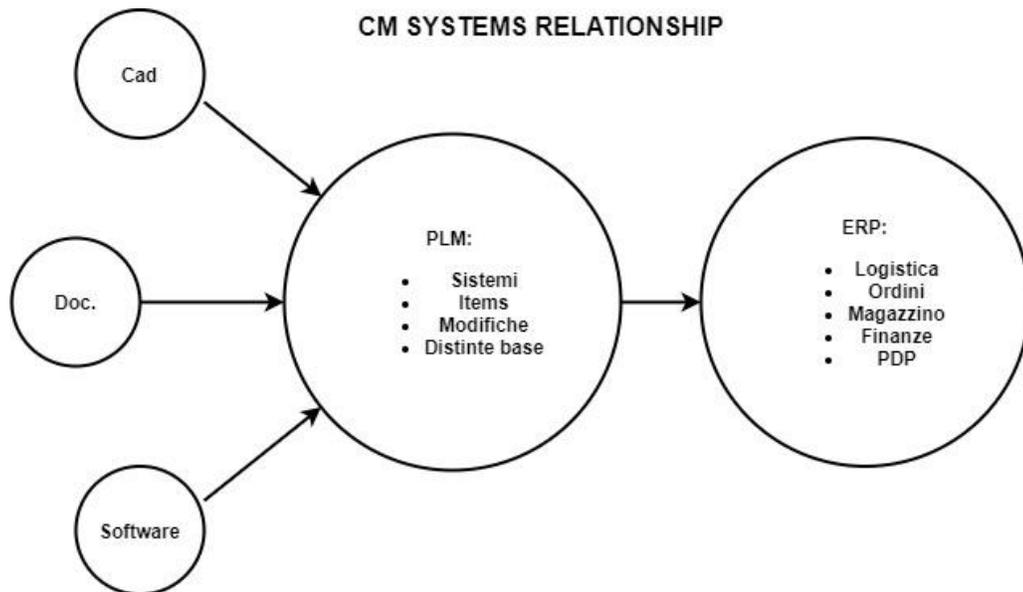


Figura 20: Relazioni tra sistemi indispensabili alla funzione CM

Comune ad entrambi i sistemi è la “distinta base” (E-BOM in ingegneria, M-BOM in produzione) ma con specifiche diverse; le operazioni che un PDM/PLM attua per i documenti che descrivono le caratteristiche fisiche di un prodotto, dei suoi componenti e delle attività necessarie a verificarne l’adeguatezza (test) non contengono necessariamente informazioni riguardanti per esempio le tecnologie per produrlo, le risorse necessarie per rispettare le tempistiche di consegna, le politiche di approvvigionamento o “esternalizzazione” (make/buy) e la gestione a magazzino. Si tratta quindi di funzioni in parte complementari, che se integrate consentirebbero una gestione più fluida e robusta, ma di fatto disaccoppiate, che utilizzano “linguaggi” diversi che necessitano di essere tradotti per comunicare (interfacce semi automatiche). In un prossimo futuro, il passaggio massivo a sistemi basati sulla costituzione di database di conoscenza comuni e polimorfici, condivisi fra le varie aree di competenza aziendale, orienteranno le aziende verso un’architettura organizzativa unificata e semplificata, che si baserà, per essere “amministrata”, su principi propri della disciplina di Configuration Management che offre una metodologia organizzativa e terminologica necessaria per far dialogare processi distinti.

3.3 Responsabilità e figure professionali

Le responsabilità sulla corretta implementazione del Processo (CM) sono da definire sia nell'ambito della società che di ciascun programma: a livello societario per verificare che sia tutto documentato ed attuato secondo quanto previsto dai principali standard ed in accordo alle certificazioni conseguite e a livello progettuale per garantire la corretta gestione di tutti gli item di configurazione secondo i sottoprocessi corretti.

In tempi moderni è sicuramente aumentato il numero di realtà che hanno maturato una sufficiente consapevolezza riguardo al tema della gestione estesa del ciclo di vita di ogni prodotto realizzato (e del prossimo che lo seguirà) e l’ormai diffusissimo impiego di metodologie di lavoro ispirate al TQM (**Total Quality Management**) è stata sicuramente una delle principali ragioni che ha fatto maturare la visione organizzativa basata sul

miglioramento continuo, instaurando una mentalità e un comportamento virtuoso che va al di là di specifici ruoli aziendali (IPT).

Di seguito sono brevemente descritte le principali figure che entrano a fare parte, anche crossfunzionalmente, delle attività CM:

- **PD&CM PROCESS OWNER:** il Process Owner divisionale ha la responsabilità principale di garantire che il processo venga normalizzato ed applicato nell'ambito della divisione su tutti i progetti i prodotti e i servizi.
- **Project Manager (PM):** in quest'ambito ha la responsabilità di coinvolgere tempestivamente il Configuration Manager nel proprio progetto e può autorizzare deroghe al processo di Configuration Identification e Control nel caso in cui queste abbiano forti impatti in termini economici o di tempistiche verso il cliente.
- **Project Engineering Manager (PEM):** ha la responsabilità di contattare il CM nelle fasi operative del progetto per farsi supportare nella gestione degli eventi significativi del programma. Rilascia e autorizza le baseline di propria competenza (engineering) e in caso di deroghe esso supporta il PM coinvolgendo le altre figure di competenza. Può inoltre autorizzare azioni al processo di Configuration Identification e Control (gestione degli item alternativi, obsolescenza delle parti,...) a patto che tutte le sue competenze siano precisamente descritte nel CMP.
- **Product Assurance Manager (PAM):** La gestione della configurazione è assicurata e controllata in ambito della funzione aziendale Qualità dal PAM, che ha la responsabilità di garantirne la corretta applicazione durante l'intero ciclo di vita di un prodotto di responsabilità della società.

3.3.1 Configuration Manager

Il Configuration Manager è la figura professionale che applica operativamente le attività descritte, in collaborazione con le altre figure professionali elencate in precedenza.

Il ruolo del configuration manager non è sempre pienamente compreso dai project manager o dai fornitori a contratto, soprattutto in settori che non appartengono alla difesa o

all'aerospazio. Spesso infatti il Configuration Management è considerata una sotto-funzione di ingegneria del prodotto non riconoscendo che ci sono più utenti e revisori dei dati di configurazione al di fuori dell'ingegneria del prodotto che all'interno; altri ancora compiono una semplificazione pensando che l'applicazione del processo di change management comporti automaticamente l'aver implementato un processo CM, tralasciando le fasi di pianificazione o identificazione o, ancora, che le soluzioni software per la gestione dei dati di prodotto (PDM) siano autosufficienti. Nulla potrebbe essere più lontano dalla verità, questi, infatti, non sono altro che strumenti al servizio di una metodologia, una "filosofia" più complessa.

Professionalmente parlando è ancora poco delineata e formalizzata la specializzazione della figura del configuration manager. Essa è principalmente riconosciuta e abilitata nei paesi anglosassoni (USA, Inghilterra) e in ambienti militari e spaziali mentre altrove è spesso inglobata nella figura del PM o del PAM quando invece anche in realtà meno complesse e dettagliate da un punto di vista di requisiti di prodotto, accanto alla figura del project manager dovrebbe sempre convivere quella più specifica di un manager il cui compito è almeno quello di rivedere tutte le richieste di modifica, approvare e gestire le modifiche da apportare e gestirne la documentazione.

3.4 Applicativi PLM

I sistemi Product Lifecycle Management (PLM) sono degli applicativi software che consentono alle aziende che hanno a che fare con prodotti, tipicamente manifatturiere ma non solo, di gestire al meglio tutte le informazioni ad essi relative in modo dinamico e seguendone l'evoluzione dalla nascita alla obsolescenza, attraversando (almeno in teoria) in questo percorso diversi enti aziendali che concepiscono, realizzano, vendono, assistono e smaltiscono il prodotto. La scelta di approfondire questo particolare tema ha origine proprio per la stretta correlazione che vi è tra le attività di Configuration Management e le possibilità che offrono i tools PLM.

E' un errore comune credere che l'implementazione di un sistema PLM si limiti ad introdurre in azienda un pacchetto software e che le valutazioni stiano unicamente nella scelta di

quest'ultimo. Un progetto PLM deve analizzare, comprendere e migliorare il processo di sviluppo dei prodotti e rappresentarlo in un sistema informativo in modo che faccia risultare semplice per chiunque collaborare con tutti gli altri attori dediti alla realizzazione del prodotto. E' chiaro quindi come implementare un tool PLM senza la consapevolezza dei principi del Configuration Management a garanzia della corretta tracciabilità delle informazioni, limiti notevolmente il potenziale di queste soluzioni riducendole in certi casi a singole funzionalità (ad esempio la gestione delle varianti).

D'altro canto è indubbio che il progresso tecnologico nello sviluppo di software sempre più avanzati abbia segnato una svolta nell'applicazione dei principi CM stessi. Per prodotti anche solo mediamente complessi, infatti, gestire enormi quantità di dati secondo i paradigmi di configurazione comporta la necessità di sistemi informatici concepiti per amministrare elementi come documenti testuali di specifiche, manualistica, modelli CAD tridimensionali, risultati di test e simulazioni e molti altri. Negli anni sono state sviluppate diverse metodologie che consentono all'industria di raggiungere le capability necessarie per applicare le attività di Configuration Management, dal semplice uso di fogli di calcolo rudimentali o di database standard, all'implementazione di prodotti software commercial-off-the-shelf (COTS) di prima generazione, oppure ancora la personalizzazione di software PDM incentrati sulla sola progettazione ed estendendone poi le capacità di gestione delle modifiche. I fattori che determinano la scelta di uno strumento ideale restano tutt'ora legati alla dimensione dell'azienda, alle specificità del settore e alle esigenze dell'azienda rispetto al processo (tailoring) ma è fattuale che nelle grandi realtà A&D lo sviluppo tecnologico ha portato ad implementare, nella quasi totalità dei casi, soluzioni PLM aziendali, che integrano e centralizzano a partire dall'as-design numerose funzioni rispetto ai vecchi PDM.

3.4.1 Funzionalità

I moderni software si sono evoluti e almeno quelli di "classe A" dispongono di funzionalità di classificazione in grado di alimentare il motore di configurazione, elemento quest'ultimo che abbiamo visto essere indispensabile per considerare completo l'ecosistema di un PLM. Un tool PLM consente inoltre la scomposizione logica del prodotto in sistemi, sottosistemi e componenti, attuando di fatto il sottoprocesso di Identificazione e definendo ad un certo

livello di dettaglio la struttura del prodotto stesso, fornendo cioè la prima delle molte “distinte base” che poi prenderanno vita, la distinta di progettazione. (figura 20).

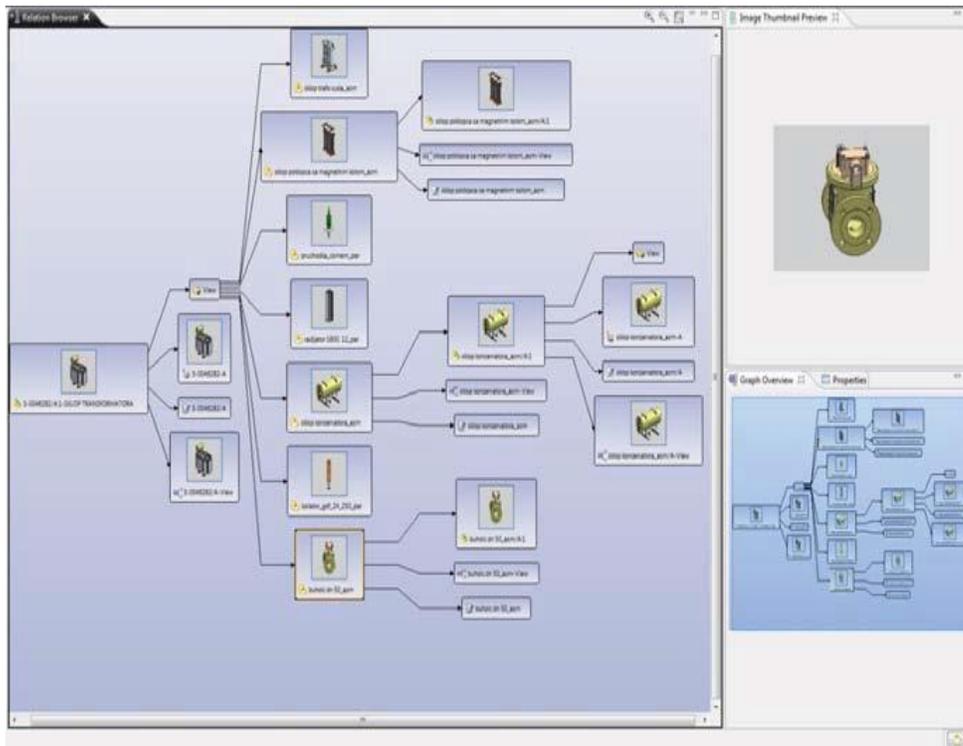


Figura 21: Rappresentazione di una struttura in PLM

Gestire la struttura del prodotto per un PLM significa permettere la creazione e la manutenzione dei legami, i loro criteri di validità per tipo di distinta, per periodo temporale e consentire operazioni collettive su un sottoinsieme dell'albero (prelievo per modifica, attivazione di sessioni CAD, trasferimento sulla rete, visualizzazione, ricerca “where used”) nel rispetto dell'integrità dei dati che in parte sono creati e modificati in prima battuta dai progettisti nei sistemi CAD.

Queste interdipendenze hanno rappresentato una vera e propria rivoluzione concettuale nel mondo del Configuration Management che spesso è rimasto ancorato a pratiche standard definite nel secolo scorso. Un esempio di ciò è l'evoluzione della metodologia di codifica,

descritta nel paragrafo 1.2, dove si sta gradualmente abbandonando l'utilizzo di codici "parlanti" con lo scopo di garantire dinamicità all'item in un contesto di continue modifiche durante il lifecycle. L'unico concetto imprescindibile resta infatti quello dell'"identificazione univoca" ed è proprio col passaggio al mondo digitale che può essere evitata la ridondanza e la complessità dei vecchi codici utilizzando un sistema relazionale, dei link che tracciano gli attributi di un elemento senza per forza dover inserire tali informazioni nel codice alfanumerico.

3.4.2 Benefici

Visti i numerosi motivi tecnici che possono giustificare l'implementazione di un Sistema PLM amministrato dai principi di configurazione, la vera sfida è quella di determinare i benefici adeguati a ciascuna azienda.

I costi, infatti, siano di software, hardware o di implementazione, sono precisi e quantificabili (anche se sorgono spesso variazioni durante l'implementazione).

L'obiettivo per ogni azienda è sostanzialmente lo stesso: ridurre i costi, aumentare i ricavi e, attraverso una combinazione di entrambi, aumentare la redditività; data la quantità di processi in cui sono coinvolti strumenti di automazione, la maggior parte dei benefici sono concentrati sulla riduzione dei costi che di solito è osservabile nelle fasi di sviluppo e di produzione.

Queste soluzioni PLM possono avere anche un impatto sui ricavi, anche se è complicato attribuire l'aumento di ricavi all'implementazione di una nuova soluzione IT e soprattutto quantificare questi benefici con un certo grado di certezza.

Secondo CIMData, una società di consulenza leader mondiale nei servizi di consulenza PLM, la tecnologia offre i seguenti benefici specifici raggiunti per aziende che hanno implementato sistemi PLM (valori medi):

- 40% di miglioramento nei tempi di "change" di prodotto;
- 25% di aumento della produttività nella progettazione;
- Riduzione dell'83% del tempo di un processo di revisione di ingegneria.

Seguendo la stessa fonte si può affermare che una tecnologia PLM può aiutare anche a risolvere i seguenti problemi specifici:

- Perdita del patrimonio tecnico di un'impresa ogni anno causa di una documentazione tecnica non archiviata bene o semplicemente persa.
- Perdita del tempo di un ufficio tecnico si nel cercare la revisione corretta di un piano o documentazione realizzata precedentemente.

CAPITOLO 4-LEONARDO ELECTRONICS: DISCONTINUITA' DI PROCESSO NEL SETTORE AEROSPAZIALE

Lo scopo del caso di studio è quello di approfondire le dinamiche relative alle attività a copertura del processo di Configurazione all'interno del ciclo produttivo di una Primaria Società Aereospaziale, Leonardo Elettronics, facendo emergere come l'attuazione mirata del processo, in tutte le fasi del ciclo di vita di prodotto, incluse quelle realizzate esternamente (fornitori di Progetti/Prodotti/Servizi), contribuiscano alla diminuzione delle non conformità complessive di Progetto/prodotto/servizio rilevate e gestite dalla funzione Qualità.

Una delle possibili cause, oggetto di analisi, è riconducibile all'utilizzo di piattaforme di gestione dei dati di configurazione di progetto diverse ovvero non integrate.

Nella trattazione verranno brevemente analizzate le caratteristiche del settore, descritte le modalità di esternalizzazione, le tipologie di forniture e infine analizzate le modalità di raccolta delle Non Conformità (NC) e le loro correlazioni con le fasi del progetto, le review e le relative attività, fornendo la base per l'individuazione di possibili gap e relative problematiche (in ambito **PDCM**) che potrebbero necessitare di specifici adeguamenti delle procedure/istruzioni operative di riferimento e/o dei tool previsti a supporto. Sarà infine presentato un caso pratico riscontrato internamente all'azienda che concilia tutte le tematiche descritte in precedenza.

4.1 Settore Aereo spaziale

L'industria aerospaziale è uno dei settori con il più alto grado di innovazione e di complessità tecnologica, nel quale le nuove tecnologie si applicano e si sperimentano in nuovi campi e dove l'elettronica e la robotica incontrano le tecniche di misurazione, di gestione e di controllo. Il settore aerospaziale si occupa in prevalenza dello sviluppo e della gestione di sistemi di volo, dagli aeromobili (con o senza pilota) ai veicoli spaziali e sistemi satellitari.

I traguardi raggiunti e le innovazioni messe in atto dal settore non solo sono da traino per altri settori industriali, ma sono anche di grande importanza nel contesto dello sviluppo generale della società. Ad esempio, la rete globale dei sistemi di comunicazione mobili si basa su scoperte in ambito aerospaziale e persino le moderne innovazioni in ambito automotive sono frutto delle innovazioni tecnologiche derivanti da questo settore: sistemi di frenatura antibloccaggio, dispositivi ausiliari per il parcheggio, strumenti di navigazione e sensori airbag sono stati originariamente sviluppati per applicazioni aerospaziali. Queste tecnologie sono da sempre sviluppate in sinergia al settore militare, per questo motivo e per il fatto che le tecnologie dell'esplorazione spaziale sono strettamente connesse a quelle dell'aviazione, si usa la dizione "Industria aerospaziale" al posto di "Industria Aeronautica" e si è diffusa la consuetudine di riunire tutte le attività aeronautiche, spaziali e militari in un unico aggregato "Aerospazio e Difesa".

Si tratta di un settore in forte crescita e studi statistici stimano che triplicherà le sue dimensioni entro il 2040 per poi incrementare il proprio valore ancora negli anni a venire. Per parlare di aerospazio si deve partire da un concetto fondamentale: l'innovazione, che è la parola d'ordine del settore. A seconda degli obiettivi e delle esigenze, e per riuscire a rimanere ai vertici in un settore dinamico, è necessario che le imprese continuino ad aggiornarsi e dotarsi delle migliori risorse per soddisfare le richieste dei clienti. La domanda infatti cambia ed evolve sempre più velocemente in termini di qualità, quantità e tempistiche implicando dal lato dell'offerta siano studiati i migliori sistemi e i processi più robusti per far fronte a tale variabilità.

Le specificità del settore da un punto di vista strategico-economico possono essere riassunte in quattro punti fondamentali:

- L'elevato livello tecnologico delle produzioni determina costi dei velivoli particolarmente elevati e richiede onerosi investimenti in attività di ricerca, poiché la mancata valorizzazione delle migliori conoscenze disponibili può generare ingenti perdite finanziarie;
- Gli elevati e crescenti costi di sviluppo dei programmi richiedono una lunga fase di preparazione e incubazione dei progetti, durante la quale il costruttore è chiamato a selezionare i partner ottimali con cui realizzarli seguiti poi da dei processi di ingegneria caratterizzati da costanti modifiche da gestire che portano a delle distinte base complesse;
- I flussi di cassa sono problematici, per effetto dei pesanti investimenti iniziali e dei cicli di vita particolarmente lunghi tipici dei prodotti aeronautici. Il finanziamento della fase di sviluppo dei prototipi rappresenta quindi un fattore critico per garantire il successo dell'impresa costruttrice ed il profilo dei cash flow tende naturalmente a spingere il mercato verso un regime di monopolio, riducendo le chance dei second mover di poter riuscire a entrare sul mercato, motivo per il quale storicamente si tratta di un settore fortemente influenzato da finanziamenti statali;
- L'interdipendenza tra i segmenti dell'aviazione civile e dell'aviazione militare risulta particolarmente elevata: sebbene il segmento della Difesa segua una sua logica peculiare e le applicazioni, a livello di sistema, siano piuttosto diverse fra i due segmenti, gli operatori del segmento civile sono soliti ricevere ampi benefici dall'implementazione di tecnologie predisposte in ambito militare.

Date queste specificità, è chiaro come l'industria aerospaziale sia sempre stata ritenuta a fortissima valenza strategica nazionale, giustificando politiche apertamente di supporto e protezione delle nostre imprese.

4.2 La configurazione nel settore Aerospaziale

Un'altra peculiarità del settore aerospaziale è quella di essere fortemente caratterizzato da attività orientate al "Progetto". Poiché i livelli di dettaglio tecnico sono in crescita in quasi tutte le funzioni di programma di un moderno appaltatore aerospaziale e della difesa, gli odierni Project Manager vivono una schiacciante densità di complessità a causa di una confluenza di driver di business e tendenze tecnologiche. Di conseguenza, non è trascurabile il rischio che i programmi grandi e piccoli superino il budget preventivato e allo stesso tempo sotto-performino rispetto i loro obiettivi: una volta implementato il prodotto/servizio, possono trascorrere mesi prima che emergano ipotesi errate, difetti di progettazione o problemi di performance.

Tutti questi aspetti portano a riflettere su quali possano essere le cause primarie e focalizzare l'attenzione sull'ottimizzazione dei processi interni, tra i quali il Quality Management e il Configuration Management, che nascono proprio per dettagliare e gestire al massimo le attività che hanno come loro fine ultimo impattare positivamente su fattori come la sicurezza, la tracciabilità e la riduzione dei costi. La gestione della configurazione è infatti alla base per la gestione della qualità e le due funzioni vanno ben distinte, nonostante siano strettamente connesse. In un programma, infatti, l'assenza di una solida applicazione CM è uno dei più grandi problemi di gestione della qualità che un'azienda possa affrontare e senza un'efficace implementazione delle attività di configurazione non è possibile affermare con certezza di essere conformi agli standard di qualità AS9100, né può avvenire la verifica che si stia progettando e consegnando in accordo ai requisiti contrattuali.

Le specificità sperimentate in ambito aerospaziale nel mondo della Gestione della Configurazione possono derivare da molti fattori come :

- Modifiche di progettazione ad alto tasso innovativo;
- Requisiti di prestazioni più elevate;
- Ambienti di progettazione più ampi;
- Modifiche frequenti alla configurazione del prodotto;
- Software integrati;
- Processi di produzione avanzati;

- Utilizzo di nuovi materiali;
- Integrazione della supply chain;
- Tempi di test stressati ;
- Problemi di sicurezza e conformità alle normative.

Sebbene uno qualsiasi di questi elementi da solo possa portare a delle variazioni ancora quantificabili rispetto alla pianificazione di un programma, la loro combinazione può portare al fallimento di commesse anche di prodotti ben finanziati e ben gestiti, spesso con conseguenze disastrose in un settore dove la sicurezza ha un ruolo da protagonista.

Queste criticità assumono particolare valore anche a causa dell'aspetto temporale: si tratta infatti di un'industria che lavora su programmi e gare d'appalto dove le commesse coprono un orizzonte di diversi decenni nei quali, soprattutto in tempi moderni, è esponenziale il grado di innovazione o comunque la probabilità che si verifichino eventi come quelli sopra elencati.

Il paradigma diventa quindi strutturare un processo "elastico" e reattivo che sia in grado di plasmarsi ai cambiamenti e non più correggere puntualmente le non conformità e le problematiche che possono sorgere con la maturazione di un progetto.

E' perciò riduttivo identificare la gestione della configurazione come una "semplice" capability di una qualsiasi soluzione PDM incentrata sull'ingegneria che aiuta a gestire i dati del prodotto, in particolare i dati CAD, e i flussi di lavoro di as-design non rendendosi conto che molti dei vantaggi si accumulano lungo l'intera filiera e che molti dei consumatori di dati e degli utenti del software CM sono al di fuori dell'ingegneria: ad esempio la gestione della già citata configurazione *in service* di asset di lunga durata distribuiti in uso operativo per anni e occasionalmente, decenni alla volta. Questa applicazione viene regolarmente eseguita dai partner di fornitura o da utenti sul campo che spesso non sono ingegneri, progettisti, esperti CAD o utenti PDM.

4.3 Leonardo S.p.A

Leonardo S.p.A. è la principale azienda italiana che opera nel settore Aerospazio, Difesa e Sicurezza nonché uno dei primi dieci player a livello globale.

Fu fondata nel 1948 a Roma inizialmente con il nome di Società Finanziaria Meccanica Finmeccanica, costituita per gestire le partecipazioni nell'industria meccanica e cantieristica precedentemente acquisite dall'Istituto di Ricostruzione Industriale (IRI). Dal 1948, dopo una prima fase iniziale in cui si dedicò alla realizzazione di componenti per l'attività cantieristica, l'azienda iniziò a concentrarsi sui settori automotoristico, termoelettrico ed aerospaziale. Negli anni duemila il consolidarsi di un processo di privatizzazione e l'apertura al mercato internazionale permise all'azienda di espandere il proprio nome e entrare in nuovi settori a forte carattere innovative sviluppando capacità proprie, competenze e tecnologie che le hanno permesso di assumere l'attuale dimensione internazionale.



Figura 22: Logo ufficiale Leonardo

La storia di Leonardo è caratterizzata da innumerevoli acquisizioni e integrazioni societarie nel corso degli anni che ne hanno fatto la fortuna: Augusta Westland, Alenia Aermacchi, Selex ES, OTO Melara e Wass sono state sicuramente le più importanti per la crescita economica dell'azienda. Leonardo- Finmeccanica ha cambiato definitivamente nome in Leonardo S.p.A. dal 1° gennaio 2017, nome ispirato alla celebre figura di Leonardo da Vinci, simbolo per eccellenza di creatività, trasformandosi da vecchia holding finanziaria a realtà

industriale operativa, integrata e scomposta , ad oggi, in 5 divisioni operative: Elicotteri, Velivoli, Aerostrutture, Elettronica per la difesa terrestre e Navale e Sistemi per la Sicurezza e le Informazioni (Cyber Security)

In ambito avionico Leonardo progetta e produce apparati per velivoli militari e civili, veicoli terrestri , sistemi di armi terrestri e marine, sistemi missilistici e sistemi sub-acquei, mentre in ambito spaziale è il principale operatore in Europa e tra i primi al mondo, vantando la partecipazione ai più importanti programmi europei e internazionali (in collaborazione con le principali agenzie mondiali) nella progettazione, sviluppo e produzione di satelliti per usi militari e civili , componenti per strutture orbitanti, nonché nello sviluppo di sistemi e servizi satellitari e nella gestione di missioni spaziali.

L'azienda ha sede in Italia, conta oltre 49.000 dipendenti, dei quali il 37% circa all'estero, ed è presente, con propri uffici ed insediamenti, in 15 Paesi vantando un'importante presenza industriale in Italia, nel Regno Unito, negli Stati Uniti e in Polonia.

Restando nei confini regionali, invece, le attività dislocate in Piemonte poggiano su tre filiere di sviluppo: l'aeronautica (con le attività della Divisione Velivoli), i Sistemi Avionici e Aviotrasportati (Divisione Elettronica) e lo Spazio (attraverso la partecipata Thales Alenia Space Italia). Le attività della Divisione Velivoli, che conta in Piemonte oltre 3000 addetti diretti, si basano sulla progettazione, sviluppo, qualifica e manutenzione di prodotti e tecnologie militari e duali, attuate presso gli stabilimenti di Torino, Caselle Nord, Caselle Sud e Cameri (NO). Lo stabilimento di Corso Marche invece da oltre 100 anni rappresenta la Storia dell'Aeronautica a Torino e nel nostro Paese ed è notizia recente che l'azienda stia cercando di promuovere con il Politecnico di Torino, Thales Alenia Space e il supporto delle istituzioni locali la nascita della "Città dell'Aerospazio", un luogo in cui, mettendo insieme l'Accademia, la Ricerca in laboratori congiunti di sviluppo tecnologico, le PMI, le Start up innovative e la Grande Impresa del Settore, si porranno le basi per migliorare il posizionamento dell'industria aerospaziale italiana nell'economia mondiale e di valorizzare le attività industriali di elevato valore tecnologico del territorio piemontese.

4.3.1 Leonardo electronics

Nel settore dell'Elettronica per la Difesa, Leonardo si posiziona tra i principali operatori nei sistemi avionici ed elettro-ottici, nella radaristica di bordo, nelle telecomunicazioni per la difesa, nella sicurezza e nei sistemi navali di superficie.

L'elettronica costituisce infatti la base pervasiva di molte linee di prodotto, in particolare nei campi della sensoristica ed è per questo considerata una divisione che abbraccia in modo trasversale settori commerciali, approcci progettuali e normative di riferimento diverse. Si tratta inoltre di una divisione che ha raccolto le sfide del mercato che vede la pervasione dell'elettronica e della sensoristica applicata in settori che storicamente non la prevedevano se non marginalmente o per scopi diversi (**IOT**). Un esempio rilevante, tra le tante applicazioni, è la leadership consolidata nei campi della sensoristica radar e ad infrarosso (IR), che fonda le sue radici sia su fonderie interne, come nel campo dei circuiti a microonde integrati su semiconduttori, che su approcci fab-less, come nello sviluppo delle ROIC (Read Out Integrated Circuit) su Silicio dei sensori IR per imaging, attraverso approcci flessibili che ottimizzano innovazione e qualità del prodotto.

Leonardo è inoltre in prima linea nei diversi campi dell'elettronica, come nel caso dei MMIC (Monolithic Microwave Integrated Circuits) su GaN (Nitrato di Gallio) in figura 22, sviluppati per l'ultima generazione di radar multifunzionali AESA (Active Electronically Scanned Antenna) in diverse bande operative per applicazioni navali, terrestri, aeree e spaziali.



Figura 23: Scheda elettronica e MMIC

Anche le competenze nel campo dell'integrazione microelettronica contribuiscono allo sviluppo di questa nuova generazione di radar, attraverso soluzioni che uniscono alla maggiore efficienza elettronica e termica, l'integrazione intima tra il dominio analogico quello digitale abilitando l'adozione di architetture avanzate. Particolare importanza riveste anche la frontiera delle piattaforme di calcolo ad elevatissima capacità computazionale sviluppate per i sistemi più avanzati nei campi del signal processing.

4.4 Configurazione e Norma ISO 9100

Un'azienda operante nel settore aerospaziale deve conseguire diverse certificazioni e garantire il rispetto dei requisiti in accordo a diversi standard di riferimento, uno dei più importanti, per il suo stretto legame con il noto standard di Qualità ISO 9001, è lo standard ISO 9100.

La norma si rivolge a tutte le organizzazioni che progettano, sviluppano o forniscono prodotti e servizi rivolti al mercato aerospaziale e alla difesa, oltre che alle organizzazioni che forniscono servizi logistici, di manutenzione di materiali o pezzi di ricambio per i propri prodotti o servizi e si applica anche a tutte le aziende che operano nel settore della manutenzione aerospaziale e che commercializzano parti per il settore aeronautico.

Della stesura dello standard 9100 se ne occupa l'International Aerospace Quality Group, IAQG, fondato dall'Industria Aerospaziale nel 1998, che ha sviluppato i requisiti specifici per i sistemi di gestione della qualità e trova applicazione negli Stati Uniti, in Europa e in Asia diventando di fatto uno standard che vanta un'applicazione internazionale.

La norma, si fonda sulla "High Level Structure" della ISO 9001, focalizzandosi su due aspetti nevralgici che sono la gestione del rischio e l'approccio al miglioramento continuo. Le novità introdotte dalla nuova 9100 rispetto alla 9001 puntano a:

- Fornire prodotti di qualità che garantiscano aspetti di sicurezza;
- Un sistema di gestione che comprenda tutta la supply chain;
- Migliorare i requisiti di tracciabilità del prodotto;

- Essere in grado di rispondere in maniera conforme alle esigenze normative, sia dell'industria e sia dei clienti.

Si tratta, semplificando, di uno standard di Qualità integrato degli aspetti di Configuration & Data Management che consente all'azienda l'inserimento in lista senza una ricognizione preventiva, riducendo al minimo le ispezioni e gli audit periodici. Garantisce inoltre la crescita in termini di efficienza, produttività e competitività , rappresentando quindi la valorizzazione dell'investimento già effettuato nel caso di organizzazioni certificate EN ISO 9001.

4.5 Fornitori

In un ambiente in cui la Gestione della Configurazione è applicata (e certificata) secondo i principi descritti nei capitoli precedenti, è stato oggetto di indagine come il trasferimento delle informazioni e della documentaizione associate ad un Prodotto presenti un maggior numero di criticità nei “nodi” della supply chain e nelle discontinuità di processo causate dalla mancanza di comunicazione tra diverse funzioni aziendali e diversi Tool di lavoro. Per quanto infatti ogni principio ed ogni attività possa essere descritta e dettagliata in diverse procedure/normative, spesso ci si ritrova ad affrontare un gap tra il Processo e la sua stessa applicazione ed è per questo che saranno descritte in prima battuta proprio le dinamiche che incorrono tra l'azienda e i propri fornitori a contratto.

L'organizzazione dell'attività produttiva del settore aerospaziale, per il sistema delle relazioni di fornitura (e non solo), assume la forma di un network più complesso rispetto alla tradizionale struttura “ad albero ramificato” in ambito manifatturiero. Tale network è definito relazionale, non solo per il modo in cui si organizzano questi rapporti, quanto per l'importanza assunta dai legami stabiliti dall'impresa nel partecipare a progetti complessi come quelli tipici del comparto A&D.

La costante pressione sui prezzi e la crescente domanda da parte di operatori del settore stanno portando le grandi aziende al vertice o in prossimità del vertice della supply chain a

delegare un numero sempre maggiore di responsabilità, in materia di produttività, a costruttori di componenti e sottosistemi di dimensioni e livello inferiori. Ai fornitori viene oggi chiesto di sottoscrivere contratti a lungo termine (della durata di 10-15 anni), impegnarsi a ridurre periodicamente i prezzi e accettare di assumersi responsabilità contrattuali adottando misure significative per abbassare i costi e rispettare i tempi di consegna per non incorrere in severe penali e garantendo anche la qualità di sistemi sempre più complessi.

Secondo recenti studi il contenuto creato dai fornitori primari rappresenta il 50-60% del valore di un sistema aerospaziale e nel caso specifico, sono proprio le puntuali attività di Configuration & Data Management che concorrono a stabilire un “linguaggio” comune tra cliente e fornitore sia in relazioni predefinite (Built to Print), sia in quelle in cui al fornitore viene data una certa libertà (Built to Spec). E’ necessario infatti che vi sia continuità (in termini di identificazione, report testing, comunicazione e responsabilità,..) anche nel caso di esternalizzazioni per poter gestire, individuare e risolvere le non conformità riscontrabili in fase di accettazione e per perseguire l’obiettivo di garantire che i requisiti siano chiaramente definiti, compresi e verificati dalle parti interessate.

4.5.1 Processo di qualifica

Per essere riconosciuti come parte dell’Albo Fornitori sono previste delle valutazioni preventive da parte dell’unità organizzativa di Quality Assurance Management (QAS), la quale ha il compito di elaborare e applicare un processo di qualifica tenendo conto delle esigenze di diversi stakeholders, che hanno interessi specifici e possono influenzare ed essere influenzati dalle attività, dalle procedure e dagli obiettivi di QAS stessa.

Gli Stakeholders possono suddividersi in 3 categorie (figura 23):

- **Stakeholders interni:** funzioni che operano all’interno dell’azienda;
- **Stakeholders di qualità:** unità interne alla Qualità della divisione;
- **Stakeholders esterni:** le aziende, gli enti e le organizzazioni esterne all’azienda;



Figura 24: Categorie di Stakeholders

Per raggiungere gli obiettivi e per soddisfare le aspettative, l'unità Quality Assurance Suppliers struttura le proprie attività in due macro aree:

Suppliers Qualification

Area responsabile del coordinamento e della successiva manutenzione del processo di qualifica dei fornitori e dei sotto processi ad esso correlati:

- Qualifica nuovi fornitori;
- Rinnovi qualifica fornitori;
- Gestione albo fornitori;
- Piano divisionale audit a fornitori;
- Supporto alla gestione degli eventi straordinari impattanti la qualifica;
- Definizione e Gestione dell'Indice di rischio dei fornitori;
- Contribuzione alla definizione univoca della procedura di gestione qualifica fornitori e di quelle correlate;

Suppliers Product Assurance

Area i cui compiti principali sono quelli di:

- Coordinare gli Audit di Processo/Prodotto ai Fornitori con il Piano divisionale audit a fornitori;
- Coordinare la gestione dei Fires (Non Conformità) con i Fornitori;
- Supportare e monitorare il miglioramento continuo delle prestazioni dei Fornitori.

4.5.2 Gestione del Rischio

Il processo di qualifica è esso stesso la prima vera e propria azione di mitigazione che si mette in atto per limitare il fattore di rischio legato ai rapporti di fornitura. Essendo le aziende entità dinamiche che operano in un contesto in rapida e costante evoluzione (dinamicità esterne sui materiali, sub-lavorazioni, contratti e dinamicità interne quali personale, organizzazione, politiche finanziarie,..), l'azione di mitigazione deve poi proseguire anch'essa in modo dinamico acquisendo continuamente elementi che contribuiscano a mantenere aggiornato il quadro generale del rischio nella fornitura.

Deve essere prevista nell'ambito del processo di qualifica di un fornitore, una valutazione parametrica di rischio basata su più check list, ciascuna dedicata ai principali processi aziendali.

Nel caso in cui la qualifica sia integrata con l'esecuzione di un Audit presso il fornitore si ricava da questo un altro indice di rischio tecnico qualitativo che si integra con il precedente. Questa valutazione viene fatta sia in sede di prima qualifica che in quella di rinnovo della stessa e il valore di questo indice di rischio, definito "statico" in quanto rappresenta una "fotografia" del rischio del fornitore al momento della prima valutazione, viene riportato sia nei verbali del suddetto Comitato che nell'Albo fornitori nel caso che la qualifica si concluda con successo.

Il quadro dell'indice di rischio del fornitore si completa e si integra aggiungendo l'elemento "dinamico" per assicurare un dato costantemente aggiornato (con finestre temporali dell'ordine di un mese) e fornire un contributo significativo al **Procurement**, e quindi al

Business aziendale, sulle scelte dei fornitori per gli ordini di acquisto e più in generale per una efficace gestione del parco fornitori.

4.5.3 Ingaggio Fornitori

Le premesse di un Albo Fornitori qualificato, monitorato con opportune metodologie (indici di rischio) e con l'eventuale costruzione di indicatori di performance evidenziano come di fatto esse siano mirate alla qualifica di un'azienda come possibile fornitore ma non concorrono a stabilire le modalità nel tracciare e nell'assicurare l'esito positivo di un rapporto di fornitura: ad esempio di come sia necessario che l'azienda garantisca un certo numero di documenti ufficiali che consentano di gestire la realizzazione di un qualsiasi tipo di esternalizzazione in modo standardizzato, estraibile da un Sistema informativo accompagnando il prodotto finale in tutto il suo lifecycle, ovvero sottoponendolo a configurazione .

La fase di ingaggio per la realizzazione di una commessa dovrebbe sempre passare attraverso l'invio di specifici set documentali che "raccontino" gli accordi presi tra le parti e i requisiti di prodotto/processo da rispettare; tra questi lo Statement of Work (SOW), ovvero una richiesta formale di fornitura intesa come insieme di milestone associate al programma, la Procurement Specification (PSP), una sorta di data sheet del fabbisogno, ed eventualmente il Source Control Document che aggiunge caratteristiche specifiche a partire da una PSP pregressa.

Questa necessità in apparenza di stampo "notarile" nasce a valle di un disallineamento organizzativo e tecnologico inevitabile nel rapporto cliente-fornitore, ovvero l'impossibilità da parte dell'azienda esterna di relazionarsi direttamente con i sistemi informativi aziendali (PLM, ERP...) a causa delle politiche interne di sicurezza informatica e di riservatezza. Questa scelta da un lato tutela l'azienda da rischi legati alla violazione di dati progettuali sensibili ma dall'altra rallenta quel processo di integrazione già più volte citato che garantirebbe un riscontro accurato ed in tempo reale sui dati di una commessa esterna. Per colmare questo gap una strada percorribile è quella di fornire alla controparte una State Of Compliance (SOC), documento che analizza e stabilisce la compatibilità delle modalità di

gestione dei requisiti , dei documenti e più ingenerale di gestione tutte le attività di configurazione a partire dagli aspetti di identificazione.

Da un punto di vista attuativo, nell'ipotesi che l'azienda per motivi strategici debba esternalizzare la produzione di Items di cui detiene la **design authority**, ci sono più scenari che si possono delineare dei quali la funzione CM è chiamata a gestirne l'avanzamento. Di seguito sono descritti due scenari tipici del settore:

- Esternalizzare la costruzione dell'item/apparato data una progettazione interna;
- Esternalizzare la realizzazione del design e della produzione (specifica).

Nel primo caso:

1. L'item o gli items, vengono identificati, documentati e formalizzati sul PLM aziendale secondo le procedure standard previste. Quindi completati di tutta la documentazione necessaria alla fase costruttiva e di collaudo, ovvero il Technical Data Package (TDP);
2. Viene identificato il fornitore da utilizzare a carico del procurement secondo i criteri di ingaggio opportuni;
3. Viene realizzato lo Statement Of Work, nel quale vengono descritte tutte le informazioni necessarie alla regolamentazione della prestazione/fornitura;
4. Viene emesso il relativo ordine corredato dal SOW e dal Technical Data Package;
5. Un Configuration Manager in questo caso ha la responsabilità di :
 - a. garantire la validità del TDP disponibile sul PLM;
 - b. accertarsi che il processo di gestione della Configurazione messo in atto dal fornitore, sia coerente con quanto atteso dai requisiti contrattuali, supportando il fornitore, se e quando necessario;

- c. eseguire il Functional Audit e, presso il fornitore, il Physical Audit redigendo i rispettivi rapporti .

Nel secondo caso:

1. L'item o gli items, vengono identificati sul PLM aziendale secondo le procedure standard previste.
2. Viene redatto il documento Procurement Requirement Specification (PRS) dove sono specificati appunto i requisiti nei quali deve performare il prodotto richiesto.
3. Viene identificato il fornitore da utilizzare.
4. Viene realizzato il documento Statement Of Work, nel quale vengono descritte tutte le informazioni necessarie alla regolamentazione della prestazione/fornitura. Dovrebbe essere precisata la modalità da parte del fornitore di sviluppare la documentazione utilizzando identificativi concordati (formati da utilizzare, elenco dei P/N compreso i codici dei componenti standard Normalizzati e degli eventuali seriali che il fornitore deve attribuire);
5. Il fornitore sviluppa tutta la documentazione richiesta/necessaria e fornisce il Technical Data Package.
6. Un Configuration Manager ha la responsabilità di:
 - a. accertarsi che il processo di gestione della Configurazione messo in atto dal fornitore, sia coerente con quanto atteso dai requisiti contrattuali, supportando il fornitore, se e quando necessario;
 - b. eseguire il Functional Audit e, presso il fornitore, il Physical Audit redigendo i rispettivi rapporti.
 - c. verificare, con l'ausilio del Quality Manager; che la documentazione fornita tramite TDP sia Consistente e Completa;

- d. staccare, sul PLM, il documento dall'anagrafica dell'item e popolarla con i documenti ricevuti tramite TDP;
- e. su mandato specifico, fatte le opportune verifiche, rilasciare la documentazione e la Parte sul PLM aziendale;
- f. emettere Product Baseline (PBL) per certificare la chiusura della fase As Design.
- g. Da qual momento l'item o gli items, rientrano nel processo standard di Business Objects (BO) generati dall'azienda.

Come si evince da questo breve esempio i documenti applicabili e le attività di configurazione cambiano ed evolvono in base a diverse situazioni legate in particolare alla tipologia di fornitura in oggetto, in tabella 2 sono perciò illustrati i diversi tipi di prestazioni e contratti di fornitura tipici di un supplier del settore aereospaziale.

Tabella 2: *Suddivisione Fornitori*

CLASSIFICAZIONE FORNITORI	Fornitori diretti Fornitori Indiretti Fornitori in concessione
CRITERI DI DEVIRSIFICAZIONE	Settore di attività Tipologia di fornitura Volume potenziale di acquisto Esclusività/Sostituibilità del fornitore
TIPOLOGIE DI FORNITURE	Fornitura a catalogo SCI (Richiesta specifica di requisiti più stringenti rispetto ad item già presenti a catalogo) ACI (Richiesta di personalizzazione rispetto a un item a catalogo) CDI (Il fornitore produce seguendo la progettazione e il design forniti dall'azienda) SCD (Specifica di acquisto, il fornitore progetta e produce secondo requisiti specifici dati dall'azienda)

Ogni tipologia implica procedure e responsabilità diverse, ad esempio il contratto di fornitura a specifica SCD, come visto nell'esempio 2 in precedenza, è sicuramente il caso più critico e attenzionabile dal punto di vista della configurazione in quanto il fornitore è chiamato a sottostare a precisi parametri inerenti sia alle prestazioni del prodotto sia al trattamento dei dati e della documentazione di quest'ultimo. Questo implica che debbano essere ben chiare le modalità con le quali sono gestate le informazioni in entrata, a partire proprio dalle modalità di identificazione, in modo tale che l'intercettazione di eventuali Non Conformità a posteriori possano essere univocamente ricondotte alla loro causa e al loro posizionamento nella catena produttiva.

Diverse problematiche potrebbero essere sicuramente minimizzate accertandosi già in fase pre-contrattuale che il fornitore in questione abbia interiorizzato la disciplina di Gestione della Configurazione secondo un processo più o meno strutturato a seconda delle caratteristiche della commessa e in linea con i principi descritti nei capitoli precedenti. Infatti, nonostante in fase di qualifica un fornitore venga già sottoposto a diverse checklist da

parte di QAS, ad esempio nell'ambito di Quality Management, e nonostante i fornitori di maggior "peso" (fornitori primari) possano a loro volta essere certificati su questi aspetti, spesso in realtà di fornitura o subfornitura più piccole non vengono verificate le dinamiche relative alle metodologie CM con il conseguente insorgere di problematiche segnalate in ritardo e che portano ad ingenti costi.

A tale proposito in tabella 3 è proposta una possibile checklist che può aiutare l'azienda in fase di ingaggio a determinare il livello di specificità di un supplier riguardo al processo di configurazione e viceversa può consentire ad un fornitore di auto-allinearsi con attività che prima venivano trascurate e porterebbero vantaggi sia contrattuali che interni in termini di efficienza e costi.

Tabella 3: Checklist sui principi CM

Organizzazione e Risorse CM	SI	NO	OSSERVAZIONI
L'azienda attua un processo CM definito e documentato?			
Il processo CM è "compliant" con i requisiti a contratto?			
L'azienda ha una metodologia per la gestione e il rilascio della documentazione(Eng. drawings, design specs, ICDs, work instructions/op cards, process specs, tool drawings, etc.)?			
L'azienda dispone di un tool informatico (PDM/PLM) per la gestione delle informazioni relative al prodotto?			
Configuration Management Planning			
Le attività CM sono esplicitate in un piano adeguato alle attività di programma?			
Il suddetto piano è periodicamente aggiornato e revisionato?			
I processi documentati sono disponibili e diffusi in modo efficace a tutto il personale dell'azienda?			
Esistono procedure e policy aziendali a cura del processo CM?			

Le suddette procedure sono aggiornate rispetto ai requisiti contrattuali?			
Esistono procedure e controlli CM per assicurare eventuali sub-fornitori ai requisiti CM?			
Configuration Identification			
Ogni elemento è codificato tramite un univoco part number?			
Le modalità di codifica mostrano le relazioni tra eventuali parti già assemblate e "standard part"?			
I processi di modifica del Part Number sono coerenti con le modalità CM?			
L'azienda ha correttamente identificato i componenti selezionati dal cliente come elementi di configurazione (CI) in tutta la sua documentazione (specifiche, disegni, procedure, rapporti, targhette, decalcomanie, ecc.)?			
Lo stato di approvazione delle specifiche CI è documentato?			
I dw (disegni tecnici) sono conformi ai requisiti del cliente per il formato del disegno, riproduzione, conservazione e consegna?			
Ci sono sufficienti istruzioni per la preparazione, il controllo, la revisione e rilascio dei technical dw?			
CONFIGURATION CONTROL			
Le modifiche indirizzate al supporto del prodotto, alla produzione, alla qualità sono valutate e attuate secondo dei criteri di impatto?			
E' presente un'autorità specifica per l'accettazione o il rifiuto di una change(CCB)?			
L'impatto di una modifica proposta è formalmente stabilito?			
Sono tracciate e documentate le decisioni riguardanti una change?			

I numeri di identificazione delle modifiche vengono assegnati con sufficiente anticipo nel file di elaborazione delle modifiche per garantire l'accumulo di tutti i dati pertinenti la modifica?			
Le richieste di modifica vengono preparate, tracciate e comunicate per ogni modifica?			
Esiste una procedura per accelerare l'elaborazione delle modifiche quando necessario per evitare problemi di sicurezza, costi eccessivi o interruzioni della linea di produzione?			
I documenti di ingegneria modificati sono identificati come ufficialmente rilasciati?			
Sono emessi documenti di modifica per coprire i cambiamenti nel supporto, nella formazione apparecchiature di test?			
E' presente un flusso approvativo fino alla fase di rilascio?			
Gli standard records forniscono l'identificazione della configurazione di ogni articolo consegnabile al momento della consegna o dell'accettazione del cliente?			
L'azienda dispone di metodi chiaramente documentati per controllare / tenere conto di eventuali deviation e wavier?			
Il sistema organizzativo controlla l'uso di parti non standard o di parti sostitutive?			
CM Status Accounting			
Esiste un processo definito e documentato per la raccolta, la registrazione,elaborazione, manutenzione e reporting dei dati di configurazione necessari per il programma?			
Esiste in sistema informativo che funge da tatabase per tutte le informazioni sulla configurazione di prodotto?			
CM Reviews e Audit			

Sono state definite attività CM dell'organizzazione per supportare i programmi e le eventuali revisioni tecniche?			
Esiste un processo definito per gli audit di configurazione richiesti?			
E' presente del personale qualificato in ambito di verification&audit secondo gli standard del settore?			

4.6 Non Conformità

Le Non Conformità sono il “campanello d’allarme” che utilizza un’azienda per monitorare le proprie performance, per tracciare l’insorgere di problematiche e soprattutto per migliorarle risalendo alle cause.

Sarà descritta la gestione delle non conformità rilevate dalla funzione Qualità di Leonardo Electronics in conformità allo standard EN9100 e saranno “mappate” nelle diverse fasi dello sviluppo del prodotto e di un progetto (già descritte in parte nel paragrafo 1.6.2), con lo scopo di allinearle rispetto al Processo CM e di fare emergere come e quali di queste siano legate a problematiche di Configuration Management ove prima non venivano identificate come tali. L’obiettivo è quello di migliorare quindi la comunicazione (o mitigarne l’assenza) tra funzioni che operano per lo stesso fine ma con metodologie in parte differenti (NC di qualità, gestione dei Problem report CM), arrivando a mettere a fuoco quelle particolari Non Conformità inerenti al processo di esternalizzazione che nascono proprio a seguito delle dinamiche descritte nei paragrafi precedenti.

Per definizione, una non conformità è il mancato soddisfacimento di un requisito applicabile e definito dalle specifiche e la gestione della medesima è l’azione o la serie di azioni atte a riportare in compliance il requisito.

L’implementazione di una efficace procedura è necessaria per poter analizzare nel migliore dei modi le deviazioni e non deve limitarsi alla risoluzione tramite correzioni puntuali ma essere anche un “contenitore” per l’analisi delle cause profonde (Root Cause Analysis) con il fine di evitare il reiterarsi della medesima (figura 24).



Figura 25:Correzione vs Azione correttiva

Le non conformità devono inoltre essere studiate nel loro complesso oltre che singolarmente, affinché sia evidenziata l'incidenza sistemica sulla qualità e ciò presuppone che sia implementato un Sistema di gestione e di archiviazione apposito. Un modello agile, adattabile a nuove situazioni, è l'unico che possa sostenere i miglioramenti ottenuti grazie alle azioni correttive; qualsiasi miglioramento, infatti, è destinato a non perdurare nel tempo se non si applicano meccanismi capaci di renderlo ripetibile.

Le Non Conformità sono genericamente divise in NC di Sistema/Processo e NC di prodotto. Sono da considerare “NC di Sistema/Processo” quelle relative ad inadempienze nell'applicazione delle regole, procedure, modalità operative stabilite dalle procedure e dalle relative prescrizioni di contratto, comprese le carenze e/o il mancato rispetto o inadeguatezza degli standard di riferimento. Queste poi devono essere ulteriormente collegate ai processi interessati (ad. es progettazione, acquisti e logistica, produzione, risorse umane, ecc.) e sono solitamente rilevate nel corso degli audit interni (o da un Ente di Certificazione) anche se possono essere segnalate da chiunque nelle diverse fasi di sviluppo di un progetto.

Sono da considerare invece “NC di prodotto” le non conformità riguardanti le carenze nei contenuti del Progetto/Programma (in termini di output) risultati non conformi a quanto previsto nell'atto contrattuale e relativi allegati..

In entrambi i casi devono essere stabilite:

- adeguate azioni di contenimento, se necessarie, per prevenire la ripetizione del problema/non conformità, mitigare effetti negativi, isolare e proteggere il Cliente e l'Azienda;
- efficaci correzioni, per eliminare la non conformità dal contesto in cui è stata rilevata;

- valutazioni sulla necessità di identificare e attuare azioni correttive per eliminare la causa della non conformità, in modo che essa non si ripresenti o si rilevi in altri contesti.

La gestione delle non conformità avviene operativamente su un tool specializzato (SAP QM) e segue un preciso flusso schematizzato in figura 25. Nel momento in cui viene individuata una non conformità essa deve essere creata nel sistema e registrata inserendo dei parametri/campi (che verranno approfonditi in seguito), in seguito la NC sarà analizzata e le verrà attribuito un peso di impatto in modo tale che possano essere prese scelte attuative come:

- Apportare una correzione puntuale, come ad esempio una rilavorazione in caso dell'ambiente produttivo;
- Convocare un board per apporre eventuali azione correttive;
- Eventuale RCA (root cause analysis).

Una volta che la NC è ritenuta risolta o annullata è necessario che venga dichiarata chiusa a sistema, passaggio indispensabile per l'accurato calcolo di indicatori di performance creati appositamente in ottica di controllo e miglioramento del processo.



Figura 26: Evoluzione delle NC

Nella tabella seguente (tabella 4) sono descritte le principali tipologie di Non Conformità attualmente considerate e i loro rispettivi identificativi:

Tabella 4: Tipologia NC

TIPO NC	CONTESTO	DESCRIZIONE
E2	Fornitori in fase di progettazione	Non conformità sulla milestone riscontrata nei deliverables (documenti/materiali) dei fornitori di ENG per prestazioni di sviluppo progetto/prodotto
E3	Design e sviluppo	Non conformità intercettate durante le design review, causa difettosità riscontrate nello sviluppo interno di Prodotto/Progetto
E0	Verifiche e Accettazione	Non conformità riscontrate in fase di validazione a cavallo tra progettazione e produzione
F2	Incoming di Produzione	Non conformità riscontrate in fase di ricevimento di un lotto di fornitura
F3	Produzione	Non conformità riscontrate nelle attività di produzione (uno stesso item può avere più NC in base alle fasi in cui vengono riscontrate
F6	Subassiemi	Non conformità dei moduli evidenziati nelle NC F3;tracciano anche NC dei moduli di fornitura.
D2	Deroghe concesse al fornitore	Traccia le deroghe richieste dai fornitori
D3	Deroghe concessioni interne	Traccia le deroghe interne al Production Data Package
QA	Quality Assurance	NC per gestire problemi di RCA

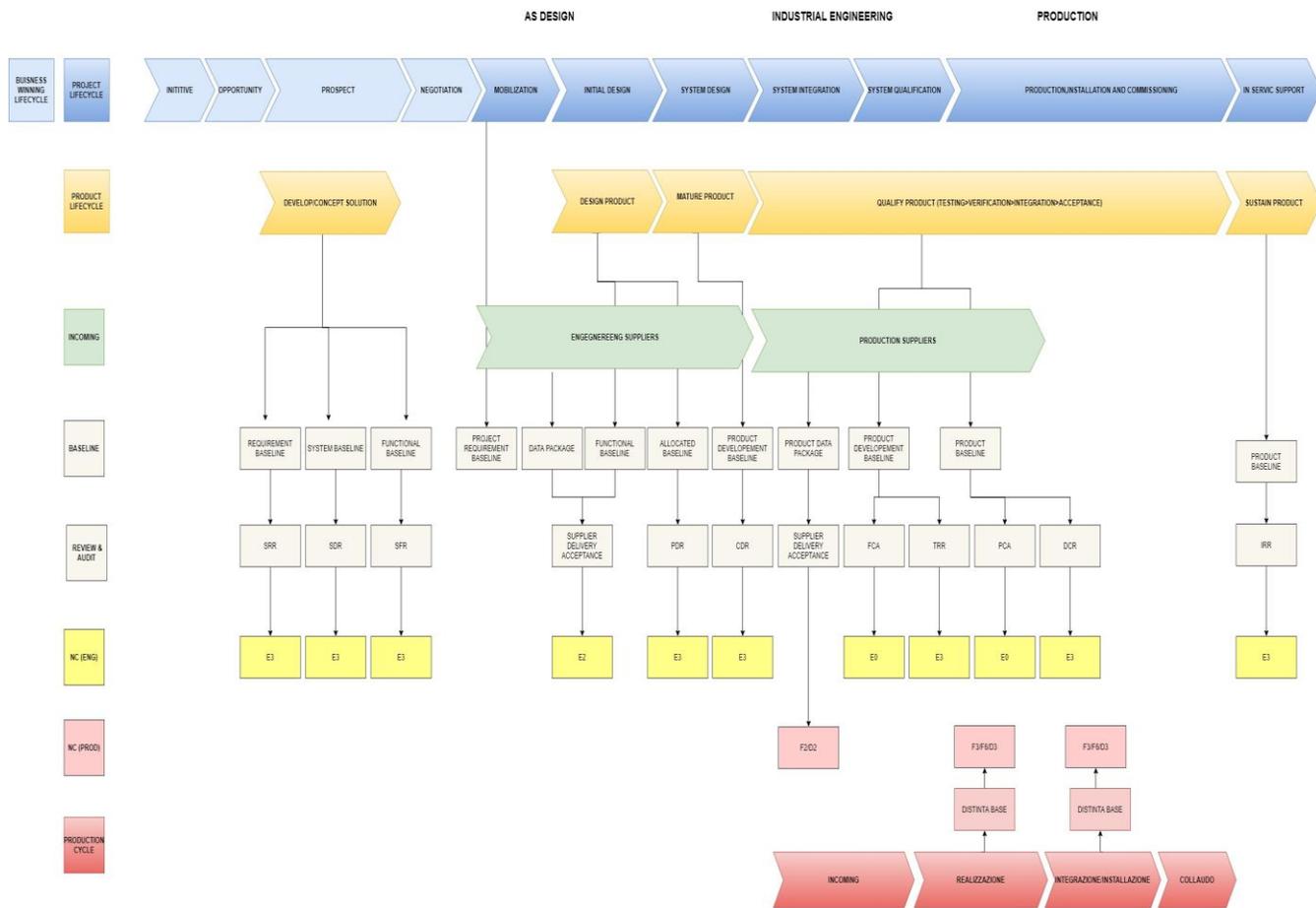
Le non conformità di ingegneria (E2,E3,E0) sono state strutturate recentemente a seguito dell'evidenza dell'impatto propagato che potevano avere se non intercettate tempestivamente e non sono perciò ancora del tutto conteggiate nei KPI di progettazione. Questa scelta ricade anche nell'ottica di distinguere le responsabilità e le tematiche che intercorrono tra l'ingegneria e la produzione, nodo sicuramente problematico quanto il rapporto coi fornitori. Alcune NC, inoltre, risultano strettamente correlate ad aspetti tipici di Configuration Management che prima non venivano tracciati in ambito "Qualità" ma gestiti internamente nei tool e nelle procedure previste (aperture di Problem Report , Gestione delle modifiche,..).

E' importante evidenziare infatti come il Quality Management sia sempre stato un processo focalizzato su aspetti di produzione rispetto a quelli di ingegneria, non considerando però lo stretto legame che ormai intercorre tra ogni fase del ciclo produttivo.

Inoltre non è sempre visto positivamente l'arricchimento della classificazione delle non conformità; per quanto sia vero che l'aumento delle tipologie delle problematiche a primo impatto possa essere assimilabile ad un segnale negativo o ad un costo per l'azienda, questo è minimo se paragonato al risparmio che può essere ottenuto con le giuste azioni correttive/preventive atte ad eliminare la causa (soprattutto qualora vi sia una deviazione che si presenta iterativamente) che possono essere intraprese solo a seguito di un'attenzione puntuale in ogni aspetto e in ogni fase.

Per chiarificare il legame tra tra Processo CM e la gestione delle Non Conformità, in figura 26 quest'ultime sono state mappate nel ciclo di vita del prodotto, con lo scopo di collocarle temporalmente rispetto alle tappe tipiche del processo CM e delle relative Baseline, le quali fungono da input per l'intercettazione delle problematiche stesse: ciò consente di isolare dal database le NC direttamente correlabili alle funzioni CM e ricondurle in modo puntuale alla Configurazione di riferimento, facilitando notevolmente il processo di root cause analysis e mitigando le probabilità di rilevare una non conformità significativa possibile collegarle o addirittura anticiparne l'individuazione impattando direttamente sui costi di gestione che esse anno e che comportano.

In figura 27 sono state infine analizzate le tipologie delle Non Conformità aziendali viste in precedenza, scomponendole per categoria ed isolando quelle afferibili a problematiche di Configurazione. Questo consente operativamente di allertare i Configuration Manager tempestivamente e di non attribuire tali problematiche a funzioni estranee senza la giusta consapevolezza al riguardo.



Tot

Figura 27: Mappatura NC nel Processo CM

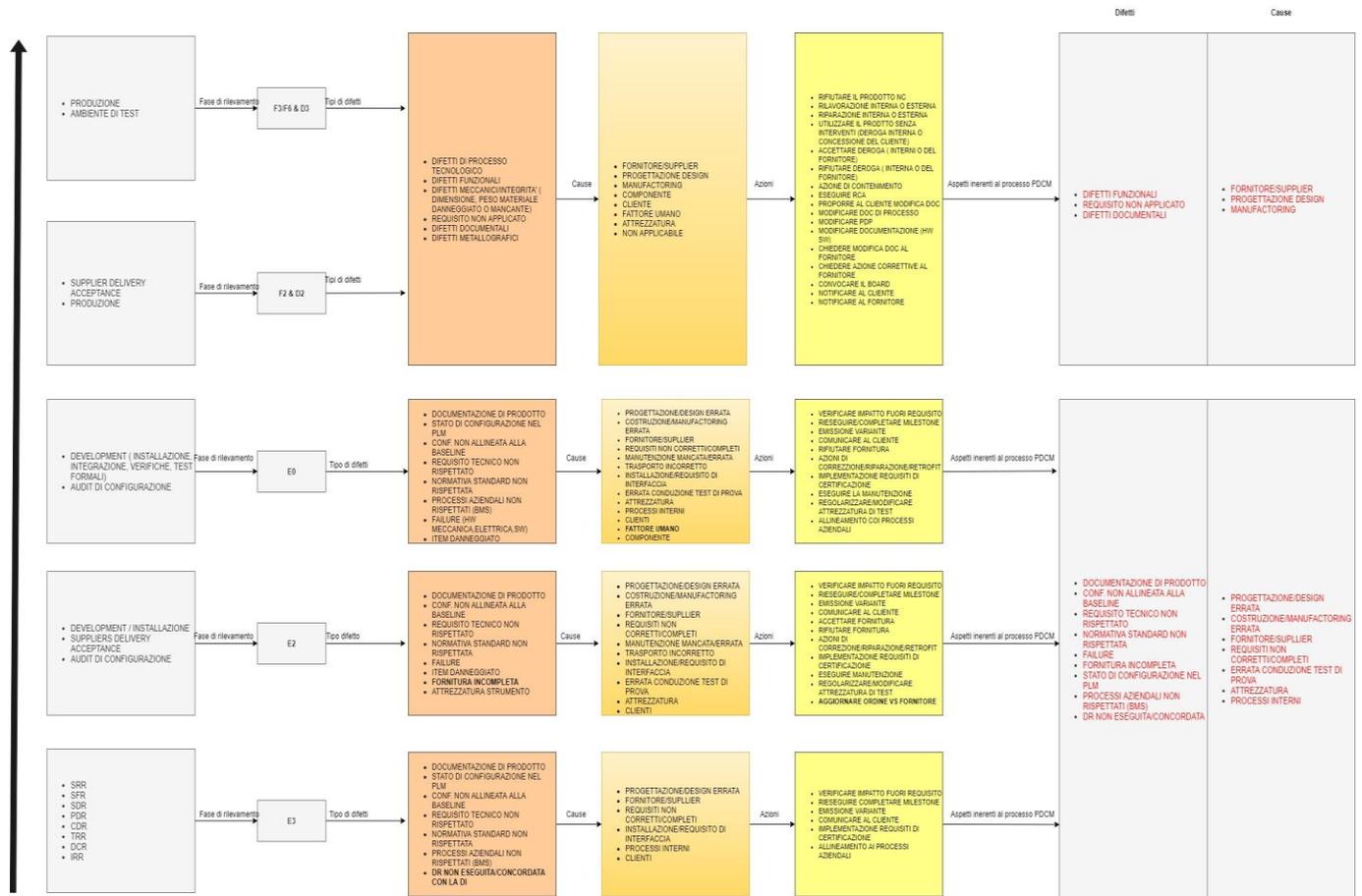


Figura 28: NC riconducibili a problematiche di Configurazione

4.7 Il caso dei Condensatori SMD

Il caso che sarà descritto rappresenta nei fatti una delle problematiche che possono sorgere quando non sono applicate le logiche descritte nei paragrafi precedenti ed ha come protagonisti un fornitore primario di Leonardo Electronics ed un suo subfornitore (dei quali non saranno esplicitati i nomi per accordi di privacy) .

Nell'estate 2020 un fornitore primario di Leonardo Electronics ha preso la decisione, a seguito di una attenta analisi, di esternalizzare l'assemblaggio di alcune schede elettriche, affidandolo ad un indotto autorizzato a lavorare in "conto pieno" , ovvero con la presa a carico dell'approvvigionamento materiale e il vicolo di consegnare direttamente il prodotto finito. La scheda elettrica in questione necessita, tra i suoi componenti, dell'integrazione di un condensatore SMD (figura 28).

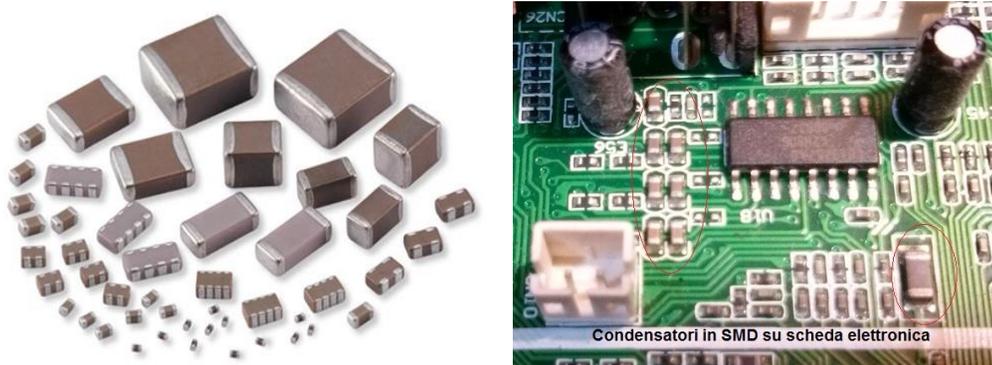


Figura 29: Condensatori SMD

Si tratta di un particolare componente formato a sua volta da due condensatori, in questo caso in materiale ceramico, messi in parallelo e uniti da delle "alette" metalliche per raggiungere la capacità richiesta dai requisiti contrattuali (100 microfarad). Questa specifica Configurazione dell'oggetto viene dunque registrata internamente all'azienda, modellizzata dai progettisti sul CAD di ingegneria e descritta nella relativa scheda tecnica: ha particolare valore per questo caso il valore dello spessore dell'item (7.5 mm).

L'approvvigionamento scelto per questo condensatore, seguendo la divisione in tabella 2, è "a catalogo" ed è perciò codificato con un Manufacturing Part Number (MPN) al quale corrisponde un univoco Corporate Part Number (CPN). Ad un CPN, di regola, possono infatti corrispondere MPN a patto che essi siano tra loro "3F", ovvero del tutto alternativi nel Fitting nella Forma e nelle Funzionalità, la logica a monte è che possono sempre esserci più fornitori/subfornitori equivalenti per un oggetto reperibile a catalogo sul mercato ed è anzi una possibilità auspicabile in un'ottica di possibili gare di appalto e minimizzazione del prezzo di acquisto. Nel caso in questione tuttavia, il subfornitore è unico e trattandosi di un prodotto (il condensatore) largamente utilizzato per diversi tipi di apparati elettronici esso viene gestito dal Sistema informativo e inserito automaticamente nella struttura (Albero di Prodotto) di diversi apparati appartenenti a programmi diversi.

Ad ottobre 2020 il subfornitore segnala all'azienda l'impossibilità di reperire i due condensatori da 50 microfarad, ormai introvabili sul mercato, e per ottenere la stessa capacità richiesta come requisito (100 microfarad) a partire da questa data opererà parallelizzando tre condensatori da 33,3 aumentando però così lo spessore del prodotto da 7,5 a 11,5 mm.

A valle di questa segnalazione l'indotto chiede una deroga all'azienda che dopo opportuni test e verifiche riscontra che il nuovo valore di 11.5 non porta ad impatti significativi (3F), su questo particolare lotto di schede elettriche, per questo specifico programma e lo approva. Questa deroga è tuttavia gestita in modo non convenzionale (tramite mail), al di fuori da qualsiasi tool gestionale dell'azienda e non è perciò ufficialmente tracciata nè in termini di configurazione nè dalla qualità aziendale.

L'indotto a questo punto è autorizzato a procedere con la produzione delle schede: necessita di "soli" 350 condensatori ma il sub-fornitore vende a lotti da 500, quindi viene acquistato il lotto, sono prodotte le schede e consegnati all'azienda anche i condensatori in eccesso affinché non vengano inutilmente sprecati e poichè già (teoricamente) presenti e configurati nel Sistema Informativo.

In "accettazione" le schede vengono verificate e passate al comparto produttivo perfettamente funzionanti mentre i condensatori in esubero giungono con un valido P/N (approvato con deroga relativa solo a quella precisa commessa) e vengono smistati a

magazzino assieme ad altri condensatori dalla stessa capacità ma dal differente spessore di 7,5 mm.

Nei mesi successivi, un programma del tutto indipendente da quello illustrato ha l'esigenza di costruire un nuovo apparato con un nuovo Part Number, per il quale è necessario il condensatore in questione: vengono casualmente prelevati dal Sistema di gestione delle rimanenze a magazzino alcuni condensatori da 11 mm ritenuti dal punto di vista dell'identificazione e della configurazione identici a quelli da 7.5.

Poichè in termini di caratteristiche elettriche essi risultino equivalenti, superano agilmente le prime fasi di testing e successivamente vengono assemblati nel nuovo apparato finale al quale è montata una copertura (in foglio di alluminio sottilissimo) di 20x15 cm e applicata una nervatura rinforzante di circa 3 mm . Questa nervatura va in contatto con i condensatori troppo alti (trattandosi di un "montaggio cieco" questo particolare era nascosto alle verifiche visive) ma supera nuovamente i test elettrici grazie all'applicazione, come da prassi, di una resina isolante .

Giunge infine la fase di "burn-in" ,ossia il collaudo dell'apparato, che viene sottoposto a cicli termici nelle opportune camere ambientali e ad altre stressature termiche/meccaniche; è in questo frangente che si verifica un guasto e l'apparato risulta gravemente danneggiato.

L'indagine per risalire alla causa ha sospeso la filiera produttiva per diverse ore e si è giunti all'evidenza di un cortocircuito tra il condensatore e la nervatura metallica, arrivando ad imputare la causa primaria del danno all'errore sull'item inserito a magazzino senza cambio di identificativo.

Contemporaneamente al guasto, l'MRP aziendale ha continuato a generare in automatico richieste di approvvigionamento per il componente indagato, ormai inserito in molteplici strutture di prodotto, ed è solo grazie all'avviso da parte del fornitore che è stato scongiurato il ripetersi in più sedi, dislocate anche geograficamente in luoghi diversi, del danno: l'unica azione che può intraprendere l'azienda per far fronte a questa problematica è quella di "squalificare" definitivamente il codice e crearne un altro con una nuova scheda tecnica (non basta infatti una "semplice" revisione perchè non impatta sul P/N come visto in tabella 1).

Le conclusioni che si possono trarre da questo caso sono molteplici, in termini di responsabilità, di azioni preventive ed anche in termini economici.

Le responsabilità sono da attribuirsi sia al subfornitore, che non ha cambiato il P/N ma aggiornato solo la scheda tecnica, che all'azienda (fornitore primario) che non ha gestito la deroga in maniera ufficiale, ovvero aprendo una Non Conformità al momento del guasto, che sarebbe stata tracciata a Sistema e avrebbe forse evitato il reiterato ordine dal componente difettoso. In particolare, il primo errore si sarebbe potuto evitare assicurandosi o certificando che il fornitore fosse dotato di un processo adeguato di Gestione della Configurazione, il quale non avrebbe mai permesso l'avanzamento di una "change" 3F sull'item senza un preciso processo di modifica (change management) che avrebbe portato all'automatico cambio del Part Number. Qualora infatti fosse stato correttamente identificato il nuovo condensatore di 11.5 mm non sarebbe sicuramente stato "mischiato" a magazzino con i vecchi condensatori di equivalente capacità.

L'azienda d'altro canto avrebbe potuto evitare il danno gestendo la deroga come una Non Conformità "D2": se la concessione della modifica per quella specifica commessa fosse stata tracciata dal Sistema ufficiale sarebbe stato chiaro, e soprattutto automatico, che al chiudersi dell'appalto, quel condensatore con quelle specifiche non poteva rientrare in nessun'altra struttura di prodotto.

Infine è importante sottolineare come la misura di squalificare un codice si sia tradotta in un incremento dei costi e in ritardi di consegna non trascurabili.

Nel complesso, un caso che all'apparenza può sembrare banale per la tipologia degli elementi coinvolti (condensatori di piccole dimensioni) e per le attività impattate (identificazione e gestione delle deroghe) può incidere fino ad alcune decine di migliaia di euro a causa della sospensione della produzione e al conseguente pagamento delle penali contrattuali associate.

Se si considera la probabilità anche solo marginale che tale casistica avvenga su prodotti della numerosità (centinaia di migliaia di item) e complessa realizzativa (più attori che si devono coordinare per la progettazione, la realizzazione e la verifica) tipica del settore A&D, diventa chiaro come il danno arrecato non potrebbe essere considerato marginale o accettabile; l'attuazione del processo di Configuration Management, quando questa previene tali errori, non può quindi essere vista solo come una mera attività notarile ma rappresenta una vera e propria assicurazione sul prodotto.

CAPITOLO 5-CONCLUSIONI E PROSPETTIVE FUTURE

La gestione della configurazione si pone fin dalla sua nascita come una metodologia che concorre alla “normalizzazione” dei processi industriali rendendo sistematiche e riproducibili le attività indispensabili all’industrializzazione di un prodotto. Nella prima parte della trattazione sono stati infatti descritti i “pilastri”, i sotto-processi che costituiscono questa disciplina: la standardizzazione degli elementi costitutivi di un progetto nasce dall’esigenza di garantire la disciplina di “change management”, il cuore del processo, che gestisce e traccia i cambiamenti e le modifiche, spesso ritenuta però erroneamente un sinonimo dell’intero processo. Il tema della “configurabilità” e della gestione delle varianti è infatti sicuramente importante e caro alla maggior parte delle realtà industriali (ad esempio il settore Automotive) che sempre di più hanno maturato consapevolezza riguardo alla gestione dell’intero lifecycle anche a valle della produzione, ispirandosi alle metodologie di matrice orientale di Quality Management. A livello operativo per gestire l’intero lifecycle compresa la fase “in service” fuori dai propri confini, nessuna realtà può più prescindere da un accurata pianificazione, una precisa identificazione degli elementi e da un processo di verifica strutturato che consenta la tracciabilità delle informazioni.

In settori come quello A&D la Gestione della Configurazione è da sempre applicata e certificata ma è stato dimostrato che il trasferimento dei dati e della documentazione presenti ancora delle evidenti criticità nei “nodi” della supply chain e nelle discontinuità del processo stesso, causate dalla scarsa comunicazione tra diverse funzioni aziendali in termini di adeguata sensibilizzazione delle risorse umane e integrazione dei tools di lavoro a supporto del processo. Per quanto le “regole” possano essere descritte e dettagliate in diverse procedure, spesso ci si ritrova infatti ad affrontare un gap tra il processo e la sua applicazione e sono proprio le puntuali attività di Configuration & Data Management che dovrebbero concorrere a stabilire un “linguaggio comune”, tra produzione e ingegneria, tra incoming e logistica, tra cliente e fornitore ecc.. E’ necessario infatti che vi sia continuità operativa e di attuazione delle regole e del linguaggio anche verso i fornitori per poter gestire le non conformità riscontrabili in fase di accettazione e per perseguire l’obiettivo, verso i

clienti, di garantire che i requisiti iniziali e le loro ridefinizioni siano puntualmente attuati, tracciati e verificati.

Una comprensione non solo di *cosa* fare, ma del *perché*, sta quindi alla base del saper padroneggiare e personalizzare l'applicazione delle attività di configurazione plasmandole alle proprie necessità: se implementato in modo efficace, si è visto come il processo fornisce un ritorno positivo sul costo del prodotto e come l'investimento nella formazione delle risorse e negli strumenti minimizzi i rischi determinati da un controllo "spezzettato" e dalle incongruenze tra la documentazione ed il prodotto finito che spesso necessita di attività sommarie, costose e non previste di reverse engineering.

L'attuazione del Processo di Gestione della Configurazione è inoltre cambiata nel tempo ed è tuttora in cambiamento; ciò è dovuto all'attuale passaggio a pratiche più veloci incentrate sull'elaborazione di un numero sempre maggiore di dati derivanti dal mondo della sensoristica (IOT) che necessitano continuamente di essere comparati con quelli del progetto/prodotto che li ha determinati, ovvero con le relative Baseline. È attraverso tali cambiamenti che il Configuration Management sta acquisendo importanza come approccio alla gestione del cambiamento di progetti e servizi complessi, evolvendo da "semplice" attività notarile volta alla gestione di informazioni statiche (cartacee a simil cartacee) a disciplina proattiva nella gestione di informazioni dinamiche proprie dell'era dei Big Data.

L'aumento dell'uso delle tecnologie digitali e del lavoro flessibile mettono infatti in discussione pratiche di gestione della configurazione basate su documenti piuttosto che su informazioni: le caratteristiche della disciplina non sono più stabili e fisse, ma sono esse stesse in evoluzione, includendo il lifecycle, gli approcci agili e le modifiche alla strategia e al progetto.

Nell'era dei "big data", le informazioni provenienti dai progetti e dai prodotti realizzati sono viste esse stesse come facenti parte del progetto e utilizzate/utilizzabili: nonostante le continue preoccupazioni sull'integrità, molte aziende si stanno allontanando da un processo decisionale asincrono e reattivo passando all'uso dell'analisi predittiva per il processo decisionale in tempo reale e proattivo, dove i set di dati diventano sempre più aggregati e collegati nella consegna del progetto, con collegamenti a fonti esterne di dati (ad es. da fornitori, produttori e manutentori).

Ciò anticipa potenziali nuove connessioni, ad esempio tra le informazioni utilizzate nel progetto e il programma di riferimento e i dati sui costi, tra le informazioni sugli asset e il sistema di pianificazione delle risorse aziendali e molte altre ancora.

Per i manager di aziende che lavorano con progetti complessi, il Configuration Management assume quindi sempre più importanza e determina nuove sfide che vanno verso una regia consapevole e predittiva degli asset necessari a garanzia dei programmi gestiti. Inoltre, garantire l'integrità nelle operazioni è essenziale nei settori regolamentati e critici per la sicurezza dei dati e delle persone (safety critical), lì dove la complessità organizzativa, le grandi catene di approvvigionamento e le pressioni temporali non giustificano in alcun modo i rischi sulla sicurezza del progetto.

Ciò che ha in serbo il futuro per una disciplina come il Configuration Management, ma più in generale per l'intera gestione dei processi aziendali, si delinea all'orizzonte quindi come una vera e propria rivoluzione digitale (già in corso). Le prospettive future si baseranno in primis sulla "consapevolezza" del tempo nuovo. Nel corso degli ultimi settant'anni negli Stati Uniti, partendo dall'esigenza di sistematizzare il processo, ha avviato la sua "normalizzazione" mediante l'emissione di procedure dedicate. Qualcosa di analogo è avvenuto tempo dopo anche in Europa per i prodotti software e aerospaziali ma nel resto del mondo industriale troppo poco è cambiato ed ora che la tecnologia sta radicalmente mutando, al tempo del IOT, quello che un tempo poteva essere risolto solo proceduralmente può essere attuato in modo nuovo, a partire dal già citato tema dell'identificazione, ovvero il passaggio da un identificativo "parlante" ad uno comprensibile e dipendente solo dalla tecnologia (codici QR), che racchiude in se tutte le informazioni ritenute necessarie a descrivere il prodotto.

In prospettiva i sistemi di gestione non saranno più degli strumenti a sé stanti ma ben integrati nel sistema aziendale al fine di garantirne l'efficienza e supportarne gli obiettivi in quanto elementi strutturali dell'organizzazione, capaci di adattarsi alla tipologia di business, grazie al fondamentale ruolo giocato da una leadership matura e dal coinvolgimento dei dipendenti.

Solo modelli organizzativi efficienti e proattivi, potranno perseguire l'allineamento dei propri principi con le pratiche, piuttosto che essere passivamente reattive ai regolamenti e agli standard; ecco perché sarà indispensabile anche prevedere che i sistemi di gestione coprano

tutta la filiera di fornitura di riferimento, comprese le politiche perseguite, la tecnologia adottata, la progettazione, l'approvvigionamento, la produzione, il marketing e, infine, la distribuzione e la dismissione dei propri prodotti.

Infine, come le grandi aziende si stanno impegnando nel diventare sempre più comunicative e trasparenti verso i propri stakeholder, così anche il ruolo della certificazione di terza parte (enti certificatori) dovrà necessariamente adeguarsi: di conseguenza, anche il settore della certificazione dei sistemi di gestione dovrà prevedere le modalità, superando i propri ambiti storici, oltre che di verifica anche di supporto e affiancamento più capillare verso chi, come le PMI, continueranno ad avere un ruolo ed un peso fondamentale nel determinare il fatturato nazionale (58%)

5.1 I “Gemelli Digitali”

Digitalizzazione, trasformazione digitale, e “big data” sono i temi ormai imprescindibili che accompagnano le realtà industriali di molteplici settori. Quando si pensa ai dati che descrivono un prodotto, li si considera tradizionalmente come una modalità descrittiva di informazioni necessarie ad un'organizzazione per raggiungere l'obiettivo della sua realizzazione. I dati che determinano un prodotto sono ormai molto più di un semplice modo per descriverlo: sono gli elementi costitutivi fondamentali che consentono di radicare la conoscenza, di ottimizzarne l'offerta e pianificarne il futuro (aggiornamenti, sostituzione obsolescenze programmate, evoluzioni, ritiro,...).

Attualmente il ciclo produttivo comprende, nella maggior parte delle realtà, una fase di progettazione già interamente digitalizzata (CAD) che porta allo sviluppo di “prototipi digitali”; a partire da ciò, con l'avvento dell'IoT, la raccolta dei dati e l'aggiornamento del modello in tempo reale, si potrebbe sviluppare l'approccio più complesso e completo dei “DigitalTwin”

Per definizione un Digital Twin è: “ un corpo opportunamente sincronizzato di informazioni utili (struttura, funzione e comportamento) di un'entità fisica nello spazio virtuale, con flussi di informazioni che consentono la convergenza tra lo stato fisico e quello virtuale” (figura 29).



Figura 30: Digital Twin

Un gemello digitale affianca ciascuna fase del ciclo di vita e mira a sfruttare le potenzialità dell'ambiente virtuale in termini di tecniche computazionali (test virtuali, ottimizzazione, previsione, ecc.) integrando le informazioni provenienti dal suo “gemello fisico” (prestazioni storiche, failure e upgrading) e quelle relative al valore reale e percepito (feedback dei clienti, costi, prezzo sul mercato, ecc...) per migliorare gli aspetti costitutivi del prodotto come le prestazioni, la producibilità e le strategie di mercato. Secondo l’ente certificatore CM2, si può pensare allo sviluppo di informazioni digitali/fisiche che determinano un prodotto, come ad un tessuto connettivo costitutivo di un filamento di DNA (figura 30). Ogni coppia di elementi che lo compone “racconta” una parte della storia con una rappresentazione diversa che ne potenzia la gestione, basandosi l'uno sull'altro per creare, appunto, di un prodotto o un progetto un “gemello digitale”, consentendo così a un'organizzazione di lavorare ad iniziative e sfide innovative.

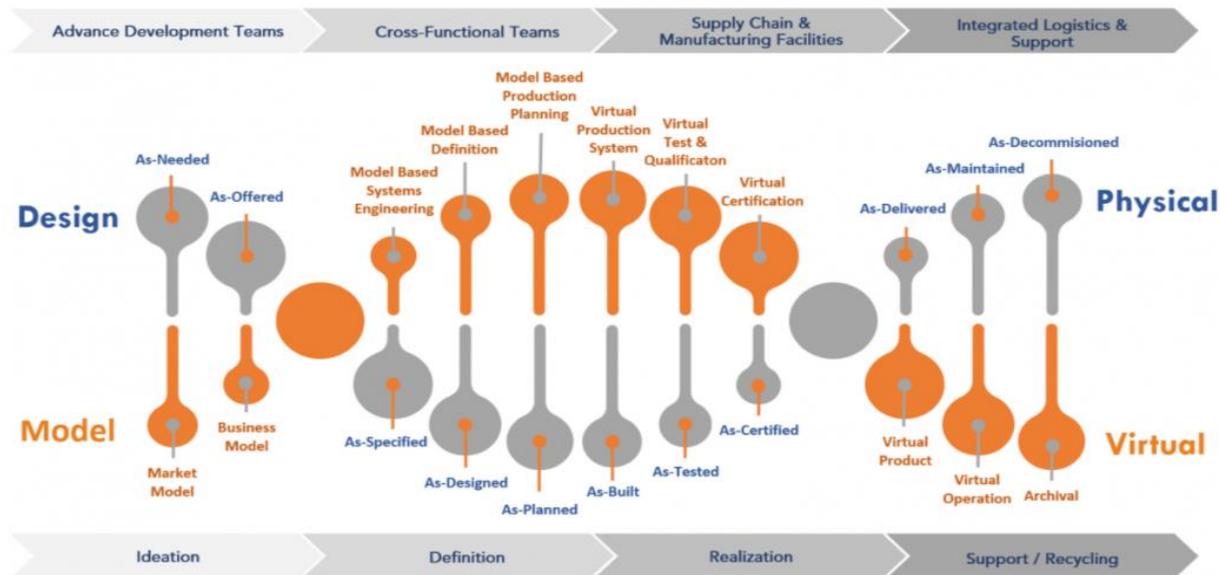
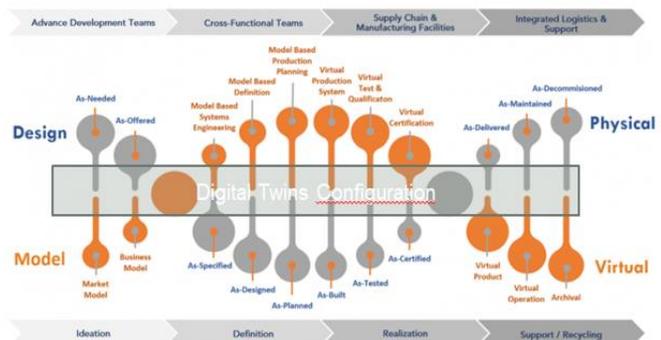


Figura 31: Modello di sviluppo a “DNA”

In quest’ottica, un approccio al “Digital Twin” mediante una gestione della configurazione mirata risulta imprescindibile: ogni configurazione digitale deve “specchiarsi” nella sua configurazione fisica, solo in questo modo è possibile prevedere una ibridazione consistente tra fisico e virtuale, quando questa risulta strategica per le fasi di progettazione, oppure ancora “far invecchiare virtualmente” la sua configurazione in modo da utilizzare questa per le necessarie “predictions” o per la ripianificazione degli interventi manutentivi

In sostanza qualsiasi gestione fallirà se una “Digital Twins Configuration” non sarà accuratamente gestita; è fondamentale infatti che la totalità del tessuto interconnettivo venga mantenuto alleato in modo da ridurre al minimo le imprecisioni dei “servizi informatici” che su di esso si andranno a istanziare. Le potenzialità dall’attuazione di questo approccio da parte del business sono solo in parte già evidenti. Per esempio la valutazione continua dei dati ricavati dallo stato di usura del singolo prodotto (pensiamo per esempio ad un velivolo



civile) analizzati da remoto e sulla base di modelli matematici aggiornati, modificherebbero la necessità di interventi manutentivi, ritardandoli o anticipandoli rispetto a quelli “standard” previsti per quella famiglia di prodotto, facendo rispettivamente risparmiare costi al fornitore o aumentare la sicurezza.

5.2 CM ovvero “la buona disciplina”

Attuare la Configurazione significa quindi conoscere *in ogni momento, in profondità ed in dinamica* ciascun prodotto e servizio che si deve gestire. In un tempo nel quale questa conoscenza si attua mediante l’analisi e la gestione di un numero sempre maggiore ed accurato di informazioni che lo definiscono, tale conoscenza porterà benefici tanto maggiori quanto più la loro gestione sarà accurata, gestita cioè con Buona Disciplina.

GLOSSARIO

- 1. Requisiti:** Sono una necessità (o un'aspettativa dichiarata) e mandatoria da parte del cliente o un valore essenziale specificato a contratto per un attributo del prodotto.
- 2. As-design:** Per “as-design” si intende la fase di progettazione di un prodotto che porta poi alla definizione della lista parti in produzione.
- 3. As-built:** Per “as-built” si intende la fase a valle della progettazione dove il Prodotto viene industrializzato.
- 4. Design review:** è un sistema di valutazione, qualitativa e quantitativa, dell'avanzamento del progetto; uno strumento essenziale per avere un riscontro del lavoro compiuto e delle azioni correttive da intraprendere per riportare il progetto entro i parametri programmati.
- 5. PDBL:** La Product Development Baseline è la baseline che si colloca tra progettazione e produzione (industrial engineering).
- 6. BCI:** “Baseline Configured during In Service” (As Maintained) è la Baseline di riferimento durante la fase operativa del prodotto che deve garantire la configurazione per la manutenzione (parti di ricambio) e per la dismissione (parametri ambientali).
- 7. CAD-CAM:** In ingegneria, l'espressione CAD/CAM si riferisce all'impiego congiunto e integrato di sistemi software per la progettazione assistita da computer (Computer-Aided Design, CAD) e fabbricazione assistita dal computer (Computer-Aided Manufacturing, CAM). L'uso di sistemi integrati di CAD/CAM rende più semplice il trasferimento di informazioni dalla prima alla seconda fase del processo.
- 8. Box product:** Prodotti con requisiti funzionali fissi e stabiliti, in genere non di alta complessità, che svolgono il ruolo di un componente specifico.
- 9. Prodotti/sistemi integrati:** Soluzioni flessibili e personalizzabili in genere ad alta complessità tecnologica contraddistinti da requisiti funzionali “modulari”.

- 10. Milestone:** Indica importanti traguardi intermedi nello svolgimento del progetto. Molto spesso sono rappresentate da eventi e vengono evidenziate in maniera diversa dalle altre attività nell'ambito dei documenti di progetto.
- 11. DRL:** Document Required List, è l'insieme di documenti stabiliti in fase contrattuale e di pianificazione che devono mandatoriamente accompagnare il programma e il prodotto.
- 12. Compliance:** essere compliant rispetto ad una normativa o rispetto ad un processo significa garantire che la propria azienda possa rispettare i requisiti richiesti con le proprie modalità interne.
- 13. Buisness Object:** I BO sono le entità elementari utilizzate nei tool PDM/PLM per rappresentare e gestire gli elementi che compongono i progetti e i prodotti nell'intero ciclo di vita (es. componenti, sistemi, documenti, requisiti, task di attività)
- 14. Item:** Essi sono i BO i cui identificativi sono dotati di indici che ne consentono di tracciarne l'evoluzione.
- 15. BOM:** Una distinta base, la "Bill of Materials" è un elenco completo degli assiemi (materiali principali) e dei sottoassiemi (sottocomponenti) necessari per realizzare un determinato prodotto
- 16. Deliverable:** Il prodotto rilasciato, indicato solitamente con il termine deliverable nella letteratura tecnologica, indica un oggetto materiale o immateriale realizzato (fornito/consegnato) come risultato di un'attività del progetto
- 17. Logica 3F :** Fit: capacità di un prodotto di interfacciarsi o interconnettersi con un altro prodotto. Form: la forma , le dimensioni e altri parametri fisicamente misurabili che caratterizzano il prodotto. Function: le azioni per cui un prodotto è progettato
- 18. Retrofit:** L'incorporazione di un nuovo design o modifica del prodotto risultante da una richiesta di modifica della configurazione approvata, in unità di prodotto già in produzione
- 19. COTS:** Con il termine COTS (Commercial Off The Shelf) si intendono prodotti non progettati, sviluppati, certificati a fronte di specifica indicazione ma acquisiti sul

mercato, presso rivenditori autorizzati, nell'ambito di una produzione di serie, con identificativo del fornitore e secondo quanto definito a catalogo

20. Change Authority: L'organizzazione o la persona autorizzata ad approvare le modifiche o il rilascio di documenti di uno specifico programma/progetto.

21. ISO 9000: Con la sigla ISO 9000 si identifica una serie di normative e linee guida sviluppate dall'Organizzazione internazionale per la normazione (ISO) che definiscono i requisiti per la realizzazione all'interno di un'organizzazione di un sistema di gestione della qualità, al fine di condurre i processi aziendali, migliorare l'efficacia e l'efficienza nella realizzazione del prodotto e nell'erogazione del servizio, ottenere e incrementare la soddisfazione del cliente.

22. ISO 10007: La norma ISO 10007 "Quality management systems — Guidelines for configuration management" in italiano "Sistemi di gestione per la qualità - linea guida per la gestione della configurazione", è una norma internazionale che fornisce indicazioni sull'uso della gestione della configurazione all'interno di un'organizzazione. È applicabile al supporto di prodotti e servizi dall'ideazione allo smaltimento. È applicabile alle organizzazioni pubbliche e private di qualsiasi dimensione, sia a livello di grandi multinazionali e organizzazioni governative, che per organizzazioni di tipo non-profit, come pure per micro e piccole imprese.

23. Integration Project Team (IPT): L'IPT è costituito dai rappresentanti delle funzioni di business, tecniche e di supporto, maggiormente rilevanti per il successo progettuale (dalle Business Unit alla funzione di Ingegneria, a quella di Customer Support, da quella di Produzione a quella degli Acquisti, a quella di Risk Management). Esso è *"la struttura interfunzionale responsabile della preparazione, gestione e sviluppo della commessa di sua competenza, con unicità di responsabilità, dal momento di avvio della fase di offerta fino alla conclusione dell'intero ciclo di realizzazione"*.

24. OEM: Un "original equipment manufacturer" è un'azienda che realizza un'apparecchiatura che verrà poi installata in un prodotto finito, sul quale il

- costruttore finale appone il proprio marchio, utilizzando integralmente o quasi componenti prodotti da fornitori (i quali si chiamano appunto OEM). Spesso l'azienda che commercializza e marca il prodotto finito è definita casa madre ed è quasi sempre più grande dell'azienda OEM dalla quale acquisisce i componenti e/o alla quale affida processi produttivi.
- 25. Business unit:** La BU è un'unità strategica che raggruppa una serie ben definita di prodotti e servizi venduti ad un gruppo uniforme di clienti e che compete con un gruppo di concorrenti specifici. All'interno delle singole BU vengono definite le strategie di prodotto e del mercato.
- 26. Total Quality Management:** Un'espressione, quella di Total Quality Management, che fa riferimento ai metodi di gestione di origine giapponese per aumentare la produttività nelle aziende mediante una gestione globale che funziona orizzontalmente all'interno dell'azienda, e che coinvolge tutti i dipartimenti e i dipendenti, estendendosi fino ad includere l'utente finale del prodotto/servizio, il cliente.
- 27. PDCM:** "Product Data and Configuration Management"
- 28. IOT:** "Internet of Things", il concetto rappresenta una possibile evoluzione dell'uso della rete internet: gli oggetti (le "cose") si rendono riconoscibili e acquisiscono intelligenza grazie al fatto di poter comunicare dati su se stessi e accedere ad informazioni aggregate da parte di altri.
- 29. Procurement:** Il Procurement è la funzione aziendale che si occupa del processo di ricerca e accettazione di termini e acquisizione di beni, servizi o prestazioni da un'azienda esterna, spesso tramite una procedura di gara o di offerta competitiva
- 30. Design Authority:** Nell'ambito dell'ingegneria dei sistemi rappresenta la persona o l'organismo cui si attribuisce la responsabilità finale del progetto, con particolare riguardo alle caratteristiche di sicurezza e di funzionalità, nonché la concezione di soluzioni progettuali idonee a soddisfare i requisiti, la supervisione delle fasi di sviluppo, l'installazione e messa in esercizio nell'ambiente previsto.

BIBLIOGRAFIA

- **TechAmerica Standard** (2011), *Configuration Management Standard, EIA-649-B*.
- **ECSS** (1996), *Space Project Management: Configuration Management, M-40A*
- **Department of Defense (U.S.A)** (2001), *MILITARY HANDBOOK, Configuration Management Guidance, MIL-HDBK-61A(SE)*.
- **NASA** (2007), *System Engineering Handbook, NASA SP-2016-6105 Rev2*
- **SC-180** (2000), *DESIGN ASSURANCE GUIDANCE FOR AIRBORNE ELECTRONIC HARDWARE, RTCA/DO-254*.
- **ISO 10007** (2018), *"Quality Management Guidelines for Configuration Management"*.
- **IAQG 9100** (2016), *"Quality Management System"*.
- **Anne Mette Jonassen Hass** (2003), *Configuration Management Principles and Practice*.
- **Giancarlo Graziola e Sergio S. Parazzini** (2006) *L'industria aerospaziale tra militare e civile all'inizio del terzo millennio*.
- **Carmel Lindkvist,Angelos Stasis,Jennifer Whyte** (2013), *Configuration Management in Complex Engineering Projects*.
- **Lim, K.Y.H., Zheng, P. & Chen, CH.** (2020), *A state-of-the-art survey of Digital Twin: techniques, engineering product lifecycle management and business innovation perspectives. J Intell Manuf 31*.
- **Jennifer Whyte,Angelos Stasis,Carmel Lindkvist** (2016), *Managing change in the delivery of complex projects: Configuration management, asset information and 'big data'*.
- **Myrodia Anna,Randrup Thomas, Hvam, Lars** (2018), *Configuration Lifecycle Management – An Assessment of the Benefits Based on Maturity*.

- **Narayan Desai, Rick Bradshaw, Scott Matott, Sandra Bittner, Susan Coghlan, Rémy Evard, Cory Lueninghoener, Ti Leggett, John-Paul Navarro, Gene Rackow, Craig Stacey, and Tisha Stacey (2005) A Case Study in Configuration Management Tool Deployment.**
- **Donauer M., Peças P., Azevedo A. (2013) Nonconformity Root Causes Analysis Through a Pattern Identification Approach. In: Azevedo A. (eds) Advances in Sustainable and Competitive Manufacturing Systems. Lecture Notes in Mechanical Engineering. Springer, Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-319-00557-7_70**

SITOGRAFIA

- www.cmstat.com
- https://it.wikipedia.org/wiki/Industria_aerospaziale#L'industria_aerospaziale_nel_mondo
- <https://www.dnv.it/assurance/Future2025/Come-saranno-sistemi-di-gestione-nel-2025.html>
- <https://www.sistemieconsulenze.it/procedura-delle-non-conformita/>
- https://argomenti.ilsole24ore.com/leonardo-finmeccanica.html?refresh_ce=1
- <https://www.humanwareonline.com/project-management/center/configuration-management/>
- <https://www.zerounoweb.it/techtarget/searchdatacenter/bscm-ovvero-come-mitigare-il-rischio-del-cambiamento/>
- <https://www.globalspec.com/reference/71659/203279/5-3-configuration-change-management>

- <https://www.expertconfigurator.com/wordpress/dal-plm-configuration-lifecycle-management/>
- <http://www.k2innovation.it/cose-il-plm-2/>
- <https://www.ionos.it/digitalguide/siti-web/programmazione-del-sito-web/v-model/>
- <https://ipxhq.com/workforce-academy/cm2-certification-courses/about-cm2-certification-courses>
- <https://www.cimdata.com/en/>