

## CREATIVITÀ E NORMAZIONE NEL SETTORE SPAZIALE di Francesco Paolo Cantelli

*Per le attività spaziali, esiste una specifica normativa che viene utilizzata durante tutte le fasi di un progetto. Nel seguito si esaminano alcune problematiche che si incontrano quando l'industria, abituata a sviluppare progetti spaziali ad alta tecnologia, si trova ad operare avendo come cliente finale il creativo per definizione, cioè lo scienziato che desidera sviluppare un prodotto innovativo. L'articolo non intende certamente dare soluzioni al problema, ma pone delle riflessioni che possono essere spunto per una migliore comprensione sugli obiettivi che i Sistemi Qualità devono porsi per soddisfare il cliente/scienziato.*

### PREMESSA

La creatività è l'abilità di pensare fuori schema, giungendo a conclusioni nuove e funzionali adatte a risolvere un problema e/o a cogliere un'opportunità.

Avere un cliente creativo è un fattore strategico per l'industria, stimolante e che permette ricadute alcune volte importanti anche in altri settori.

Calare tuttavia i requisiti ed i bisogni di un creativo in una realtà industriale che, per forza di cose, è regolata da norme e processi codificati, spesso certificati di parte terza (es. ISO), diviene un problema, specie se si vogliono mantenere i costi ed i tempi di attuazione dell'opera commissionata in limiti predefiniti.

L'ingegneria di qualità (*Quality System*) dell'industria è solitamente quella che si trova ad affrontare il problema; risolvibile nella piccola industria, complesso nella grande industria.

Non a caso, infatti, il cliente creativo per soddisfare i propri bisogni, ad oggi, è più portato a rivolgersi alla piccola industria, più duttile e meno costosa, piuttosto che alla grande industria legata a rigide procedure interne per la definizione del prodotto, per la sua prova, per il *Procurement*, ecc.

In anni di esperienza nel settore, come ingegnere di qualità, posso affermare che la normazione nel mio settore, quello spaziale, è sempre più lontana dalle esigenze dello scienziato, del creativo per eccellenza.

Nel seguito, quindi, non s'intendono proporre soluzioni, ma si desidera dare solo un contributo all'individuazione dei termini del problema.

### RAPPORTO SCIENZIATO-INDUSTRIA

Ritengo che il sistema qualità aziendale, di fronte allo scienziato, che pone all'industria la realizzazione di un'idea, debba tener conto dei fattori di seguito elencati.

Lo scienziato ha una visione creativa del prodotto che vuole commissionare pertanto fluida, fragile e variabile nel tempo. Egli, come detto, è abituato a pensare fuori dagli schemi dominanti, a generare alternative e cambiamenti. È questo che gli permette di giungere a conclusioni nuove e funzionali. Il suo processo mentale è tale che più interagisce con l'industria e più è portato a definire od a modificare i criteri di successo e successo degradato che si aspetta dal prodotto commissionato. Questo quindi non nasce, come ci si aspetterebbe, con fasi contrattuali ben individuate, anche temporaneamente, in cui vengono definiti i requisiti (*Preliminary Design Review*), viene congelato il progetto a fronte di una qualifica su modelli rappresentativi (*Critical Design Review*), si consegna, si lancia e gestisce in orbita il prodotto (tab.1). Non dico che si arrivi al punto di voler cambiare il prodotto pochi attimi prima del lancio, ma è accaduto che lo scienziato abbia trovato il modo di sfruttare, a satellite operativo in orbita, situazioni non previste in fase di progetto.

**Tabella 1. Definizioni delle fasi di un progetto negli Stati Uniti, in Francia, e secondo lo Standard normativo Europeo.**

USA			EUROPEA CNES			ECSS	
FASE	ELEMENTI INDIVIDUANTI LA FASE		FASE	ELEMENTI INDIVIDUANTI LA FASE		FASE	ELEMENTI INDIVIDUANTI LA FASE
0	CONCEPTUAL PHASE		0	DE PRE-ETUDE ANALYSE DE LA MISSION		0	
A	FEASIBILITY ASSESSMENT PHASE		A	D'ETUDE DE LA FAISABILITE	REVIEW CRITIQUE DE FAISABILITE (OU REVUE DE CONCEPTION SYSTEME)	A	FUNCTION DEFINITION REQUIREMENTS REVIEW (PRR)
B	SYSTEM DEFINITION PHASE		B	DE DEFINITION	REVIEW DE DEFINITION DU PROJET (OU PRELIMINAIRE)	B	REQUIREMENTS SYSTEM REQUIREMENT REVIEW (SRR) PRELIMINARY DESIGN REVIEW (PRR)
C/D	DESIGN AND DEVELOPMENT PHASE	PRELIMINARY DESIGN REVIEW (PDR)	C	DE CONCEPTION DÉTAILLÉE	REVIEW DE CONCEPTION PRÉLIMINAIRE	C	DEFINITION AND JUSTIFICATION CRITICAL DESIGN REVIEW (CDR)
		CRITICAL DESIGN REVIEW (CDR)	C1		REVIEW DE CONCEPTION DÉTAILLÉE		
		FINAL DESIGN REVIEW (CDR)	C2				
	SYSTEM ACQUISITION	FLIGHT READINESS REVIEW (FRR)	D	DE REALISATION	REVUE DE QUALIFICATION (OU DE CONFIGURATION DE RÉALISATION) REVIEW D'APTITUDE AU VOL REVIEW DE QUALIFICATION OPÉRATIONNELLE	D	QUALIFICATION AND PRODUCTION QUALIFICATION REVIEW (QR) ACCEPTANCE REVIEW (AR)
E	OPERATIONS		E	D'EXPLOITATION OU DE PRODUCTION		E	UTILIZATION OPERATIONAL READINESS REVIEW (ORR)
F			F			F	DISPOSAL END OF LIFE

Lo scienziato creativo spesso ha la leadership nel suo settore; è quindi abituato ad interagire con il proprio gruppo o squadra. L'industria, di contro, non riesce a dispiegare sin dal primo momento un *Management* in grado di integrarsi con la squadra del creativo; nascono pertanto divergenze su priorità tecnico-gestionali, conflitti di ruolo e, soprattutto, problemi di comunicazione che solo col tempo trovano soluzione considerando, comunque, che difficilmente personale di funzioni non direttamente coinvolte (es. amministrazione) può sentirsi "motivato" a supportare lo scienziato/cliente. Ciò, ovviamente, aumenta i costi del progetto ed introduce labilità nella definizione del mantenimento dei costi e dei tempi di attuazione.

Lo scienziato, poi:

- è spesso indifferente ad elementi fondamentali per l'industria; tra questi il fatto che il denaro dello scienziato/cliente è solitamente pubblico e che quindi occorrono

nella gestione del progetto, quei criteri di trasparenza di ovvio ed inevitabile appesantimento "burocratico". Ogni modifica al progetto, pertanto, è più costosa di quella che sopporterebbe un cliente privato;

- non individua sin dall'inizio i fattori critici di successo per la missione che si propone dal prodotto commissionato e non sa trasferire compiutamente le sue preoccupazioni al sistema progettuale dell'industria;
- ignora, o non è attento, ai fattori critici propri delle attività ad alto contenuto tecnologico, quali quelli spaziali (es. pulizia ambientale, uso di camere di termovuoto, simulazione solare, ecc.).

## SISTEMA QUALITÀ

Per instaurare una collaborazione tra scienziato ed industria il sistema qualità deve

tener conto di tutto quanto detto fin'ora e cioè che il creativo:

- è insofferente agli schemi dominanti;
- sfida le consuetudini e tende ad influenzare l'ambiente;
- tende ad introdurre elementi di discontinuità nei processi;
- cambia il punto partenza.

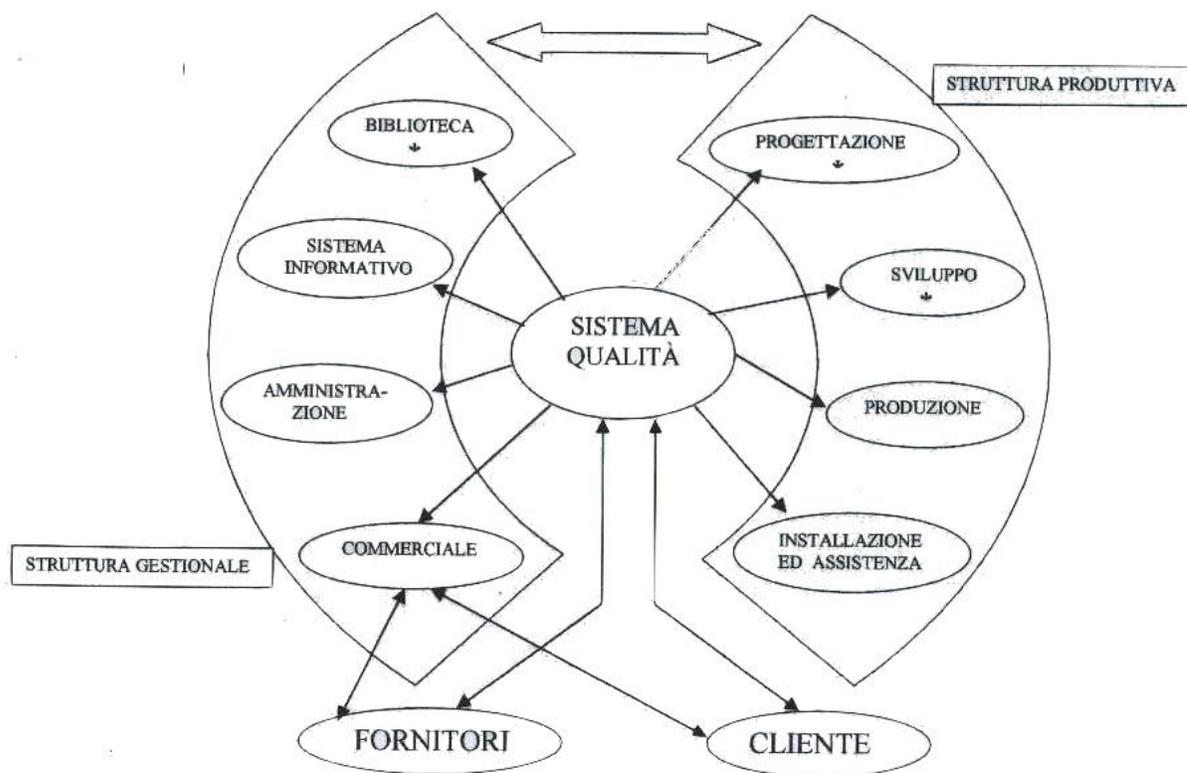
Tutto ciò che abbiamo visto gli permette di amplificare i suoi orizzonti e creare stimoli multipli, ma nel contempo è un vero disastro per l'ingegneria di qualità tradizionale che si trova ad operare con processi non stabilizzati, non qualificati, che possono portare

facilmente ad un incremento del tasso di fallimento.

Per ridurre questa possibilità l'ingegneria di qualità (fig.1) deve risultare attenta:

- ai rapporti tecnico-gestionali tra cliente-creativo e funzioni aziendali (progettazione, prova, *Procurement*, ecc.)
- al sistema di normazione scelto per il prodotto (es. *Standard* NASA, ESA, ECSS, ecc.)
- ai processi aziendali, sia quelli certificati di parte terza (es. ISO) che quelli certificati od approvati dall'Ente finalizzatore che supporta il cliente-scienziato

**Fig. 1 Interventi del sistema qualità aziendale (le funzioni con asterisco esistono generalmente solo nella produzione di beni materiali, ma non in quella di produzione di servizi)**



### RAPPORTI TECNICO-GESTIONALI

Nel porre attenzione ai processi tecnico-gestionali va considerato che i problemi di comunicazione ed eccessiva competizione (sempre presenti nei *Project Management*)

possono ridurre l'efficacia di un rapporto stretto cliente/scienziato-industria così come una scarsa impostazione strategica da parte dell'Ente finanziatore pubblico può creare importanti divergenze anche a livello internazionale con ripercussioni sull'opera che si sta approntando e sulla credibilità sia

del cliente che dell'industria che con il cliente interagisce.

Questo secondo aspetto viene spesso sottovalutato e sia l'Ente finanziatore che l'industria non supportano lo scienziato, anche a livello pubblicitario, in sede internazionale; sono spesso stranamente sordi ai ritorni, anche in termine d'immagine, che un buon supporto allo scienziato porta a tutti.

A nostro parere è sicuramente utile:

- sul piano tecnico introdurre *Brainstorming* per selezionare ed approfondire la formulazione dei requisiti e delle verifiche per gli stessi; detti *Brainstorming* condotti nelle aree ove questo è possibile (*Testing, Procurement, Quality, Planning*) con Team diverso da quello che interagisce con il cliente e con l'Ente finanziatore, sono sicuramente efficaci e possono far superare quei problemi di comunicazione apparentemente di poco livello, ma che portano solitamente ad un progetto "affrettato", non compiutamente definito e provato in tutte le sue parti;

- sul piano pubblicitario creare un rapporto tra sistemi d'informazione internazionale e cliente. Appare un costo addizionale di cui dovrebbe farsi carico generalmente l'Ente finanziatore; ma spesso ciò non accade e, come detto, nascono problemi d'immagine di cui la prima a

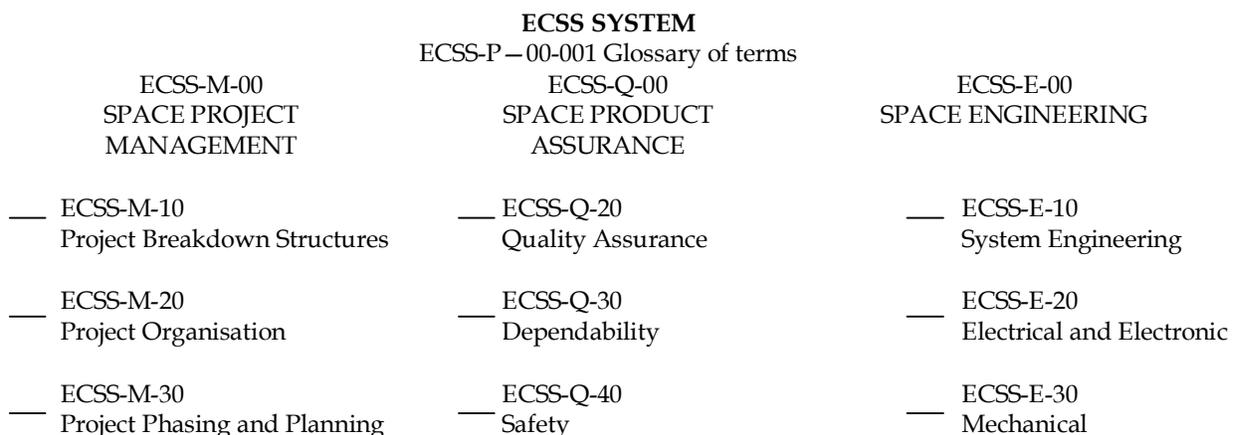
soffrire è proprio l'industria che con il creativo interagisce.

I rapporti tecnico-gestionali tra cliente/creativo ed industria possono trovare vantaggio certo nelle tecniche di *Brainstorming*; con queste si crea collaborazione e soprattutto fiducia; la comunicazione viene rinforzata, le parti si trovano a parlare lo stesso "linguaggio", e questo permette il superamento di situazioni che poi, allo stato dei fatti, alcune volte risultano di scarso od addirittura inconsistenti.

I *Brainstorming* tuttavia sono efficaci e facili da condurre in aree tradizionali quali *Procurement, Planning, Testing, Quality*; appaiono meno possibili proprio nell'area più importante: quella di progetto. Le tecniche di *Brainstorming*, ricordiamo, richiedono infatti che il problema sia ben formulato e che questo sia analizzato ed approfondito da un Team diverso da quello che l'ha individuato e che ha fornito i dati di partenza.

Ora: mentre la squadra del cliente-scienziato conosce perfettamente la propria materia è, di contro, spesso difficile per l'industria, e per l'Ente finanziatore che supporta il cliente, comprendere sin dall'inizio i requisiti voluti e tradurli in termini progettuali e di verifica. Vi è solitamente un tempo di "adattamento" non nullo che costa a tutti gli interessati e può portare a valutazioni errate.

**Fig. 2 Albero documentativo principale del sistema ECSS (European Cooperation for Space Standardization) Per maggiori informazioni rivolgersi al sito <http://www.estec.esa.nl/ecss/index.html>**



— ECSS-M-40 Configuration Management	— ECSS-Q-60 EEE Components Control	— ECSS-E-40 Software
— ECSS-M-50 Information/ Documentation Management	— ECSS-Q-70 Material, Mechanical, Parts & Process	— ECSS-E-50 Communications
— ECSS-M-60 Cost & Schedule Management	— ECSS-Q-80 Software Product Assurance	— ECSS-E-60 Control System
ECSS-M-70 Integrated Logistic Support		— ECSS-E-70 Ground System and Operation

## SISTEMA DI NORMAZIONE

La scelta del sistema di normazione è solitamente condizionata dalle strategie dell'Ente finanziatore e in campo spaziale dall'autorità di lancio. In Europa, il sistema di normazione ormai più usato dall'industria Europea è lo standard ECSS (**fig.2**), ma se il progetto, come spesso accade, è in collaborazione con la NASA, il sistema ECSS diviene debole, non completamente accettabile.

Si vede, comunque, che il più forte impatto con il cliente creativo si ha per gli standard Q (Qualità) ed M (*Management*); lo standard E (*Engineering*), a nostra cognizione, non crea difficoltà di rilievo; solo nei rapporti con la NASA, e specie per i voli *Manned*, occorrono delle accortezze.

Per lo standard Q le difficoltà sono:

- nella scelta della componentistica;
- nell'approntamento e gestione delle analisi di affidabilità (FMECA soprattutto) e *Safety*.

Come detto ampiamente il cliente/creativo e la sua squadra sono quelli che conoscono meglio degli altri cosa in un determinato momento vogliono; l'interazione per la definizione della componentistica e della missione che il prodotto deve svolgere implica che anche il cliente od almeno un elemento della sua squadra, conosca le regole applicate industrialmente per la scelta ed acquisto della componentistica (*Procurement*) e per la preparazione delle analisi affidabilistiche (es. *FMECA-Failure Mode and Critical Analysis*) e di *Safety*.

Il problema non va sottovalutato: ho visto fallire un progetto industriale solo perché lo strumento, perfetto sotto il profilo scientifico, non poteva essere imbarcato *sull'Orbiter* in quanto il suo uso a bordo implicava brandeggi tassativamente proibiti dalla *Safety* di volo del Kennedy Space Center (KSC).

A nostro avviso, quindi, anche per l'area della qualità occorre che il creativo sia supportato con *Brainstorming* mirati e, soprattutto, con un programma di *Education and Training* che coinvolga almeno alcuni membri della sua squadra; quelli più interessati al dettaglio costruttivo.

Non ho esperienza con altre tecniche; quello che ho visto nell'area qualità è che il *Brainstorming* permette di definire meglio i criteri di successo e le funzioni critiche (pirotecnici, pulizia ambientale, ecc.) (Ricordiamo sempre che stiamo trattando "oggetti unici", nuovi sia per il cliente che per l'industria).

Se poi fosse possibile sviluppare *Brainstorming* dopo l'introduzione di programmi di *Education and Training* mirati per la squadra del cliente/scienziato, i vantaggi sarebbero notevoli sia per l'industria che per il cliente stesso. Per esperienza ho visto che una scarsa conoscenza da parte della squadra del cliente delle regole aziendali in uso per la gestione dei dati di qualità (*Log-Book, Incoming Inspection Report, Non Informance Reportec.*) crea incomprensioni anche notevoli tra le parti ed insofferenze nella squadra del creativo (es. chiusura delle non-conformità con razionali ed azioni certe richiamanti

procedure aziendali che dalla normazione discendono).

Personalmente credo che il Sistema Qualità sia, per sua natura, più portato di altre funzioni industriali al recepimento delle necessità del cliente creativo ed è quello che, per forza di cose, conosce meglio il sistema normativo e come questo vada adattato alle esigenze operative del bene che il cliente/creativo commissiona.

Il programma di *Education and Tailoring* dovrebbe quindi tener conto dei seguenti fattori:

- che la creatività è un processo individuale. Il *Brainstorming* od altre strategie di gruppo (analisi morfologica, sinottica, metamorfosi, ecc.) hanno funzione di "screening" ed "editing" per l'individuazione di relazioni, sviluppi, priorità, ma non certo, finora almeno, per l'individuazione delle modifiche da proporre nel sistema normativo;

- che la creatività implica conoscenza, fantasia e, nell'industria, è condizionata da fattori emotivi (desiderio di sicurezza, non impegno), culturali (conformismo, eccessiva praticità), ambientali; questi, unitamente a responsabilità e poteri non sempre chiaramente definiti (manuale di qualità, responsabilità primarie e secondarie), impediscono spesso di sviluppare una squadra con valorizzazione delle differenze dei singoli e di creare il clima adatto al potenziamento dell'apprendimento e delle responsabilità individuali.

## I PROCESSI INDUSTRIALI

Abbiamo visto che prerogativa dello scienziato è:

- pretendere una pianificazione che, nel più breve tempo possibile, dia un prodotto ancora non "pensato compiutamente" e quasi sempre al limite del tecnologico;

- ritenere che i problemi tecnologici e di risorse siano inconsistenti;

- cambiare la configurazione del prodotto in itinere creando difficoltà anche a livello "sala disegni".

Abbiamo visto, poi, che:

- la sua esuberanza soffre quando si cerca di tradurre i suoi requisiti, qualche volta generici, in specifiche, cioè in elementi verificabili per test, analisi, ispezioni e quando si sviluppa un piano di verifica e si esaminano le condizioni non conformi;

- pretende un *Procurement* efficiente su parti, componenti ancora ignoti ed alcune volte con pesanti interrogativi tecnologici. In pratica vuole in magazzino "oggi" quello che penserà "domani".

Non potendo mettere un'intera ditta a disposizione di un solo cliente per quanto importante esso sia occorre definire una linea strategica in linea con l'approccio di **tab.3**.

In pratica si vedono due sole possibilità:

A. Il cliente sviluppa completamente la sua creatività all'interno dei laboratori universitari e, quando ha definito il prodotto ed i criteri di successo per lo stesso, si rivolge all'industria per l'ingegnerizzazione, progettazione, qualifica e produzione dell'opera

B. L'industria riesce a mettere a punto un *Project Management*, un *Procurement*, un *AIV* (*Assembly, Integration, Verification*) che, con regole aziendali flessibili, sia in grado di soddisfare il cliente dal concepimento dell'idea alla consegna dell'opera

Non parliamo ovviamente di tempi e costi; la nostra esperienza, per quanto lunga negli anni, non ci permette di valutare quale delle due soluzioni sia la più conveniente: i fattori d'influenza sono notevoli e soprattutto legati alle difficoltà tecnologiche, le più disperate, che fin'ora si sono incontrate nei progetti in cui si è operato.

**Tabella 2. Definizione di modelli e delle verifiche per gli stessi**

	VERIFICHE A LIVELLO DI UNITA'
BREADBORD BB	Realizzato con componenti commerciali per verificare parti di nuova progettazione e/o interfacce critiche

ELECTRICAL MODEL EM	Costruito con componenti commerciali per verificare le prestazioni elettriche di un progetto di nuova concezione
ENGINEERING MODEL EM	Costruito con componenti commerciali e standard elettrici, meccanici e tecnici identici a quelli di volo. Serve per verificare le prestazioni anche con prove ambientali e meccaniche a livello di qualifica
QUALIFICATION MODEL QM	Costruito a standard di volo, è sottoposto a prove ambientali e meccaniche a livello di qualifica
FLIGHT MODEL FM	Realizzato a pieno standard di volo, è sottoposto a prove di livello di accettazione
PROTOFLIGHT MODEL PFM	Realizzato a pieno standard di volo. Le prove devono permettere di verificare le prestazioni prima, durante e dopo i test di simulazione ambientale effettuate a livello intermedio; tipicamente livello di qualifica e durata di accettazione

È certo che la prima ipotesi è la più semplice per l'industria, ma anche quella di minor soddisfazione per il cliente: trova un punto temporale ben preciso (in genere *testing* dell'*Engineering Model* tab.2) dopo il quale la sua "esuberanza creativa" non ha più influenza sull'opera. È quindi possibile che sia approntato un prodotto perfettamente funzionale, ma che non soddisfi compiutamente il cliente il quale, nel contempo, ha nuovi interessi (tab.3).

In questa ipotesi comunque i punti di conflitto sono: la definizione degli *Interface Document* verso le *Operation* ed il lanciatore, le *Safety Analysis*, il *Cleaning Plan*, il *Calibration Requirement Document*

Nella seconda ipotesi i punti di conflitto sono più rilevanti: oltre ai precedenti punti sono interessati: la definizione delle specifiche, dei criteri di successo per i modelli, che escono dallo *Standard* usuale per l'approccio *Protoflight* (STM, EQM, PFM) e per le singole prove sul *Payload* scientifico.

**Tabella 3. Diversa gestione dei progetti scientifici, commerciali ed istituzionali tecnologici**

	Caratteristiche	Applicazione	Vantaggi	Svantaggi
Approccio	Impegno non indifferente nella definizione degli obiettivi; fissati questi si prosegue senza cambiamenti	Progetti con grado di novità basso e di breve durata	Efficienza	Possibile non soddisfazione del cliente
Approccio	Si valutano e si ridefiniscono gli obiettivi durante lo sviluppo del progetto	Progetti complessi ad alto grado di novità e/o di lunga durata	Sicura soddisfazione del cliente	Tempi e costi importanti

CLIENTE	COMMERCIALE	SCIENTIFICO	ISTITUZIONALE
Approccio	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Obiettivo	Immettere rapidamente sul mercato un nuovo prodotto	Dare risonanza scientifica a quanto sperimentato	Raggiungere il risultato prefissato nei tempi e costi convenuti
Caratteristiche	<p>Il progetto generalmente è suddiviso in fasi non canoniche.</p> <p>Il cliente è generalmente interessato al servizio, non all H/W.</p> <p>Il sistema documentativo deve permettere di poter assicurare il prodotto.</p>	<p>Massima semplificazione gestionale, rapidità nei cambi di progetto, controllo tecnico specie alle interfacce.</p> <p>Progetto non diviso in fasi canoniche.</p> <p>Libertà nella scelta dei materiali e componenti.</p> <p>Sistema documentativo snello.</p>	<p>Massima visibilità del cliente sulle attività del contraente.</p> <p>Progetto diviso in fasi contrattuali determinate univocamente.</p> <p>Recepimento della normativa USA, specie per Safety PMP.</p> <p>Il sistema documentativo deve permettere la visibilità continua del progetto.</p>

Il Sistema Qualità aziendale nelle due ipotesi ha coinvolgimento diverso.

Nella prima deve garantire che la documentazione di progetto approntata dal cliente sia recepibile dal sistema industriale ed in special modo dal sistema normativo che per lo stesso è in vigore; che le parti prodotte direttamente dal cliente soddisfino i requisiti generali stabiliti per le *Incoming Inspection*; che il prodotto ed il manuale d'uso d'accompagnamento garantiscano i requisiti di progetto definiti al momento dell'acquisizione del progetto sviluppato dal cliente. In definitiva, quindi, la ditta agisce quasi come un "prestatore d'opera" ed i rischi sono contenuti.

Certo la seconda ipotesi è tutta da inventare. Non si è preparati a supportare un

cliente altamente creativo che necessita, per la produzione della sua opera, di un sistema industriale complesso e di appoggio in un contesto internazionale ove vigono anche limitazioni di sicurezza militare, strategiche e di gestione per i sistemi e siti di lancio.

Quando si ha a che fare con la grande industria bisogna tener conto dei seguenti fattori:

- separazione tra lavoro esecutivo e direzionale
- parcellizzazione del lavoro
- tempi e metodi
- mansioni e stratificazione professionale
- struttura piramidale
- organico e microconflittualità
- assegnazione delle mansioni e scarsa partecipazione agli obiettivi

Con questo quadro anche un *Management* orientato al risultato, non può soddisfare completamente la creatività del cliente, in quanto, tra l'altro:

- la funzione amministrativa è, come detto, scarsamente duttile;
- la misura obiettiva delle prestazioni è difficile, diviene emotiva.

Va considerato poi che un cliente creativo importante, quale può trovarsi nelle attività spaziali, può influenzare non solo i processi operativi e quelli di direzione, cioè quelli finalizzati alle strategie, al coordinamento e controllo, ma anche quelli primari, finalizzati al raggiungimento degli obiettivi istituzionali. Questa non è la sede per la loro trattazione, ma sono comprensibili i problemi in cui l'industria si trova ad operare.

## CONCLUSIONI

### FRANCESCO PAOLO CANTELLI

*Laureato in ingegneria. Membro italiano dello Steering Board ECSS. Responsabile ASI per le attività di Configurazione e Product Assurance per la Space Station.*

#### **Contatti:**

ASI  
tel 06.8567.1

Viale Liegi 26  
fax 06.8567.267

00198 Roma  
E-Mail: [r.cantelli@tiscalinet.it](mailto:r.cantelli@tiscalinet.it)

Si spera di non aver tediato il lettore e che lo scritto sia un modesto contributo al recepimento nel sistema industriale dell'alta creatività che alcuni scienziati presentano. Se ci si guarda intorno i risultati non sono finora i migliori: gli uomini più illustri hanno sempre sviluppato all'estero la loro creatività. In campo spaziale da ultimo, l'idea del satellite al guinzaglio (*Thetered*), nata in Italia è stata recepita in USA, dalla NASA che ha impostato la missione e stabilite le specifiche di sistema. L'industria Americana poi ha sviluppato il "*Deployer*" ed il filo; quella Italiana ha solo approntato il satellite, che al filo andava collegato, ma non ha potuto di certo acquisire l'esperienza degli USA sui sistemi a filo.

Riferimento bibliografico: Dalle lezioni del prof. La Bella (2000-2001), *Master in ingegneria dell'impresa*, Università di Roma Tor Vergata