



Giornata AICE – 29 novembre 2018

Alcuni rilievi sull'attività professionale nel sistema pubblico e suo riconoscimento

Proposta di un generale indicatore di avanzamento integrato “tempi-costi” per progetti “istituzionali” di lungo periodo e di elevato valore economico.

Rocco MORELLI¹

¹ R. Morelli – IEng MIET, (UK Engineering Council Register ID N° 340778), Consulente Libero Professionista, già Quadro Enel, Dirigente Sogin Spa, Consigliere C.d.A. Nucleco Spa - Roma, (Italia) - morelli.rocco@libero.it, Tel:0039.329.69.71.043

ABSTRACT

Scopo di questo paper

Lo scopo di questo *paper* è quello di: contribuire a una disciplina TCM per una professionalità nella pubblica amministrazione e al dibattito sulla professione, presentando alcuni rilievi sull'ipotesi di un Ordine Professionale per l'Ingegneria Economica; nonché quello di proporre un generale indicatore di avanzamento integrato “tempi-costi” per la pianificazione e il controllo di progetti “istituzionali” di lungo periodo e di elevato valore economico.

Approccio

Dopo aver trattato alcuni aspetti introduttivi generali, di contesto globale e questioni di fondo, il TCM emerge come elemento importante per l'innovazione di realtà professionali, specie nel campo dell'Ingegneria Economica a servizio della Pubblica Amministrazione (PA). Mentre affiorano, così, alcuni rilievi in merito all'attività professionale, al suo riconoscimento e certificazione AICE, il presente lavoro si focalizza sui progetti di elevata dimensione temporale ed economica caratteristici della PA, indicando tipici esempi che si riscontrano nei diversi settori. Per questa tipologia di progetti “ad alto rischio” di sfioramento delle previsioni (*cost overrun*, *schedule overrun*), dove le stime iniziali dei costi e dei tempi d'implementazione sono estremamente aleatori, si verificano di consueto – lungo il processo di realizzazione - forti ed onerose variazioni di tempi, costi e risorse impiegate che vanificano la significatività di molti degli indicatori assunti normalmente per la stima dell'avanzamento lavori. A fini “correttivi”, essendo progetti solitamente strategici e con vasto impatto sulla popolazione e sul territorio - che espongono a negativi riflessi pratici e d'immagine la PA e il Paese - viene proposta (per discussione) la generalizzata adozione, in questi casi, di un indicatore integrato “costi-tempi” utile a dare oggettività al concetto di “stato di avanzamento del progetto”. Sulla base dei dati di un anonimo progetto strategico viene sviluppato, su basi analitiche e con l'ausilio della relativa curva a “S” di progetto, la formulazione concettuale di tale indicatore, fornendo al tempo stesso metodi pratico-applicativi per calcolarlo con semplici strumenti grafici o computazionali in situazioni concrete.

Conclusioni

Il nuovo indicatore proposto, allorché applicato con diversi metodi ad un esempio concreto, dà risultati che posti a confronto risultano approssimati, ma coerenti e congruenti. Un paragone con i corrispondenti valori tradizionali di avanzamento economico e temporale fa apparire quest'ultimi fuorvianti, come può confermare una valutazione visiva delle aree preventivo-consuntivo sottese dalla curva a «S». Infine, si delineano interrogativi in merito all'ipotesi che le attuali difficoltà di promuovere

e governare il lungo periodo da parte del sistema complessivo (pubblico+privato) implicano difficoltà di governare il futuro, e che l'espansione dell'area di rischio relativa a progetti di lungo periodo, associata alla "volatilità" crescente, esiga di spostare impostazioni TCM di tipo deterministico verso impostazioni di tipo probabilistico; argomenti che appaiono meritevoli di attenzione, approfondimento e ricerca.

Parole chiave: Avanzamento Lavori - Curve a S – Programmazione e controllo – Pianificazione e controllo progetti

INDICE

ABSTRACT	Pag.	1
1. INTRODUZIONE E INTERESSE PER LA PRATICA PROFESSIONALE DEL TCM	"	3
2. ASPETTI DI CONTESTO E QUESTIONI DI FONDO	"	3
3. L'IPOTESI DI UN NUOVO ORDINE PROFESSIONALE PER L'INGEGNERIA ECONOMICA	"	6
4. PROPOSTA DI UN INDICATORE D'AVANZAMENTO INTEGRATO	"	10
4.1 Caso ideale : Andamento Continuo	"	14
4.2 Caso concreto: Andamento a Gradini	"	15
5. CASO CONCRETO DI "DATI DISPONIBILI" IN FORMA TABELLARE	"	15
6. CASO CONCRETO: CALCOLO DELLE AREE	"	17
6.1 Strumenti tradizionali: La Carta Millimetrata	"	17
6.2 Strumenti Informatici: Interpolazione con Polinomiali di 5° Grado effettuata con software FIT2 e successiva integrazione	"	18
7. RILIEVI CONCLUSIVI	"	22
APPENDICE	"	24
Bibliografia	"	26

1. INTRODUZIONE E INTERESSE PER LA PRATICA PROFESSIONALE DEL TCM¹

Al Management e alla Ricerca Operativa, come pure all'Ingegneria Economica in generale, di solito si approda marciando verso la maturità professionale, perché in maturità l'ingegneria economico-gestionale si pratica in concreto e si studia per praticarla *day by day* per il grande ausilio che fornisce e per il fascino che inducono queste discipline. Tale è la visione personale maturata secondo una propria peculiare esperienza lavorativa, dapprima in ruoli tecnici (circa 4 anni) nei laboratori nazionali del CNEN di Frascati (oggi INFN- ENEA), poi in ENEL-Direzione delle Costruzioni per circa 29 anni in diversi crescenti ruoli tra i quadri intermedi (coordinamento programmi ed *expediting*, pianificazione e controllo, coordinamento tecnico per la gestione ed emissione contratti, controllo e collaudo contabilità, acquisizione e realizzazione progetti per terzi, etc.) e successivamente in SOGIN Spa per un decennio in ruoli dirigenziali, orientati alla valorizzazione degli asset, alle funzioni commerciali e di sviluppo progetti per istituzioni ed aziende terze, culminati nel coordinamento tecnico per il *procurement* ed un ruolo nel C.d.A. di Nucleco S.p.a (partecipata da SOGIN al 60% e da ENEA al 40%). Ancor più essenziale si rivela questo approccio - di apprendere praticando - in quelle attività consulenziali che di solito arrivano a fine carriera, dove si incomincia a scoprire quanto si è ricevuto liberamente dalla professione e quanto sia opportuno liberamente dare alla professione in termini di esperienze, riflessioni, idee, maturate in quasi mezzo secolo di attività, cercando di rendere effettivo quell'approccio "*exerceo ut intelligam, intelligo ut exerceam*" (esercito per comprendere, comprendo per esercitare) che si auspica per i professori l'Ingegneria Economica parafrasando² ciò che Anselmo d'Aosta sosteneva professando la sua fede .

La frequenza ai corsi di *project financing* organizzati da AICE a fine anni '90, e tenuti in passato direttamente dal Prof. Poiaga per quadri ENEL, le collaborazioni alla rivista – seppur sporadiche - in seguito sviluppate attraverso contributi e sintesi su lavori svolti, gli articoli tecnici e scambi avuti più recentemente, hanno poi tenuto aperto un collegamento con AICE insieme alla propensione a collaborare a beneficio della professione.

Nel momento di una *call for papers* in merito al possibile riconoscimento della professione è apparso, quindi, doveroso aderire alla chiamata per i seguenti motivi:

- a) contribuire a fare del "TCM: una disciplina per una professionalità nella pubblica amministrazione" essendo questo un tema generale delle giornate AICE su cui sono ritenute benvenute relazioni (come si evince dall' *item 1* della *call for papers*);
- b) contribuire al dibattito sulla professione presentando alcuni rilievi da valutare in caso si punti ad una ipotesi di un Ordine Professionale specifico per l'Ingegneria Economica; tali rilievi sono rivolti alla valorizzazione delle esperienze pratiche individuali sulla falsariga di quanto già fanno sia AICE, sia alcuni ordini professionali europei;
- c) proporre in modo specifico un generale indice di avanzamento integrato "tempi-costi" per la pianificazione e il controllo di progetti "istituzionali" di lungo periodo e di elevato valore economico; aspetto di cui può beneficiare un altro dei temi generali delle giornate AICE 2018 ed espresso nel "Controllo dei progetti a lungo termine: una prospettiva TCM per il *controller*", (come si evince dall' *item 7* della *call for papers*).

2. ASPETTI DI CONTESTO E QUESTIONI DI FONDO

In un vecchio quaderno AICE, (rivista con copertina gialla che ricevevano gli associati) a fine anni Novanta-inizio nuovo millennio, veniva analizzato come è evoluta nel tempo la capacità gestionale di centrare gli obiettivi fondamentali di un progetto in termini di costi e di tempi. Se la canizie non tradisce la memoria, i dati ivi riportati mostravano scostamenti crescenti con il procedere degli anni, quasi a sottolineare una "naturale" tendenza entropica del management in generale che non riusciva a giovare delle nuove tecniche, strumenti e mezzi che la tecnologia informatica andava mettendo man mano a disposizione per la pianificazione, il monitoraggio e il controllo di un progetto.

Ciò di cui non sembrava si tenesse adeguatamente conto in quel lavoro, qui preso a riferimento, era la forte variazione di contesto che la società europea ed occidentale tutta andava subendo nel lungo periodo, passando dal boom di crescita post guerra all'epoca della contestazione giovanile del sessantotto e fino alle prove di mercato comune europeo e di unione monetaria del 1992 e degli anni successivi. In pratica l'interrogativo che si vuole qui porre in discussione, visti anche i contenuti che ricorrono, è il seguente: **un costo totale a vita intera (V.I.) di lungo periodo è, oggi, ragionevolmente prevedibile o ci sono alee che di fatto ne inficiano la prevedibilità?**

Nel nostro tempo possiamo ben dire che il processo di globalizzazione e quello di integrazione europea attraverso il libero mercato delle merci, dei capitali e del lavoro, nonché attraverso la libera

¹ Capitolo introdotto nel rispetto di quanto richiesto all'autore dal Comitato Scientifico con email del 3/8/2018

² *Intelligo ut credam; credo ut intelligam.* – il più noto motto di Anselmo d'Aosta.

circolazione delle persone e dei servizi hanno sconvolto ogni preesistente certezza e stabilità, quasi "condannando" i sistemi economici ad un continuo efficientamento senza sosta alcuna. Le imprese italiane l'hanno sperimentato e lo stanno ancora sperimentando a proprie spese.

Parafrasando la logica marxiana soggiacente al materialismo storico dialettico, si potrebbe affermare che il mondo occidentale, avendo fatto della propria costante evoluzione ed efficientamento il motore del proprio storico sviluppo, trasforma oggi questi stessi elementi in "proprie catene" sotto forma di crisi pseudo-strutturali allorquando non riesce a metterli in pratica secondo una logica di incrementi di ricchezza (PIL) crescenti o quantomeno costanti nel tempo; logica mal celante, ormai, uno sviluppo esponenziale non più perseguibile senza mettere a repentaglio l'ambiente globale e il depauperamento delle risorse disponibili a danno delle future generazioni³.

Da qui la scomparsa dei concetti di abbondanza delle risorse naturali e di ciclo economico cui facevano riferimento le antecedenti politiche economiche degli stati, che oggi, in un mondo interconnesso, si vedono costretti (spesso loro malgrado) a dover tener conto delle altrui esigenze e necessità senza poter più considerare preminenti le proprie.

In pratica tutto incomincia ad apparire interconnesso e quella sorta di olistismo (non località) che sembra caratterizzare la fisica del nostro tempo è come se si fosse riverberato in ogni anfratto dell'attività economico-produttiva, orientando – alla stregua della finanza che oggi domina l'intrapresa - tutti al breve periodo, mentre qualche "ostinato" continua ancora a sostenere che **"il breve periodo non ha futuro"**. Tuttavia, (e questo è un ulteriore interrogativo che bisognerebbe seriamente porsi dal punto di vista della PA!) **qualcuno al lungo periodo dovrà pur pensarci!** E chi potrebbe essere questo qualcuno se non lo Stato, ossia gli Stati (quindi, in concreto le istituzioni e perciò la PA)?

Al tempo stesso venti dell'est agitano idee che vedono la possibilità di un "Capitalismo di Stato" (per es. quello cinese) contrapporsi - date le proprie alte capacità di credito e riserve valutarie - ad un "capitalismo tradizionalmente democratico" in crisi di identità e che si trova costretto per i propri valori, espressi e codificati nel diritto internazionale, a far fronte anche a migrazioni di massa causate da ragioni economiche, ambientali e di sicurezza individuale; migrazioni di persone che vedono in questo mondo occidentale in declino un rifugio e un banchetto da cui "i marginali" (quelli che meno contano) sono stati esclusi e perciò si sentono autorizzati a reclamare la loro parte e un ricovero⁴.

Questo è, specie in Europa, il contesto caotico e tumultuoso in cui si muove ogni atto produttivo al giorno d'oggi, che annaspa tra precarizzazioni e incentivi al mondo del lavoro, tra ristrutturazioni industriali e investimenti in robotica, tra delocalizzazioni e responsabilità sociale, tra la presa d'atto che il lavoro scompare nelle vecchie forme non precarie e i sussulti che la stabilità sociale impone per crearne di nuovo, tra l'adozione di codici etici e comportamenti illegali o talvolta delittuosi. Lo scontro in seno al mondo occidentale tra un apparente "liberismo aggregante" e un apparente "sovranismo disgregante" trova la sua più immediata espressione nel riemergere di "idee protezionistiche" riguardanti "effetti benefici" di dazi e dogane per salvaguardare all'occorrenza interessi specifici.

Gli stessi stati occidentali e le loro strutture, nei passati anni di liberismo sregolato e di globalizzazione incontrollata, inseguendo il *mantra* dell'*outsourcing* e quello di dubbia eticità dello *spoiling system* per il ricorso a competenze specialistiche, di volta in volta necessarie, hanno omesso di far crescere uno stabile "corpo pensante statale", intermedio tra i ruoli politici e quelli operativi, e coltivare un'ideale tecnocrazia di stato adatta per i tempi moderni, dove una concezione olistica dell'economia – date la globalizzazione e il processo d'integrazione europea in atto - s'impone senza trascurare la nozione della necessità di "bene comune" generalizzato all'ecumene.

Nel contesto sopra descritto, il potere e l'autonomia residui degli stati si devono comunque confrontare con la sopravvivenza dei popoli e delle nazioni, dei loro bisogni e delle loro necessità e lo devono fare con equilibrio, non seguendo la nozione di massimizzazione del profitto o di creazione di valore per l'azionista, tipica del settore privato, bensì seguendo quella di efficienza dell'impegno economico sostenuto, attraverso analisi costi-benefici e minimizzazione di costi sociali (per es. esternalità⁵) desunti non da pratiche fantasiose, ma da evidenze esperienziali. Lì dove la massimizzazione del profitto - destinato comunque al reinvestimento - venisse praticata (per esempio in "società partecipate") quale strumento per evidenziare l'efficienza del servizio reso, trattandosi di istituzioni del corpo dello stato, necessita una profonda consapevolezza della differenza tra merce destinata al

³ Si esprimono su questi temi in termini critici alcune recenti encicliche della chiesa cattolica: Caritas in Veritate; Evangelii Gaudium; Laudato Si'. Vedi anche in una passata analisi reperibile al link http://www.associazioneambientesocieta.it/as/StudiRicercheProposte/Memorie_R_Morelli/Sviluppo%20esponenziale%20vs.%20sostenibile0001.pdf ;

⁴vedi anche il link

http://www.associazioneambientesocieta.it/as/StudiRicercheProposte/Memorie_R_Morelli/Immigrazione0001.pdf

⁵

http://www.associazioneambientesocieta.it/as/StudiRicercheProposte/Memorie_R_Morelli/Esternalita0001.pdf

libero mercato e servizio pubblico, che deve conformarsi a preordinati standard di qualità per essere funzionale e accettabile ad una vasta utenza pubblica.

Accuse autorevoli⁶ alla finanza, all'intrapresa e all'economia dei nostri giorni sembrano basate anche sulla denuncia di un generalizzato approccio che in modo estensivo, dalla caduta del muro di Berlino in poi, adotta schemi di *business e pratiche consolidate di privatizzazione dei profitti e socializzazione delle perdite*.

In questo quadro il TCM è un potente strumento di ricerca della verità nei casi controversi e di razionalizzazione delle scelte, di breve, medio e lungo periodo, che gli stati devono compiere e le loro istituzioni devono attuare. Lo stesso TCM sembra porsi come concetto fondamentale alla base di processi di ingegneria economica in ambito pubblico e non può che essere destinato ad essere metabolizzato sino a divenire parte fondante dei comportamenti, delle regole e della stessa ingegneria statale che si confronta, di norma anche internazionalmente, con progetti di grande dimensione economica, territoriale, ambientale e temporale.

La gestione secondo concetti di costo totale, attraverso un insieme di conoscenze, norme, metodi, strumenti, pratiche dell'arte (Body of Knowledge - BoK) è di supporto anche nell'analisi, individuazione e gestione dei rischi.

Tra i rischi più comuni di un progetto che più frequentemente si concretizzano nella realtà vi sono certamente i rischi di sfioramento dei tempi e dei costi previsti (*schedule overrun and cost overrun risk*). Inoltre, essi si inseriscono tra quella parte dei rischi di un progetto più difficilmente e più onerosamente trasferibili ad un soggetto terzo per via assicurativa, come avviene per esempio per la copertura di rischi di responsabilità civile, dove polizze *all risks* sono disponibili per committenti e *contractors* a fronte di un premio assicurativo ancor ragionevole.

I rischi di progettazione, calcolo strutturale, realizzazione, avviamento ed esercizio delle opere realizzate sono normalmente "rimossi" solo apparentemente dalle istituzioni pubbliche attraverso l'esternalizzazione e quindi attraverso il ricorso a procedure di gara per la selezione di appositi progettisti e *contractors*. In tali casi, poiché interviene solitamente una *liability limitation*, negoziata o contrattualmente fissata in fase di gara, è illusorio pensare che lì dove il rischio si realizza in concreto, progettisti e *contractors* – che pur sono obbligati o si obbligano a trasferire lo stesso rischio assicurativamente – realizzino condizioni ottimali per una totale refusione di costi per un evento dannoso occorso.

Appare evidente che la dimensione assoluta di questi rischi è tanto più alta quanto più lunga è la durata del progetto e quanto più rilevante è la dimensione economica che caratterizza il progetto, oltre ad essere legata alla stabilità politica ed economica dei sistemi in cui un progetto viene intrapreso.

La finanziarizzazione di ogni ramo dell'economia, infatti, sembra aver di riflesso introdotto la "volatilità", tipica della finanza, anche in ogni settore dell'intrapresa, rendendo ancor più incerta la remuneratività di un progetto; per cui appare ragionevole assumere che tanto più lunga è la durata di un progetto e più elevata è la sua dimensione economica, tanto più si deve essere predisposti ad affrontare eventi rischiosi e avversi che si possono concretizzare in fase di realizzazione del progetto stesso. Ciò equivale a dire che in fase previsionale occorre allocare sul progetto una quantità crescente di *contingencies*; metodo contrario a concetti di efficienza, per cui occorre farlo senza che ciò possa costituire da un lato immobilizzazione improduttiva di risorse disponibili e dall'altro impieghi produttivi rischiosi, (per esempio coperture assicurative attraverso strumenti di finanza derivata).

Insomma, il TCM è fuor di dubbio una disciplina per la creazione e lo sviluppo di professionalità nella pubblica amministrazione attuale e può contribuire alla formazione e ricostruzione di ruoli e competenze in un contesto nazionale ed europeo (vedasi ad esempio ANAC, Commissioni aggiudicatrici appalti e relativi riflessi in UE, organi di controllo di società partecipate, etc.).

Dunque, proporre il TCM tra i temi per contribuire in maniera funzionale ed evolutiva all'innovazione delle realtà professionali in Europa sembra una scelta obbligata dai tempi e dai contenuti che caratterizzano la nostra epoca. Le norme e le consuetudini AICE (adesione, BoK, verifica e certificazione delle competenze, formazione permanente, tracciabilità di esperienze e competenze, etc.) non nascono dal nulla, ma sono validate a livello internazionale anche attraverso l'adesione a ICEC. Si potrebbe dire, in definitiva, che tutti gli aspetti necessari sono già operativi ed in place in AICE, anche nell'ipotesi si pensasse effettivamente ad un Ordine professionale per l'Ingegneria Economica. In tal caso, se un rilievo si può fare in merito al riconoscimento dei ruoli e delle diverse competenze, andrebbero forse meglio tracciati e definiti percorsi utili in un prevedibile lungo transitorio per il cambiamento. Occorrerebbe da un lato garantire continuità ai già certificati AICE e dall'altro aprire la via al formale riconoscimento nel nuovo Ordine per coloro che – in possesso di riconosciuto titolo accademico o comunque professionale adeguato (per es. diplomati tecnici e commerciali del vecchio ordinamento), abbinato a verificate esperienze professionali in atto o trascorse – desiderino praticare l'esercizio di questa professione specialistica, che già sostanzialmente esercitano (nell'ambito dello strutturato assetto AICE oppure nei vecchi e tradizionali Ordini Professionali). Tutto

⁶ Vedasi ad esempio in A.N. Chomsky – "Politica e linguaggio", ma elementi critici si possono ravvisare anche in articoli e interviste pubbliche di alcuni primi Nobel per l'Economia (per es. J.E. Stiglitz, P.R. Krugman, altri).

ciò dovrebbe essere specialmente importante per coloro che sono impegnati non solo in attività professionali concrete, ma anche di ricerca e studio nel campo.

Il prossimo paragrafo di questo lavoro è dedicato all'approfondimento di aspetti incentrati sulla verifica - su basi individuali - delle competenze professionali e la valorizzazione delle esperienze concrete nel caso si pensasse, effettivamente o ipoteticamente, ad un vero e proprio Ordine Professionale per l'Ingegneria Economica.

Altrove è stato fatto rilevare che un rimedio alle carenze su gli aspetti meramente tecnico-scientifici (o giuridico-gestionali) riguardanti la professione è sempre possibile attraverso la formazione ed il *training*, mentre invece carenze di fondo che riguardino aspetti deontologici e quelli di eticità ed affidabilità morale di coloro che sarebbero destinati ad interfacciare la PA sono più difficili da "curare". Ci si chiede se tutto questo non rimandi immediatamente ad un ulteriore rilievo e interrogativo sulla necessità "cogente" di un possibile Ordine Professionale per l'esercizio e la professione dell'Ingegneria Economica; Ordine che si faccia "garante" della verifica anche di questi ulteriori aspetti che trascendono i meri tecnicismi economico-gestionali e giuridici, ma che aprirebbe, forse, una stagione di conflitto con altre professioni già esistenti, riconosciute e accreditate legislativamente, che vedrebbero il nuovo Ordine come un temibile e fastidioso concorrente "da avversare".

Nella consapevolezza della rilevanza di queste questioni ed interrogativi di fondo, ancora irrisolti e da approfondire prima di ulteriori passi nella direzione ipotizzata, questo lavoro vuole essere quindi una proposta – limitata a più tradizionali aspetti tecnico-scientifici da discutere insieme – e al tempo stesso un modesto esempio d'approccio nel campo del monitoraggio e controllo dei progetti di lungo periodo, fornito non tanto per necessità di "certificazione" (che a fine carriera e con la testa canuta non fa male, ma può risultare infruttifera!), piuttosto per contribuire con un esempio finalizzato, insieme ad altri della stessa natura⁷, ad un possibile dibattito su una nuova impostazione di cui AICE e la stessa professione dell'Ingegneria Economica potrebbero beneficiare in sede PA.

Il *focus* assunto nel presente lavoro è, quindi, rivolto ai progetti con elevata dimensione temporale ed economica che si riscontrano solitamente nella PA, intendendo in senso lato tale termine, ovvero esteso a protezione civile, società partecipate, municipalizzate, società di scopo per servizi pubblici, istituzioni, in genere nazionali, europee, internazionali, etc. I suddetti progetti, di norma, si riscontrano nei settori delle grandi infrastrutture, della bonifica e recupero ambientale, del territorio e del mare, del *decommissioning* di grandi impianti o installazioni dismesse, di vaste aree colpite da eventi geologici e sismici. Si tratta di progetti rilevanti che comunque si estendono su un ampio territorio e richiedono una minuziosa pianificazione iniziale, oltre che un costante monitoraggio e controllo una volta che essi siano stati avviati. Per questa tipologia di progetti "ad alto rischio" di sfioramento delle previsioni (*cost overrun, schedule overrun*), dove le stime iniziali dei costi e dei tempi d'implementazione sono estremamente aleatori, si verificano di consueto – lungo il processo di realizzazione - forti ed onerose variazioni di tempi, costi e risorse impiegate che vanificano la significatività di molti degli indicatori assunti normalmente per la stima dell'avanzamento lavori, tra cui ad esempio il cosiddetto *avanzamento economico* determinato dal semplice rapporto tra valore economico consuntivato e costo a V.I. previsto nella più recente programmazione. A fini "correttivi", pertanto, trattandosi di progetti solitamente strategici e con vasto impatto sulla popolazione e sul territorio - che espongono a negativi riflessi pratici e d'immagine la PA e il Paese - viene proposta qui di seguito la generalizzata adozione, in questi casi, di un indicatore integrato "costi-tempi" utile a dare maggiore oggettività al concetto di "stato di avanzamento del progetto". Servendosi dei dati disponibili di un anonimo progetto strategico viene di seguito sviluppata, su basi analitiche e con l'ausilio della relativa "curva a "S" di progetto, la formulazione concettuale di tale indicatore fornendo al tempo stesso metodi pratici applicativi per calcolarlo con semplici strumenti grafici o computazionali in situazioni concrete.

Vale la pena far rilevare che alla fine del presente lavoro è stata anche riportata una "APPENDICE" predisposta per richiamare e condividere l'attenzione sul fatto che gli strumenti messi a disposizione in alcune versioni ancor oggi in uso di comuni fogli elettronici (*spreadsheet*) per l'interpolazione polinomiale di 5° e 6° grado – cui è stato fatto ricorso in questo lavoro - sebbene diano un risultato grafico apparentemente corretto, sfortunatamente forniscono un'equazione della funzione interpolante che non corrisponde al risultato grafico; cosa che non succede, in questi stessi sistemi, per l'interpolazione lineare, che invece risulta corretta. Ciò ha richiesto il ricorso al vecchio *software shareware* FIT2 (già utilizzato per il lavoro presentato nelle Giornate AICE 2017), evidenziando così la necessità – specie in caso di lavoro individuale piuttosto che di gruppo - di verifiche multiple quando ci si affida a sistemi informatici.

3. L'IPOTESI DI UN NUOVO ORDINE PROFESSIONALE PER L'INGEGNERIA ECONOMICA

⁷ Vedi ad esempio le analisi di trend per progetti di lungo periodo di cui al paragrafo 1.c del lavoro "LE CURVE A "S" DI UN PROGETTO E LA FUNZIONE DI GOMPERTZ - Un mezzo euristico per un invito all'approfondimento" presentato nel corso della Giornata AICE 2017.

È possibile che nessuno si ponga l'obiettivo di un Ordine Professionale per l'Ingegneria Economica in Italia, ma in un ipotetico caso affermativo, ci si chiede se i contenuti della Guida alla Certificazione AICE, possano costituire un modello per la verifica su basi individuali delle competenze professionali e valorizzazione delle esperienze concrete in carenza di titoli accademici.

È noto che nel nostro Paese la libera professione intellettuale, in generale, è stata sino a tempi recenti riconosciuta, permessa e governata da apposite leggi dello stato per coloro iscritti ad un apposito Ordine Professionale, che svolge un ruolo di garanzia per gli utenti, per i professionisti e per la società civile nel suo complesso. Infatti, oltre ai compiti della tenuta dell'Albo degli Iscritti e della qualificazione e aggiornamento normativo, la fissazione di tariffe (di riferimento) per la remunerazione delle prestazioni professionali, l'emanazione di un codice deontologico professionale, l'Ordine si fa carico di accertare il possesso e il mantenimento da parte degli iscritti di requisiti etici e professionali, nonché il mantenimento da parte degli iscritti di una idonea condotta nell'esercizio della professione, pena il decadimento dell'iscrizione all'Ordine Professionale. L'iscrizione all'Ordine Professionale non è "libera", bensì consentita solo a coloro che avendo conseguito un opportuno titolo accademico (per es. in medicina, ingegneria, giurisprudenza, biologia, geologia, etc.) superino anche un cosiddetto "Esame di Stato", che avendo accertato il possesso dopo la laurea (o il diploma, per alcune professioni, quali ad es. geometri, periti, agronomi, commercialisti, etc. ancora esistenti) di idonei requisiti professionali, abilita formalmente all'esercizio della professione, previa iscrizione all'Ordine Professionale relativo.

AICE, che ancora non è un Ordine Professionale, punta molto al possesso di conoscenze professionali piuttosto che ai titoli acquisiti, valutando – con diverso peso – titoli di studio accademici⁸ e non, senza una netta distinzione, per esempio, tra titoli in discipline tecnico-scientifiche e discipline giuridiche-economiche. Per l'accesso alla professione dell'Ingegneria Economica, quindi, AICE svolge il proprio ruolo di garanzia presidiando il processo di certificazione e quello di formazione continua per l'ottenimento, il mantenimento e lo sviluppo delle competenze necessarie.

Come linea di tendenza, in una Europa che innalza sempre più la scolarizzazione dei propri cittadini può apparire – dal punto di vista istituzionale - quantomeno incauto consentire professioni inerenti l'Ingegneria Economica senza il possesso di un adeguato titolo accademico⁹, almeno contiguo all'oggetto professionale.

Pertanto, l'interrogativo che il presente paragrafo cerca di porre è il seguente: è possibile pensare per il nuovo Ordine ipotizzato il mantenimento – di norma - a livello accademico del titolo obbligatorio per l'ingresso alla professione e puntare invece ad una maggiore apertura e integrazione, secondo le attuali pratiche AICE, con un modello per la verifica su basi individuali delle competenze professionali e per la valorizzazione delle esperienze concrete già possedute dagli aspiranti professionisti dell'Ingegneria Economica?

Come ben noto, in sede AICE da anni si offre un serio processo certificativo ai propri aderenti che intendono intraprendere un percorso professionale. Poiché un momento cruciale è la verifica delle competenze detenute individualmente - che non possono scendere sotto un minimo livello stabilito - il punto di partenza è una autovalutazione del potenziale candidato alla certificazione; autovalutazione che viene poi posta a verifica e giudizio di una commissione AICE per l'ammissione agli esami di certificazione.

Il percorso certificativo AICE è noto e collaudato da tempo e, attraverso ICEC, anche ad un livello internazionalmente riconosciuto. AICE svolge in tal modo quell'indispensabile ruolo di garante per la professione in generale (utenti e professionisti) riconosciuto anche in sedi istituzionali, ruolo tipico degli Ordini Professionali tradizionali. Qui non si formulano, pertanto, rilievi sul processo di certificazione, quanto piuttosto si sollecita una riflessione – specie nel caso in cui si punti ad un nuovo Ordine Professionale – circa il mantenimento del titolo accademico come requisito cogente per l'esercizio della professione, aprendo però la possibilità di riconoscere a livello individuale un percorso personalizzato per la stessa verifica e la certificazione, continuando a tener conto di quelle professionalità già acquisite e riconosciute in altri ordini professionali o altre esperienze e attività tecnico scientifiche di fatto svolte ed esercitate. Ci si chiede, per esempio, se tale processo possa essere esteso al punto che, in carenza di titoli accademici per casi specifici, l'esperienza professionale svolta e comprovata da evidenze concrete per un congruo numero di anni possa essere considerata un modo per colmare eventuali gap rilevati. Un tale aspetto dovrebbe aprire positivamente il colloquio con altri ordini professionali (geometri, periti, agronomi, etc.) non solo a livello nazionale, ma anche europeo, creando sinergie e reciproca fiducia piuttosto che eventuali atteggiamenti "cagneschi" e di avversione.

Unicamente a tale scopo viene fornito di seguito in **Tabella N.1** un modello (che ricalca molto da vicino quello di autovalutazione predisposto da AICE) per la rilevazione e verifica delle competenze in base a:

⁸ Qui ci si riferisce alla laurea propriamente detta (di primo o di secondo livello) e non ai corsi universitari che comunque possono entrare nel processo valutativo globale di AICE.

⁹ Vedi nota precedente.

- Studi, Attestati e Certificazioni già acquisite e detenute dall'aspirante professionista e certificate da datori di lavoro, istituzioni, aziende, etc.;
- Esperienze Lavorative Certificate, distinguendo se (in Ruolo Esecutivo) oppure (in Ruolo Dirigenziale), effettivamente svolte e detenute dall'aspirante professionista;
- Pubblicazioni (ricerche svolte, articoli pubblicati, *paper* presentati a congressi, convegni e tavole rotonde, libri, etc.);
- Consulenze e Docenze svolte e certificate da datori di lavoro, istituzioni, aziende, etc.

Secondo la linea ipotetica proposta sopra, in via del tutto teorica, andrebbe rivisto il sistema di pesi oggi adottato da AICE: per ciascuno elemento (di colonna) e per ciascun elemento (di riga) corrispondente ad una delle conoscenze previste nel BoK; si potrebbe dare transitoriamente un peso maggiore all'attività lavorativa professionale rispetto ai titoli (dopo una prima fase applicativa si incomincerebbero ad avere dei valori medi che emergono da situazioni concrete). Come già accade, allorquando la sommatoria dei pesi per riga o per colonna si presentasse inferiore ad un certo valore prefissato, si dovrebbe procedere ad una verifica formalizzata di quella conoscenza con un esame da sostenere dopo opportuno periodo formativo a prescindere dal possesso delle qualifiche professionali, dei titoli di studio e dall'abilitazione all'esercizio di professioni contigue all'Ingegneria Economica.

Nel caso in cui si punti ad un nuovo Ordine Professionale, l'esame di accertamento delle competenze, dovrebbe in ogni caso essere in qualche modo sostitutivo o equivalente ad un "Esame di Stato" che è di norma previsto legislativamente per l'esercizio di una qualunque professione. Dovrebbe essere quindi richiesto un riconoscimento legislativo al riguardo.

Una riflessione su tali aspetti può apparire un po' artificiosa e di difficile applicazione, ma è utile e renderebbe il lungo periodo transitorio più agevole, senza rinunciare:

- alla necessità del possesso – di norma - di un titolo accademico, salvo casi valutati individualmente;
- a quel ruolo di garanzia che oggi caratterizza AICE; nell'auspicio di un'equa apertura all'esercizio professionale dell'Ingegneria Economica in ambito PA.

Infine, l'evoluzione delle due attuali figure professionali del Praticante e dell'Esperto dovrebbe seguire a convivere in un ambiente di continuità e contiguità, dove il passaggio dall'una all'altra dovrebbe essere possibile solo dopo un certo numero di anni – normativamente fissato - di effettivo e provato esercizio della professione.

Table 1 – Ipotesi di Modello

CONOSCENZE Body of Knowledge - (BoK) - AICE		IPOTESI DI MODELLO PER VERIFICA SU BASI INDIVIDUALE VALORIZZANDO ESPERIENZE Equivalente di esami (di Stato, etc.) per aree non coperte				
		Studi Attestati e Certificazioni	Esperienze Lavorative Certificate (in Ruolo Esecutivo)	Esperienze Lavorative Certificate (in Ruolo Dirigenziale)	Pubblicazioni	Consulenze Svolte Certificate
CONOSCENZE DI BASE	Statistica	x			x	
	Ricerca operativa	x			x	
	Contabilità e bilancio			x		
	Contabilità analitica		x			x
	Matematica finanziaria		x	x	x	x
	Informatica		x	x		
NOZIONI DI CONTESTO	Organizzazione aziendale		x	x		
	Contrattualistica		x	x	x	x
	Qualità		x	x	x	
	Ambiente e salute		x	x	x	
	Project management	x	x	x	x	x
	Strategic asset management		x	x		
APPLICAZIONI	Controllo costi		x	x		x
	Controllo di gestione aziendale		x	x		x
	Sistemi di valutazione, stima dei costi e programmazione		x	x		
	Analisi degli investimenti		x	x	x	x
	Programmazione e controllo		x	x		x
	Analisi di gestione dei rischi e delle opportunità		x	x		
	Contract management		x	x	x	x
	Non conformità e gestione dei contenziosi		x	x		

- N.B.:
- a) I valori (X) indicati in tabella sono del tutto esemplificativi
- b) La Creazione di Valore di cui al BoK 2.0 è stata omessa poiché l'approvazione definitiva è avvenuta dopo che il presente lavoro era già stato presposto.

4. PROPOSTA DI UN INDICATORE D'AVANZAMENTO INTEGRATO

Come noto, il monitoraggio e controllo di un progetto, nel corso della sua gestione, comporta primariamente l'analisi degli scostamenti tra valori pianificati e consuntivati. Questo irrinunciabile processo di monitoraggio e controllo, può essere condotto – dipendentemente dalle circostanze - in un qualunque momento t_x di vita del progetto, a livello di estrema sintesi rilevando nel loro insieme eventuali scostamenti Δt_x e ΔC_x attraverso la curva a “S” come in Fig.1 seguente, oppure scendendo a livelli di massimo dettaglio attraverso la struttura di scomposizione lavori WBS (*Work Breakdown Structure*) e la struttura di scomposizione prodotto di progetto PBS (*Product Breakdown Structure*), analizzando quali elementi in particolare determinano lo scostamento. È evidente che qualora scostamenti di costi e/o di tempi dovessero essere effettivamente presenti sono necessarie azioni di recupero per ricondurre il progetto a quanto pianificato o altrimenti diviene inevitabile una ripianificazione e riprogrammazione che si possono concludere, come sovente accade, con lo sfioramento dei costi e dei tempi inizialmente pianificati.

Accanto a tutto ciò, non è raro constatare nella gestione d'importanti progetti pubblici l'adozione d'indicatori di avanzamento formulati attraverso il semplice rapporto tra costi consuntivati in un determinato momento e previsioni di costo totale a V.I. desunte in quello stesso momento dalla pianificazione più recente disponibile. Un tale indicatore è spesso denominato “Avanzamento Economico” (per es. C_a/C_t in Fig.N.3).

Similmente un indicatore di avanzamento formulato attraverso il semplice rapporto tra tempo di realizzazione trascorso sino a un determinato momento e previsioni di tempo di realizzazione totale a V.I. desunte in quello stesso momento dalla programmazione più recente disponibile è denominato “Avanzamento Temporale” (per es. t_a/t_t in Fig.N.3).

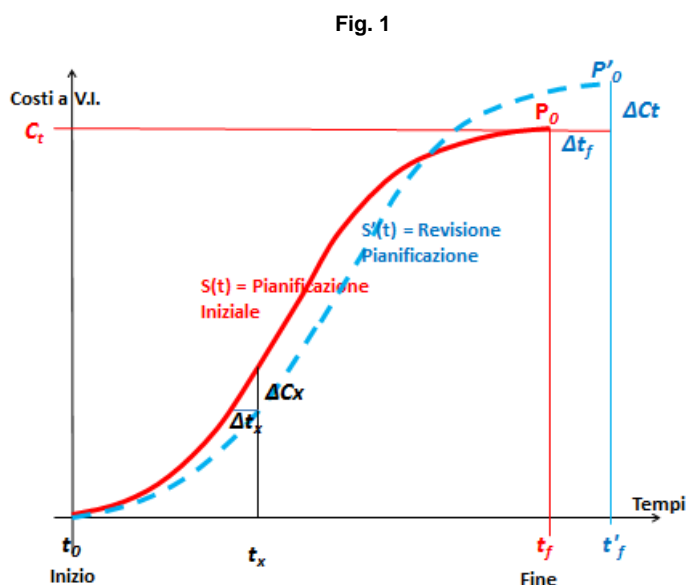
Né l'uno, né l'altro indicatore, però, sono affidabili elementi per ottenere vera nozione dell'avanzamento di un progetto, poiché il mero procedere del tempo o il crescere degli esborsi non danno certezza sulla corretta evoluzione del progetto stesso. Inoltre, mentre i consuntivi di costo o tempo (che figurano a numeratore dei citati rapporti) realizzati nell'ambito del progetto sino a un determinato momento “non possono variare” (si tratta di valori reali e non presunti), il costo totale a V.I. e il tempo totale a V.I. (che figurano al denominatore dei rispettivi citati rapporti) sono suscettibili di variazioni che di fatto si verificano con il procedere del progetto e l'affinamento della pianificazione. In aggiunta, presi singolarmente, sia l'avanzamento economico sia quello temporale, come sopra definiti, trascurano l'altra dimensione e non possono essere significativi nei casi di variazioni congiunte di tempi e costi, casi che rappresentano la norma nella realtà pratica.

Il focus in fase di pianificazione su ulteriori elementi collaterali caratteristici del progetto - utili per determinare l'“Avanzamento Fisico” e basati su quantità rilevabili e misurabili fisicamente, quali ad esempio ore-uomo, quantità posate in opera, autorizzazioni e documenti necessari, etc. - è sempre auspicabile per non perdere, in fase di gestione, l'aggancio con la concreta realtà evolutiva cui il progetto è naturalmente sottoposto. Infatti, omologhe curve ad “S” in funzione del tempo sono costruibili in fase di pianificazione, con ogni tipo di risorsa quantitativa utilizzata per il progetto stesso.

Ciononostante non va trascurato che, da un punto di vista puramente concettuale, sia i costi che i tempi presi congiuntamente, rappresentano le due dimensioni fondamentali di un progetto che su un piano cartesiano determinano la curva a “S” raffigurando la cumulata degli esborsi in funzione del tempo; l'area sottesa da tale curva oltre a rappresentare un indice dell'onerosità finanziaria del progetto¹⁰, rappresenta – salvo obiettivi opportunistici - la grandezza che maggiormente si vorrebbe mantenere “invariante” (almeno da parte del committente) con cui deve confrontarsi la gestione del progetto stesso.

In altre parole, il valore mandatorio del controllo di gestione nasce dal fatto che per la PA committente, in sede di gestione ordinaria, deve essere invariante non solo il costo totale del progetto e il tempo finale entro cui esso deve essere terminato, ossia la posizione di P_0 in Fig. N.1, ma deve essere invariante anche la forma della curva a “S”. Naturalmente se gli scostamenti che si dovessero rivelare non fossero recuperabili, si scivolerebbe nella gestione straordinaria e quindi nella ripianificazione e riprogrammazione (P_0').

¹⁰ Vedi www.aice-it.org/it/articoli/579-alcuni-aspetti-finanziari-del-programma-contrattuale-di-appalti-e-forniture



E' evidente dalla **Fig. 1** che non appena la pianificazione iniziale viene revisionata la posizione del punto P_0 varia e passa in P'_0 e la curva $S(t)$ iniziale viene modificata in $S'(t)$, per cui le aree sottese dalle due diverse curve sono diverse, ossia, in termini matematici:

$$\int_{t_0}^{t_f} S(t) \neq \int_{t_0}^{t'_f} S'(t) \quad (1)$$

nonché, un indicatore della revisione operata, che tenga conto delle variazioni intervenute sui tempi e di quelle intervenute sui costi, può essere formulato rapportando la differenza tra le aree delle due curve $S'(t)$ e $S(t)$ all'area di $S(t)$ nella pianificazione iniziale:

$$\Delta S = \frac{\int_{t_0}^{t'_f} S'(t) - \int_{t_0}^{t_f} S(t)}{\int_{t_0}^{t_f} S(t)} \quad (2)$$

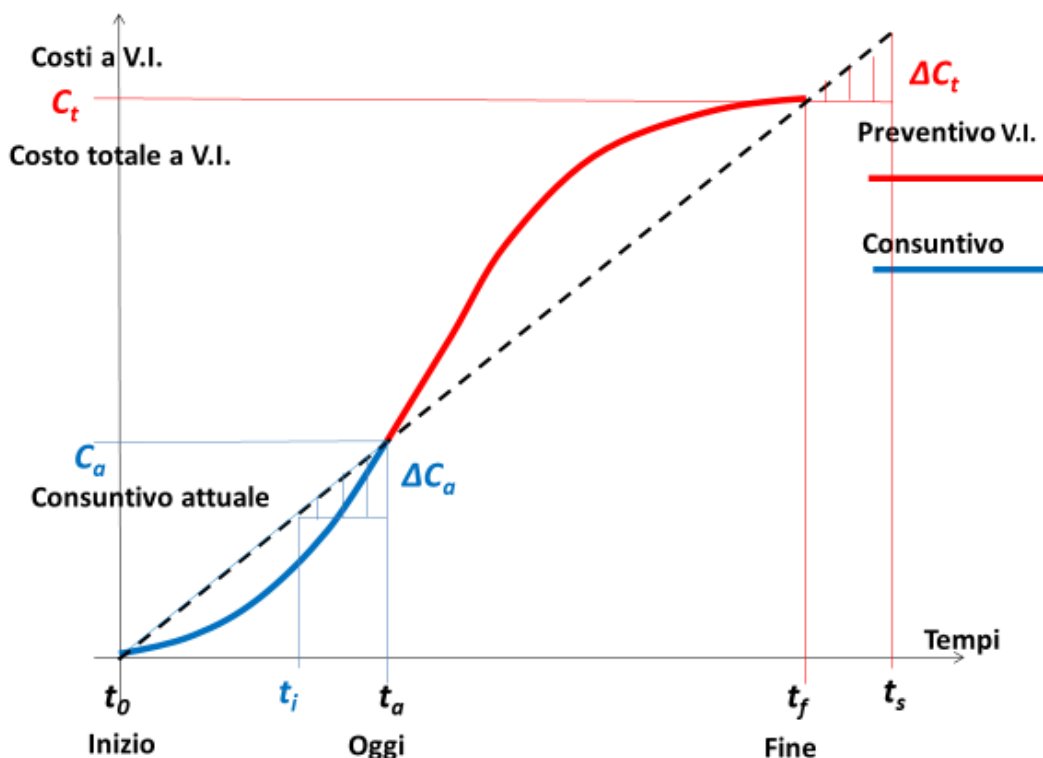
In ogni circostanza di variazione della pianificazione di un progetto, questa differenza tra le aree che sottendono le due diverse curve a "S" sembra avere valore più generale e omnicomprensivo di quanto lo possano avere indicatori dell'*Avanzamento economico* o quello dell'*Avanzamento temporale* dello stesso progetto presi singolarmente.

Con riferimento alla **Fig.2** qui di seguito, si supponga che in un determinato periodo che va da t_f a t_a (assunto unitario) il valore cumulato raggiunto dai consuntivi arrivi sino a C_a mentre il costo a V.I. previsto per il periodo è C_t ; allora l'avanzamento economico è dato dal rapporto :

$$\text{Avanzamento economico nel periodo} = (C_a / C_t) \quad (3)$$

Il rapporto incrementale dei consuntivi (avendo assunto unitario il periodo) è l'incremento ΔC_a . Qualora nel corso del periodo maturino condizioni previsionali per cui il costo a V.I. aumenta di un incremento ΔC_t , esattamente uguale all'incremento dei consuntivi ΔC_a appare che sulla base della tendenza lineare è come se si aggiungesse alla fine un altro periodo di pari entità (unitaria) da t_f a t_s . Ciò, in pratica, erode il valore dell'avanzamento economico (rendendolo praticamente nullo in caso di un andamento lineare dei consuntivi).

Fig. 2



In questo caso la lievitazione dei costi intervenuta rispetto al costo a V.I. che era stato previsto nel periodo da t_i a t_a è data da:

$$\text{Lievitazione del costo a V.I. nel periodo} = (\Delta C_t / C_t) \quad (4)$$

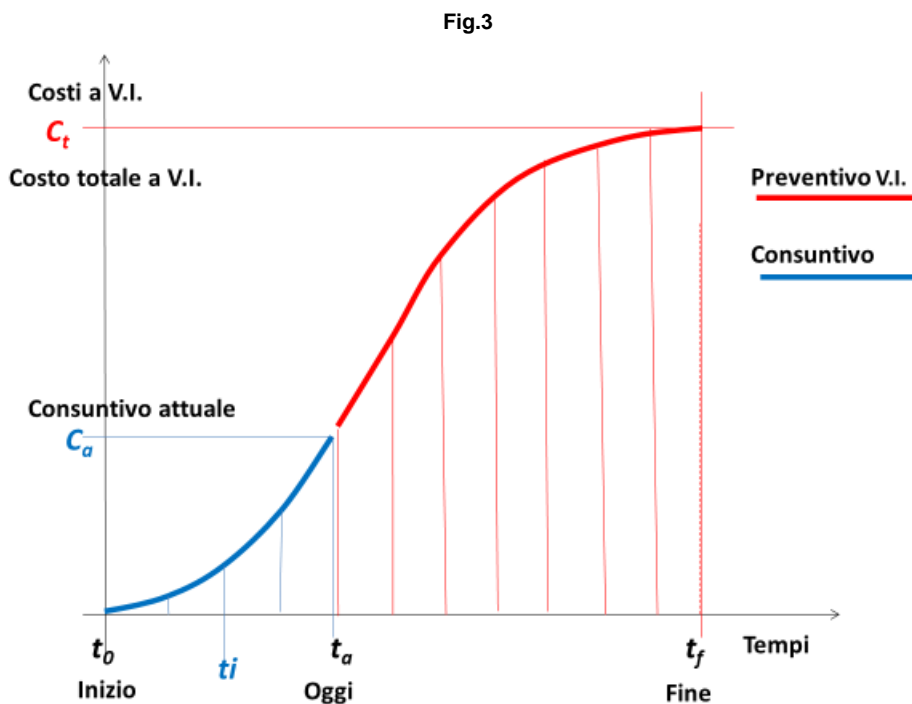
e l'avanzamento economico potrebbe essere corretto – a fini esplicativi, ma non pratici - tenendo conto di questa lievitazione nel seguente modo:

$$(\text{Avanzamento economico nel periodo} - \text{Lievitazione del costo a V.I. nel periodo}) = \left(\frac{C_a}{C_t}\right) - \left(\frac{\Delta C_t}{C_t}\right) \quad (5)$$

Inoltre, nel confronto tra diversi piani, senza la definizione di un opportuno e indipendente indice di avanzamento lavori (per esempio ore uomo oppure quantità messe in opera) può essere fuorviante assumere soltanto i suddetti scostamenti, indicatori e valori come elementi di giudizio o come elementi rappresentativi dell'andamento del programma di progetto. Per esempio, è difficile esprimere un giudizio esatto, confrontabile e veritiero sull'avanzamento (fisico, temporale o economico) conseguito in ciascun anno, nei diversi periodi e a vita intera. Per tale ragione si propone un'opportuna riflessione congiunta se non sia più significativo, come indice di confronto tra piani diversi e come avanzamento integrato costi-tempi, l'area sottesa dalla curva a "S" degli esborsi. Ossia va verificato se tale indice (q), da valutare volta per volta e caso per caso, non possa essere il rapporto tra l'area sottesa dalla curva a "S" costi-tempi afferente ai consuntivi sino a un determinato momento e l'area sottesa dalla curva a "S" costi-tempi afferente ai costi e tempi totali, ossia consuntivi e previsioni a finire da quel momento in avanti.

Riferendosi alla Fig.N.3 seguente si avrebbe:

$$q = \frac{\text{Area sottesa da curva Consuntivi}}{\text{Area sottesa da curva Consuntivi} + \text{Area sottesa da curva Preventivo a V.I.}} \quad (6)$$



Un simile indicatore di avanzamento, svincolandosi maggiormente dall'accidentalità intrinseca dei valori previsionali di tempi e costi totali a V.I. di progetto sembra assumere un valore più adeguato, poiché ogni variazione (anche simultanea) dei tempi e costi è immediatamente riflessa sullo stato di avanzamento, che diviene quindi più "stabile e affidabile" per dare nozione al management dello stato effettivo di un progetto.

Per l'applicazione a casi concreti distinguiamo:

- Il caso ideale di funzioni con andamento continuo
- Il caso concreto di funzioni con andamento a gradini

che vengono discussi qui di seguito.

E' evidente che la proposta qui di seguito formulata deve essere intesa come un esempio di proposta correttiva da apportare in pratiche consuetudinarie seguite nella PA; esempio volto a dimostrare la tipologia di proposte che il TCM può contribuire a formulare se adottato nella stessa PA.

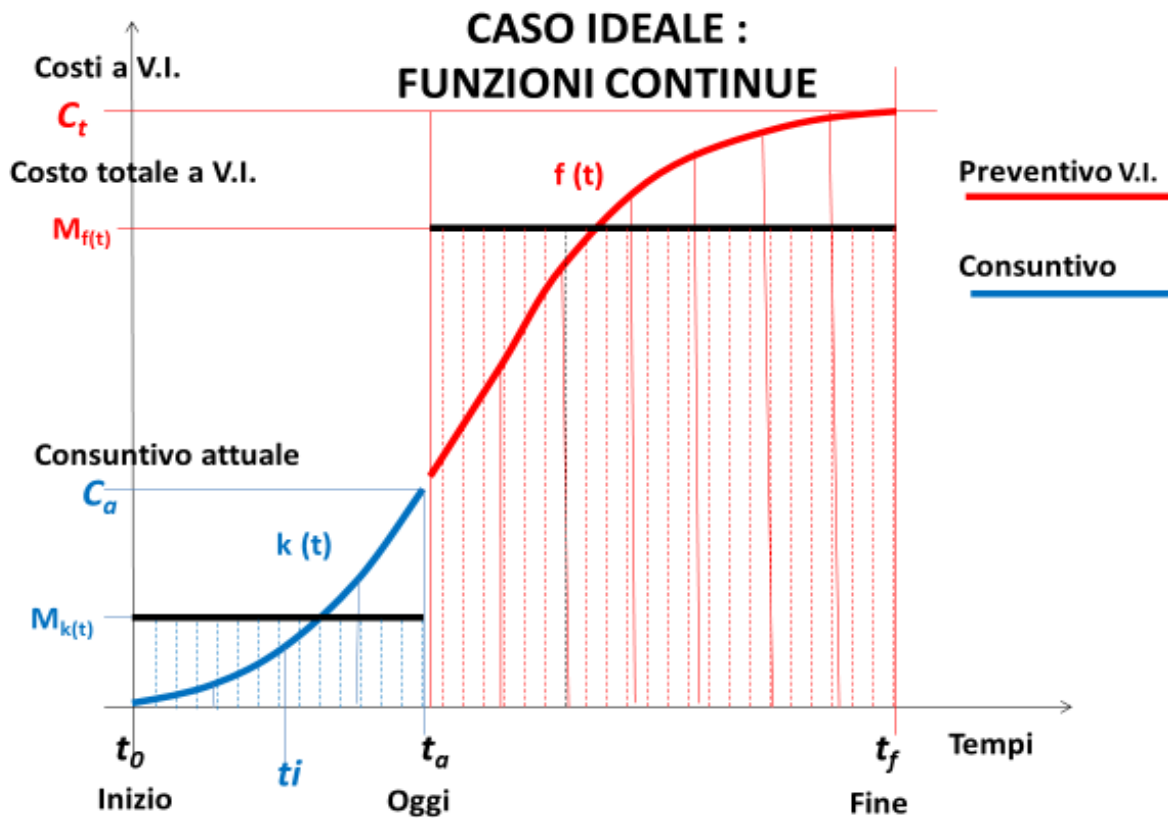
Pertanto, l'inserimento di tale proposta nel presente lavoro per la Giornata AICE 2018, non può essere percepito "fuori tema". Tantomeno esso va percepito come uno iato nel filo logico del presente lavoro; bensì va inteso a guisa di tentativo concreto - come specificato nell'introduzione al punto 1 - volto a contribuire per fare:

- (in termini generali) del "TCM: una disciplina per una professionalità nella pubblica amministrazione", e
- (nello specifico) uno strumento innovativo disponibile nel "Controllo dei progetti a lungo termine: una prospettiva TCM per il controller";

tutti argomenti presenti tra i temi delineati tra quelli da investigare nella Giornata AICE 2018 e quindi da ritenere "centrali" nella discussione.

4.1 Caso ideale : Andamento Continuo

Fig. 4



Con riferimento alla Fig.4, per il teorema di Lagrange (o della media) si ha:

$$\text{Area sottesa da curva Consuntivi} = \int_{t_0}^{t_a} k(t) = M_{k(t)} (t_a - t_0) \quad (7)$$

$$\text{Area sottesa da curva Preventivi} = \int_{t_a}^{t_f} f(t) = M_{f(t)} (t_f - t_a) \quad (8)$$

da cui

$$M_{k(t)} = \frac{\int_{t_0}^{t_a} k(t)}{(t_a - t_0)} \quad (9)$$

e

$$M_{f(t)} = \frac{\int_{t_a}^{t_f} f(t)}{(t_f - t_a)} \quad (10)$$

ed essendo

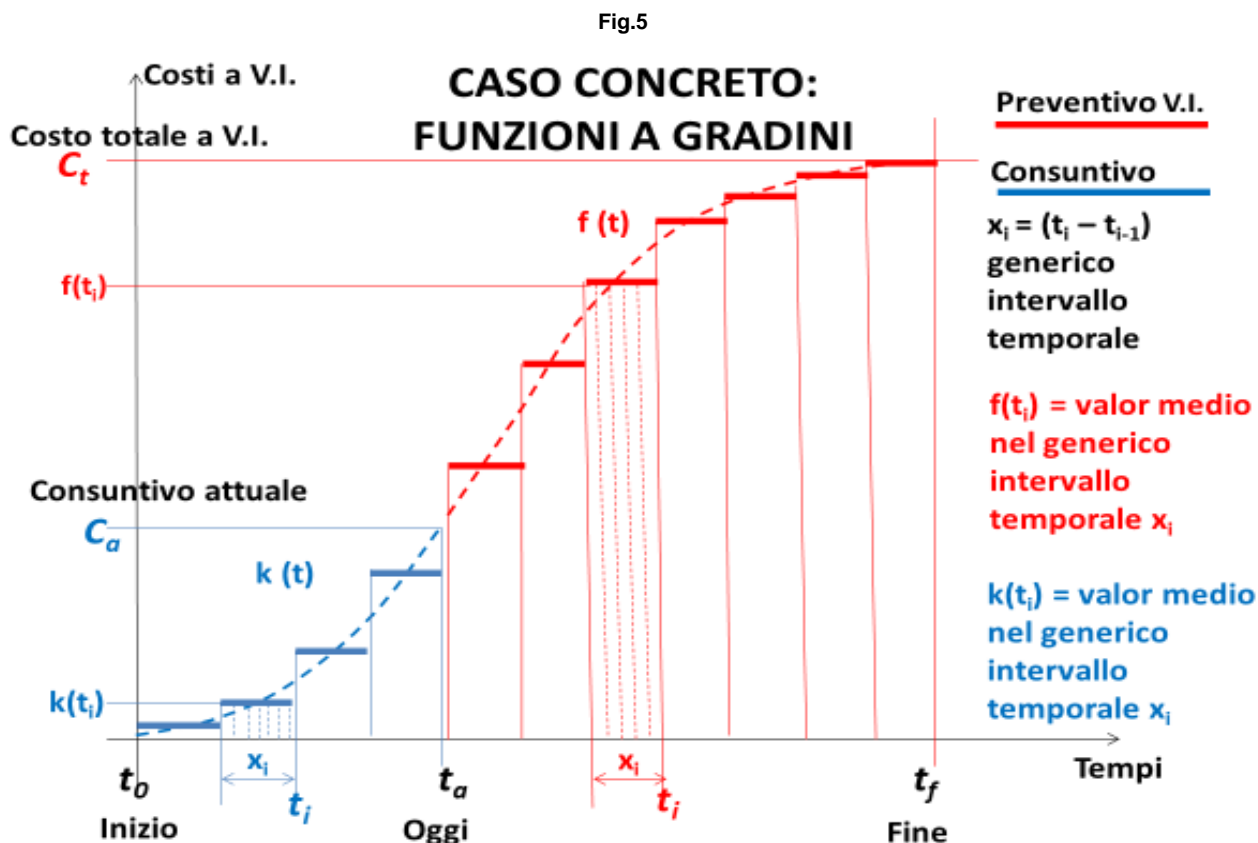
$$q = \frac{\text{Area sottesa da curva Consuntivi}}{\text{Area sottesa da curva Consuntivi} + \text{Area sottesa da curva Preventivo a V.I.}} \quad (11)$$

si avrà

$$q = \frac{\int_{t_0}^{t_a} k(t)}{\int_{t_0}^{t_a} k(t) + \int_{t_a}^{t_f} f(t)} = \frac{M_{k(t)} (t_a - t_0)}{M_{k(t)} (t_a - t_0) + M_{f(t)} (t_f - t_a)} \quad (12)$$

4.2 Caso concreto: Andamento a Gradini

Nel caso concreto di andamento a gradini (come accade in realtà, vedi Fig.5) le aree si possono calcolare come sommatorie delle singole aree elementari - sia per i consuntivi (blu), che per i preventivi (rosso) - di rettangoli di generica base $x_i = (t_i - t_{i-1})$ e generica altezza $k(t_i)$ ed $f(t_i)$ rispettivamente.



Da qui si ricava che:

$$\text{Area sottesa da spezzata Consuntivi} = \sum_{i=0}^a k(t_i)(x_i) \quad (13)$$

e

$$\text{Area sottesa da spezzata Preventivi} = \sum_{i=a}^f f(t_i)(x_i) \quad (14)$$

ed essendo

$$q = \frac{\text{Area sottesa da curva Consuntivi}}{\text{Area sottesa da curva Consuntivi} + \text{Area sottesa da curva Preventivo a V.I.}} \quad (15)$$

si avrà

$$q = \frac{\sum_{i=0}^a k(t_i)(x_i)}{\sum_{i=0}^a k(t_i)(x_i) + \sum_{i=a}^f f(t_i)(x_i)} \quad (16)$$

5. CASO CONCRETO DI “DATI DISPONIBILI” IN FORMA TABELLARE

Vengono di seguito riportati, come esempio applicativo, i “dati disponibili” di tempi e costi di un ipotetico grande progetto istituzionale, di lunghissimo periodo, presunto tuttora in corso (anche a sottolineare che potrebbe trattarsi di un qualunque progetto, reale, ipotetico o virtuale, per soli fini di studio). In colore blu, conformemente ai grafici precedenti, sono riportati i valori consuntivati sino al 2017 e in rosso quelli a Vita Intera emersi dalla più recente riprogrammazione.

Questi dati, di un ipotetico progetto iniziato nell'anno 2000 e previsto "a finire" nel 2034 (secondo la programmazione più recente) sono utilizzati nel presente studio e ad essi viene fatto sintetico riferimento con le parole "dati disponibili". Con essi si traccia la curva a "S" di Fig.6.

Tabella N.2 – Dati Disponibili

	SOMMATORIE	ANNO	Abbreviazione	DATI DISPONIBILI (Costo M€)	Ipotesi Conc. nel 2009	
C o n s u m t i v i		2000	0	0,00		
		2001	1	0,00		
		2002	2	5,79		
		2003	3	11,58		
		2004	4	17,37		
		2005	5	23,16		
		2006	6	28,95		
		2007	7	34,74		
		2008	8	40,53		
		2009	9	46,31		
	c u m u l a t i		2010	10	59,63	
			2011	11	77,82	
			2012	12	99,45	
			2013	13	120,39	
			2014	14	158,11	
			2015	15	201,07	
			2016	16	234,44	
		1428,24	2017	17	268,90	1266,12
P r e v e n t i v i		2018	18	308,92		
		2019	19	364,49		
		2020	20	436,01		
		2021	21	535,72		
		2022	22	596,17		
		2023	23	644,40		
		2024	24	678,80		
		2025	25	692,71		
		2026	26	706,63		
		2027	27	720,54		
		2028	28	734,45		
	c u m u l a t i		2029	29	737,08	
			2030	30	739,71	
			2031	31	742,34	
			2032	32	744,97	
			2033	33	747,60	
			2034	34	750,23	
			2035	35	750,23	
			10880,78	2036	36	750,23
	12309,02	TOTALI		12309,02	12146,90	
	11,60%	AVANZAMENTO INTEGRATO			10,42%	

Sono implicate nel caso in esame due sole dimensioni del progetto, ovvero le più comuni ed importanti: i costi ed i tempi, sotto forma di serie storica di "valori cumulati" (curva a "S" dei costi previsti in funzione del tempo), suddivisi tra "valori consuntivati" (in colore blu nella tabella sopra) e "valori preventivati" (in colore rosso nella tabella sopra). Si vuole così sottolineare che i dati necessari, per l'applicazione della metodologia qui esposta ad un qualsiasi progetto, sono quelli di elevata sintesi, più usuali e tenuti sotto controllo in una classica sequenza implicante processi di: pianificazione, monitoraggio, controllo e reporting per il management di più elevato livello.

In pratica in questo caso q (in forma centesimale) è così calcolato in tabella:

$$q = \frac{(0,00+0,00+5,79+11,58+17,37+\dots+201,07+234,44+268,90)}{(0,00+0,00+5,79+11,58+17,37+\dots+201,07+234,44+268,90)+(308,92+364,49+436,01+\dots+744,97+747,60+750,23)} =$$

$$= \frac{(1428,24)}{(1428,24)+(10880,78)} = \frac{(1428,24)}{(12309,02)} = 0,1160 \quad (17)$$

da cui, in percentuale:

$$q = 11,60\% \quad (18)$$

E' giusto il caso di far rilevare che seguendo vie usuali, utilizzando i dati di costo e di tempo disponibili, si otterrebbero invece :

- Un avanzamento economico pari a $(268,9 / 750,23) = 35,84\%$
- Un avanzamento temporale pari a $(2017-2000) / (2034-2000) = (17 / 34) = 50,00\%$

che esprimono un contenuto fuorviante in merito all'avanzamento del progetto, anche perché il semplice procedere del tempo e l'aumento degli esborsi previsti, non sono per se stessi - e tanto più non lo sono se presi singolarmente – segno del procedere del progetto.

Anziché i costi in funzione del tempo si potrebbero assumere le ore uomo (oppure le quantità realizzate) in funzione del tempo (previste e consuntivate) e la metodologia delineata sarebbe ugualmente applicabile, sebbene condurrebbe a risultati (di "avanzamento") non necessariamente identici.

Poiché nella fattispecie si trattano dati cumulati in ciascun anno di realizzazione a partire dall'inizio di un progetto, si potrebbe (erroneamente) pensare che si possono tenere in conto – come avviene per il calcolo dell'avanzamento economico e per quello temporale - per esempio per i consuntivi, solo quei dati dell'anno più recente. Nella tabella sopra riportata, si è voluto perciò investigare anche l'effetto ai fini dell'avanzamento che comporta la concentrazione in un determinato anno (per es. vedi colonna a destra "Ipotesi Conc. nel 2009") di dati distribuiti in realtà in diversi anni precedenti (per es. dal 2000 al 2008); poiché i valori della curva a "S" sono già essi stessi valori cumulati, ciò equivale a partire dal 2009 anziché dal 2000). Si può constatare che l'adozione di un simile "artificio" può sembrare a prima vista ammissibile, ma in realtà comporta un errore in diminuzione del valore dell'avanzamento (10,42% anziché 11,60%). Questo effetto è maggiormente comprensibile sulla curva a "S" di **Fig.6**, tenuto conto di una riduzione di area, corrispondente alla porzione triangolare pari a 160 mm^2 , nel caso in cui il valore integrale di tale area venisse considerato come già tutto concentrato di per sé nel 2009.

6. CASO CONCRETO: CALCOLO DELLE AREE

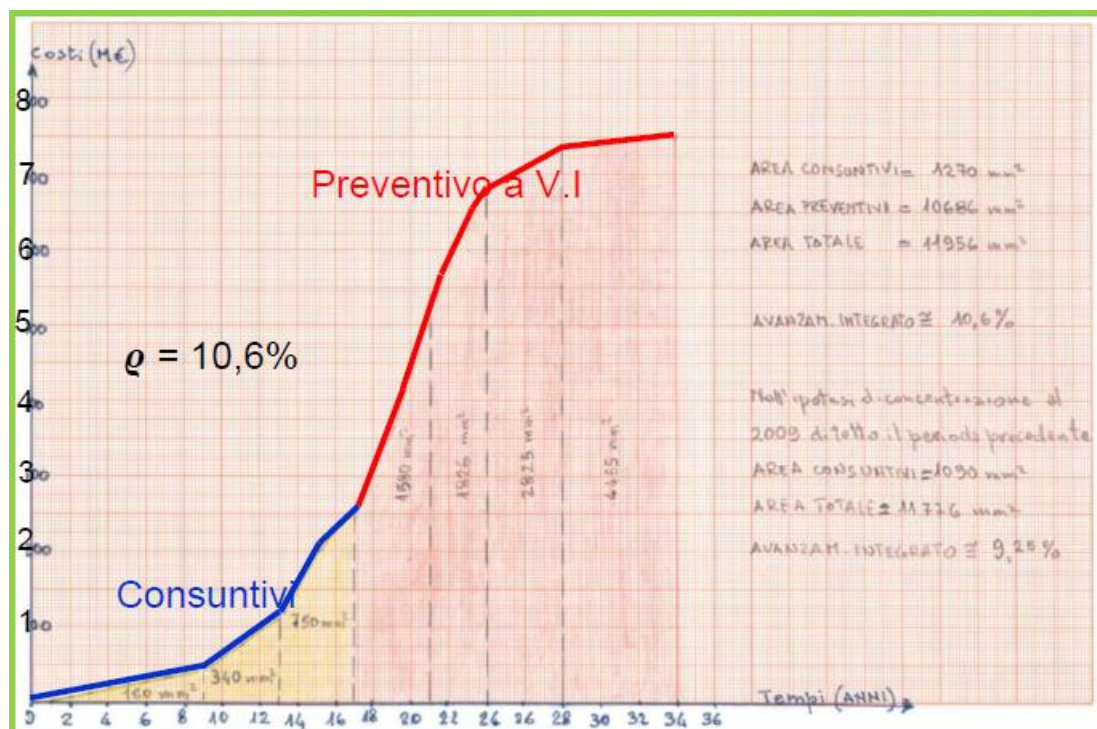
Oltre al metodo analitico delle sommatorie o della media, già illustrati sopra, esistono altri metodi, più o meno approssimati, per il calcolo delle aree.

Si è voluto riportare questi esempi, sia in omaggio ad una buona "storia perduta", quella di un tempo, che si svolgeva sui cantieri quando gli strumenti informatici non erano ancora disponibili (eppure un minimo di attività di programmazione, controllo e reporting era già praticato), sia per richiamare all'attenzione di tutti, che la tecnologia informatica ha messo a nostra disposizione dei potentissimi mezzi di calcolo, che maneggiamo tutti i giorni, ma che usiamo malamente o almeno senza sfruttarne, se non in modo irrisorio, tutte le potenzialità che essi ci rendono accessibili facilmente. Talvolta, peggio ancora, li utilizziamo senza aver preventivamente stabilito una via alternativa, di tipo più tradizionale, per la verifica di massima dei risultati di volta in volta ottenuti.

6.1 Strumenti tradizionali: La Carta Millimetrata

Dopo aver riportato la cumulata degli esborsi su un foglio di carta millimetrata, questo metodo, che calcola le aree letteralmente "millimetro per millimetro", sebbene sia per definizione un metodo "approssimato", fornisce un risultato sostanzialmente "corretto"; anzi può costituire elemento di confronto cui rapportare ogni altro risultato ottenuto per altra via per verificarne la rispondenza e l'approssimazione.

Fig. N.6 - Curva a "S" costruita con i dati disponibili in Tabella N.2



Come si può vedere nella figura sopra riportata (sulle ordinate la scala va da zero a 800 milioni, di 100 in 100), in questo caso le aree vengono calcolate attraverso la scomposizione in poligoni che più si approssimano all'andamento della cumulata degli esborsi.

L'avanzamento integrato che si calcola per questa via sui dati disponibili è del 10,6% (e scende al 9,25% trascurando la parte iniziale antecedente al 2009 e immaginandola concentrata, invece, in termini di consuntivi, nello stesso anno).

Immersi, come siamo, in una sorta di "narcosi modernista", davanti alla riscoperta della sostanziale capacità di integrazione della carta millimetrata pur tra approssimazioni, non si può fare a meno di condividere quel sentimento di nostalgia per strumenti "primitivi" - tra cui il vecchio Regolo Calcolatore - che talvolta aleggia tra attempati tecnici ed ingegneri.

6.2 Strumenti Informatici: Interpolazione con Polinomiali di 5° Grado effettuata con software FIT2 e successiva integrazione

L'idea di fondo in questo metodo, che è pur sempre un metodo approssimativo nonostante l'uso di strumenti apparentemente analitici, è quella di usare i "dati disponibili" per determinare, attraverso l'interpolazione (*best-fit*), una funzione matematica che li rappresenti adeguatamente; in modo da calcolare attraverso integrazione di questa funzione le aree sottese dalla parte relativa ai consuntivi e quella relativa ai preventivi per poter calcolare q .

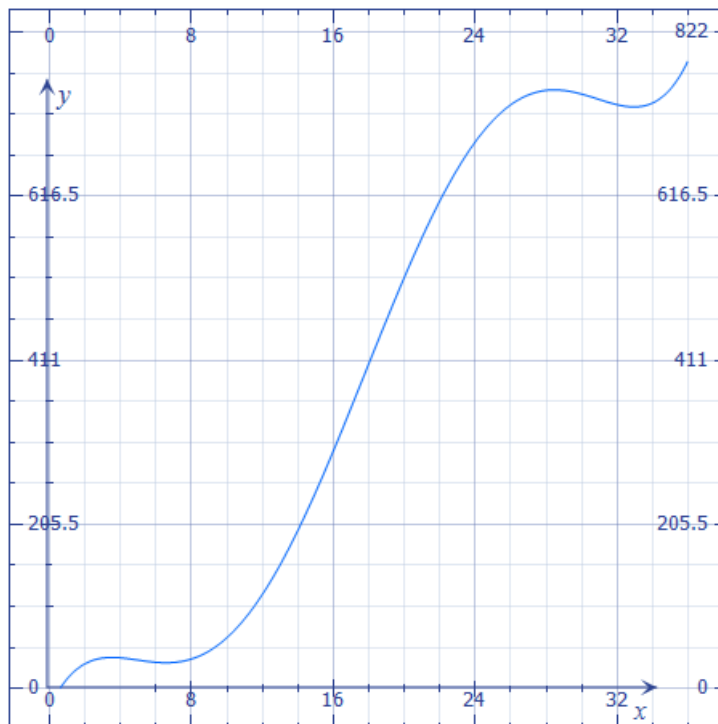
Ovviamente, in questo metodo, l'errore sarà tanto più elevato quanto più è approssimata l'interpolazione, ossia quanto più la funzione trovata si discosta dai dati disponibili.

Usando il vecchio software *shareware* FIT2 (visti i problemi dati da comuni *spreadsheet* descritti in Appendice) si sono sottoposti a interpolazione i dati disponibili con una polinomiale di 5° e 6° grado. Ne emerge un caso interessante perché pone in evidenza che non sempre aumentando il grado della funzione polinomiale interpolante si ottiene il più alto coefficiente di determinazione R^2 , che come è noto tanto più si approssima a 1 tanto più esprime la bontà dell'interpolazione effettuata. Inoltre, la differenza a 1 di R^2 , ossia il valore $(1 - R^2)$, pone in evidenza una sorta di errore medio che si commette assumendo come valida la funzione interpolante anziché i dati disponibili.

La polinomiale interpolante selezionata, di quinto grado, è la seguente :

$$-26.8338 + 47.43288 x^1 - 11.7916 x^2 + 1.134083 x^3 - 0.03835198 x^4 + 0.0004284166 x^5 \quad (19)$$

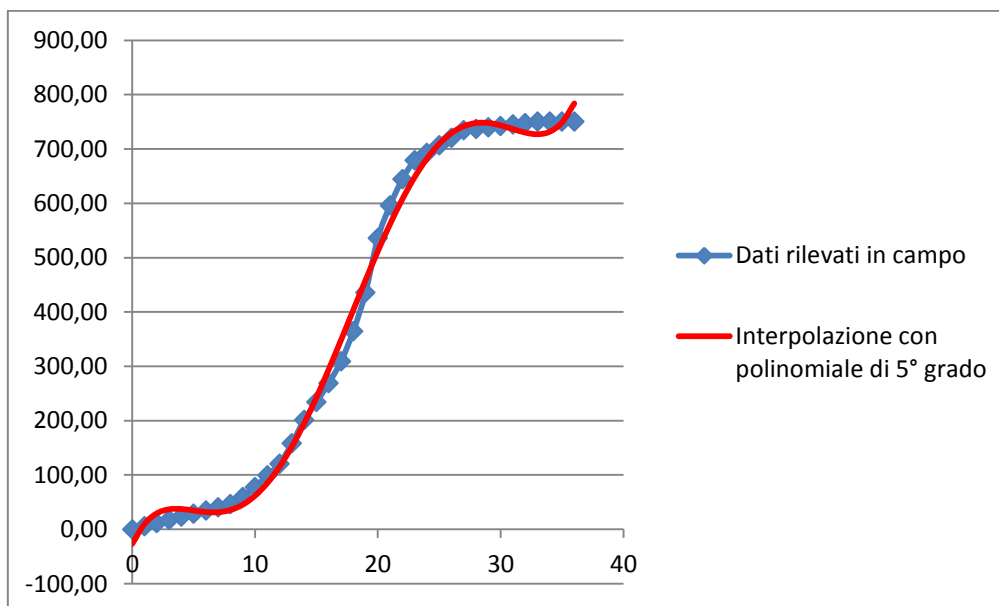
Fig. N.7- Polinomiale di 5° grado selezionata attraverso Best-fit



Essa, come si vedrà da quanto riportato nel seguito, mostra un coefficiente di determinazione pari a: $R^2 = 0,9969392^{11}$. Nonostante l'alto valore del coefficiente di determinazione R^2 , a seguito della lezione tratta dall'utilizzo di fogli elettronici di cui in Appendice, si suggerisce di verificare sempre con strumenti terzi "pratici" – a prescindere dai software utilizzati e valori analitici ottenuti – la sostanziale correttezza dei risultati. In questo caso di interpolazione, la prova più convincente che quella trovata con FIT2 sia una accettabile funzione interpolante dei dati disponibili è quella di plottare per punti come in Fig.8 l'andamento di tale funzione accanto al grafico dei dati disponibili per vedere se i due andamenti sono, quantomeno, prossimi.

¹¹ La polinomiale interpolante di sesto grado mostra, invece, un valore di $R^2 = 0,9967985$ ed ha equazione $y = -17.2244 + 33.78382 x - 7.915362 x^2 + 0.7046331 x^3 - 0,01614532 x^4 - 0.0001108229 x^5 + 0.000004969015 x^6$

Fig. N.8 – Verifica visiva dell'accostamento della polinomiale selezionata ai “Dati Disponibili”



Eseguita in **Fig.8** questa verifica “visiva” (per verifica si potrebbero calcolare analiticamente gli scostamenti tra dati disponibili e funzione) e accertata l'accettabilità della funzione interpolante trovata, si può procedere come segue, calcolando prima nell'intervallo (20)0 – (20)34 l'area sottesa da tutta la curva a “S” (relativa a consuntivi + preventivi), ossia :

$$\int_0^{34} -26.8338 + 47.43288 x^1 - 11.7916 x^2 + 1.134088 x^3 - 0.03835198 x^4 + 0.000428166 x^5 = 12630 \quad (20)$$

poi nell'intervallo (20)0 – (20)17 l'area sottesa dal solo tratto di curva a “S” relativa a consuntivi, ossia :

$$\int_0^{17} -26.8338 + 47.43288 x^1 - 11.7916 x^2 + 1.134088 x^3 - 0.03835198 x^4 + 0.000428166 x^5 = 1598.8 \quad (21)$$

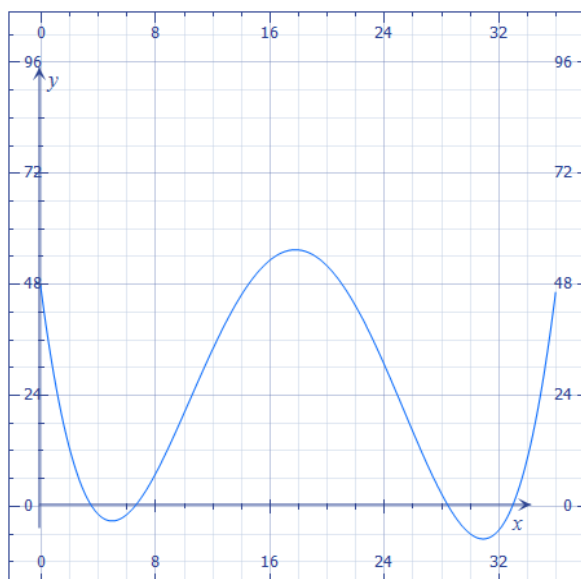
quindi calcolare il valore di q dal seguente rapporto :

$$q = \frac{1598.8}{12630} = 0,12659 \sim 12,66\% \quad (22)$$

Valore del tutto confrontabile, salvo le approssimazioni, con quello ottenuto con carta millimetrata.

Vale la pena ricordare, che la forma analitica della derivata prima di questa funzione, che rappresenta la velocità di esborso (ossia di impiego lungo il tempo della risorsa “costo”) è la seguente, ed il suo andamento grafico è strettamente collegato, secondo i dettami dell'analisi matematica, al precedente grafico nei suoi punti di massimo, minimo e flesso:

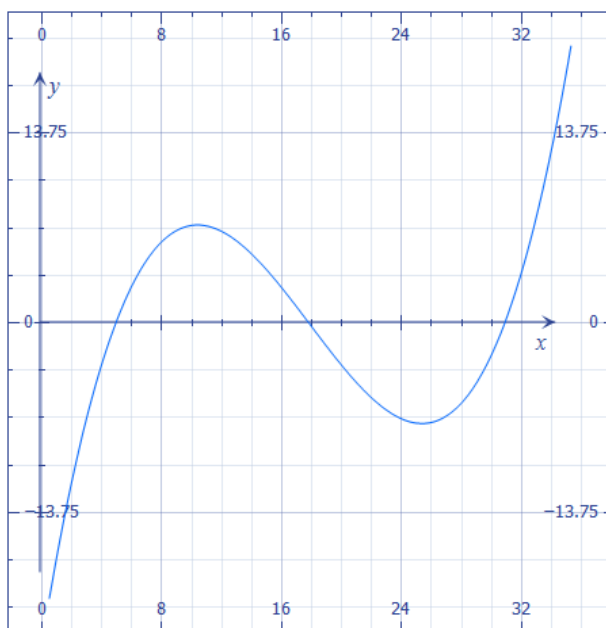
$$\frac{214083 x^4}{100000000} - \frac{1917599 x^3}{12500000} + \frac{425283 x^2}{125000} - \frac{29479 x}{1250} + 47.43288 \quad (23)$$

Fig.9 – Derivata prima della polinomiale di 5° grado selezionata

I valori negativi che assume questa funzione in **Fig.9** non sono, ovviamente, reali (ossia effettivi), ma rappresentano una approssimazione introdotta dal processo di interpolazione effettuato.

La forma analitica della derivata seconda della funzione originaria, che rappresenta l'accelerazione o decelerazione della velocità di esborso (ossia la variazione della velocità d'impiego lungo il tempo della risorsa "costo") è la seguente, ed anche qui il suo andamento grafico in **Fig.10** è strettamente collegato, secondo i dettami dell'analisi matematica, ai due precedenti grafici nei loro punti di massimo, minimo e flesso:

$$\frac{214083 x^3}{25000000} - \frac{5752797 x^2}{12500000} + \frac{425283 x}{62500} - \frac{29479}{1250} \quad (24)$$

Fig.10 – Derivata seconda della polinomiale di 5° grado selezionata

L'andamento di queste due funzioni derivate richiamano molto da vicino ciò che origina, in termini di derivata prima e seconda, una funzione sigmoideale al cui andamento ideale si approssimano, in definitiva, i dati disponibili.

Per completezza, prima di passare ai rilievi conclusivi sul presente lavoro, si riporta nella tabella seguente un confronto di carattere generale sui "pro e contro" del metodo d'interpolazione (polinomiale) seguito rispetto agli altri metodi precedentemente descritti.

CONFRONTO : PRO E CONTRO INSITI NEL METODO D'INTERPOLAZIONE	
PRO	CONTRO
<ol style="list-style-type: none"> 1. Disporre di una funzione matematica che si approssima alla curva a "S". 2. Riepilogare tempi e costi di un intero progetto, con una equazione utile non solo per il calcolo dell'avanzamento, ma per considerazioni di carattere più vario (pianificazione, controllo, velocità degli esborsi nel tempo, esigenze di cassa, etc.) 3. Permettere una trattazione analitica dei problemi inerenti il progetto. 4. Possibilità di disporre di tutto ciò con operazioni relativamente semplici e con software già disponibile. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Introduzione di errori nei processi valutativi; errori che sono tanto più grandi quanto più basso è il valore del coefficiente di determinazione R^2. 2. Alterazioni di forma (specie nelle parti terminali) della curva a "S" che non le sono proprie e che sono semplicemente il risultato dell'operazione di interpolazione. 3. Metodo certamente sofisticato e più impegnativo degli altri metodi qui discussi; per es. carta millimetrata, oppure calcolo di q su dati disponibili in forma tabellare. 4. Maggiore esposizione ad errori ove non si disponga di un metodo alternativo di confronto.

7. RILIEVI CONCLUSIVI

Lungi dall'intenzione di voler levare qui, in questa Giornata AICE 2018, un'ovazione tecnocratica di circostanza, si vuole semplicemente sottolineare che i concetti e le metodologie basate sul TCM e il relativo BoK (sviluppato internazionalmente e/o localmente) si confermano strumenti di analisi e di ottimizzazione di problemi, progetti, sistemi nel campo dell'Ingegneria Economica, potenzialmente a disposizione di decisori istituzionali, specie lì dove un orizzonte temporale di lungo periodo è presente insieme a ingenti volumi economici impegnati.

Nel periodo che stiamo vivendo la volatilità caratteristica dei mercati e della finanza, associata a problemi politici, sociali e ambientali, spinge le imprese e il mondo produttivo a considerare quasi esclusivamente iniziative e prospettive di breve periodo al fine di evitare i rischi impliciti in un generale clima politico e d'affari in cui gli aspetti fiduciari, etici e deontologici appaiono in declino.

Nelle presenti condizioni, il lungo periodo e l'elevata dimensione economica determinano, dunque, rischi di entità tali che soltanto gli stati e le istituzioni possono affrontare, proprio quegli stati che oggi sembrano aver perduto – rispetto alla finanza internazionale e al settore privato globale – la propria capacità di autofinanziamento di progetti istituzionali attraverso il deficit e il debito (o l'imposizione fiscale) e quindi la propria capacità di intervento e autonomia decisionale.

Le iniziative di lungo periodo, con alto valore economico impegnato e quindi alto rischio, sono state tradizionalmente responsabilità degli stati piuttosto che del settore privato, ma quest'ultimo repelle l'alto rischio, se non a condizione di renderlo altamente lucrativo, mentre gli stati - a cui competerebbe quell'onere aleatorio in vista del bene comune - sono resi inattivi per ragioni politiche, economiche, organizzative, etiche e di visione ultraliberista del mondo. Si assiste, di fatto, ad uno stallo su cui è necessario riflettere, perché secondo le tendenze attuali **l'incapacità di governare il lungo periodo da parte del sistema complessivo (pubblico + privato) potrebbe implicare l'incapacità di governare il futuro.**

Mentre quest'ultima preoccupazione evidenziata è soggettivamente vera, le altre convinzioni sopra espresse potrebbero anche rivelarsi oggettivamente erranee, ma resterebbe salvo in ogni caso il diritto di chiedere correzione fino al personale convincimento!

In questo tempo di finanziarizzazione di ogni campo dell'economia e dell'intrapresa sembra essere presente, tra le questioni oggetto di sviluppo, una seria innovativa ricerca sulla generalizzabilità dello stesso concetto di TCM.

Infatti, **l'espansione dell'area di rischio - in generale, ma particolarmente in progetti di lungo periodo – associata alla “volatilità” crescente delle attese di una finanza che domina l'intrapresa, esige di spostare impostazioni di tipo deterministico verso impostazioni di tipo probabilistico**, che potrebbero essere funzionali a governare il rischio stesso e ricondurlo in spazi di ragionevole prevedibilità, favorendo iniziative, sviluppo ed equità remunerativa dell'intrapresa stessa, pubblica o privata che sia. Questo è un invito rivolto in particolare alle più giovani generazioni e agli accademici impegnati nel campo della ricerca operativa e dei metodi quantitativi della gestione aziendale.

La modesta proposta tecnica qui presentata per discussione, senza pretesa di incidere su problemi di caratura strategica, vuole invece essere testimonianza della necessità all'azione e rappresentazione esemplificativa di una possibile direzione (verso la PA) in cui muovere lo sviluppo del BoK per una giusta professione dell'Ingegneria Economica nell'Europa e nel nostro Paese.

APPENDICE

Quest'appendice è stata predisposta per richiamare l'attenzione sul fatto che gli strumenti messi a disposizione in alcuni molto comuni e diffusi *spreadsheet*, ossia fogli elettronici¹², che permettono l'interpolazione con polinomiale di 5° e 6° grado, sfortunatamente, non funzionano bene, contrariamente a quelli che forniscono per es. l'interpolazione lineare, che risulta corretta. E' evidente che si tratta di un errore e che tutti possono sbagliare in buona fede. Questa, però, è una vera sorpresa, sia perché siamo stati abituati ad avere la massima fiducia nei confronti di questi sistemi informatici (specie quando prodotti da notissime *software house*); sia perché in seguito a fatti di tal genere l'utente di "sistemi esperti" può temere di non avere più alcuna garanzia che i prodotti reperiti sul mercato siano stati perfettamente provati e collaudati prima ancora della loro commercializzazione. In pratica si tende a pensare che: "se è successo con notissime, affermate e stimate *software house*, figuriamoci cosa può succedere con gli altri, che non dispongono – come queste - di uno staff di matematici ed informatici di primordine".

Viene, quindi, evidenziato e portato tutto questo all'attenzione di un pubblico qualificato, perché si possa anche procedere ad una verifica più vasta e "collettiva" e non lasciata in balia di un "solitario neofita". Per tali fini, questa premessa è apparsa obbligata prima di procedere oltre.

In pratica, il foglio elettronico utilizzato fornisce, in maniera quasi-automatica, il grafico dei dati disponibili (colore blu con spezzata a punti), l'equazione della polinomiale di 5° e 6° grado interpolante i dati disponibili, il valore del coefficiente di determinazione. A giudicare da quest'ultimo valore, come da prassi, la bontà dell'operazione d'interpolazione effettuata appare molto alta in entrambi i casi. Inoltre, il sistema fornisce in maniera automatica (senza altro intervento dell'operatore se non la selezione di un trend di tipo polinomiale di grado prestabilito), oltre all'equazione anche un grafico della stessa funzione interpolante (linea continua sottile in colore nero) che sembra seguire abbastanza bene il profilo della curva relativa ai dati disponibili. Perciò, in apparenza, osservando i grafici forniti dal sistema di foglio elettronico utilizzato e il valore del coefficiente di determinazione, la riuscita dell'interpolazione sembrerebbe confermata. Nella realtà, però, non è così! Infatti, se si prova a calcolare attraverso la funzione interpolante fornita dal sistema il coefficiente di avanzamento integrato costi-tempi per mezzo degli integrali riguardanti le suddette aree, si ottengono valori che sono molto dissimili da quelli forniti dal semplice procedimento della carta millimetrata. Le differenze che ne risultano sono così grandi che chi opera immagina e ricalcola anche gli integrali pensando ad un proprio errore. In realtà, basta plottare "per punti e per controllo" con lo stesso sistema di foglio elettronico la funzione interpolante (colore rosa con spezzata a punti) accanto al grafico dei dati interpolati (vedi figure A.1 e A.2 seguenti) per accorgersi che la funzione interpolante fornita segue abbastanza da vicino i dati disponibili, fino a circa metà del campo di variazione della variabile indipendente, per poi allontanarsi sempre più dai dati fino ad intraprendere addirittura un cammino opposto. Non solo questo però. Si può notare che la funzione interpolante, plottata automaticamente dal sistema e che si approssima ai dati, è diversa da quella (spezzata in colore rosa) resa per via analitica e plottata "per punti e per controllo" sia nella figura A.1 che nella A.2.

Tutto ciò sembra abbastanza per sostenere, come è stato fatto sin qui, che il sistema di interpolazione polinomiale fornito da questi noti e diffusi sistemi di *software*, in alcune versioni non funziona, aldilà dei possibili aggiornamenti e correzioni che possano essere intervenute da parte della *software house* per versioni successive.

La lezione che si apprende da tutto questo è che nell'era dell'IT e della digitalizzazione spinta di tutti i processi che governano la società odierna, sarebbe vero azzardo affidarsi unicamente ad un sistema informatico, che per quanto esperto, provato e collaudato possa essere, non dispone di un elemento di controllo di tipo più tradizionale, che in questo caso è rappresentato da "la carta millimetrata".

¹² Poiché tutti possiamo sbagliare in buona fede, tutti abbiamo bisogno di comprensione. Pertanto l'approccio qui seguito è quello di un vecchio detto . "Si dice il peccato, ma non il peccatore".

Fig. A.1 - Polinomiale di 5° grado (in colore rosa) che interpola i dati dall'anno (200)1 al (20)34 in colore blu – E' riportata per completezza la retta di regressione.

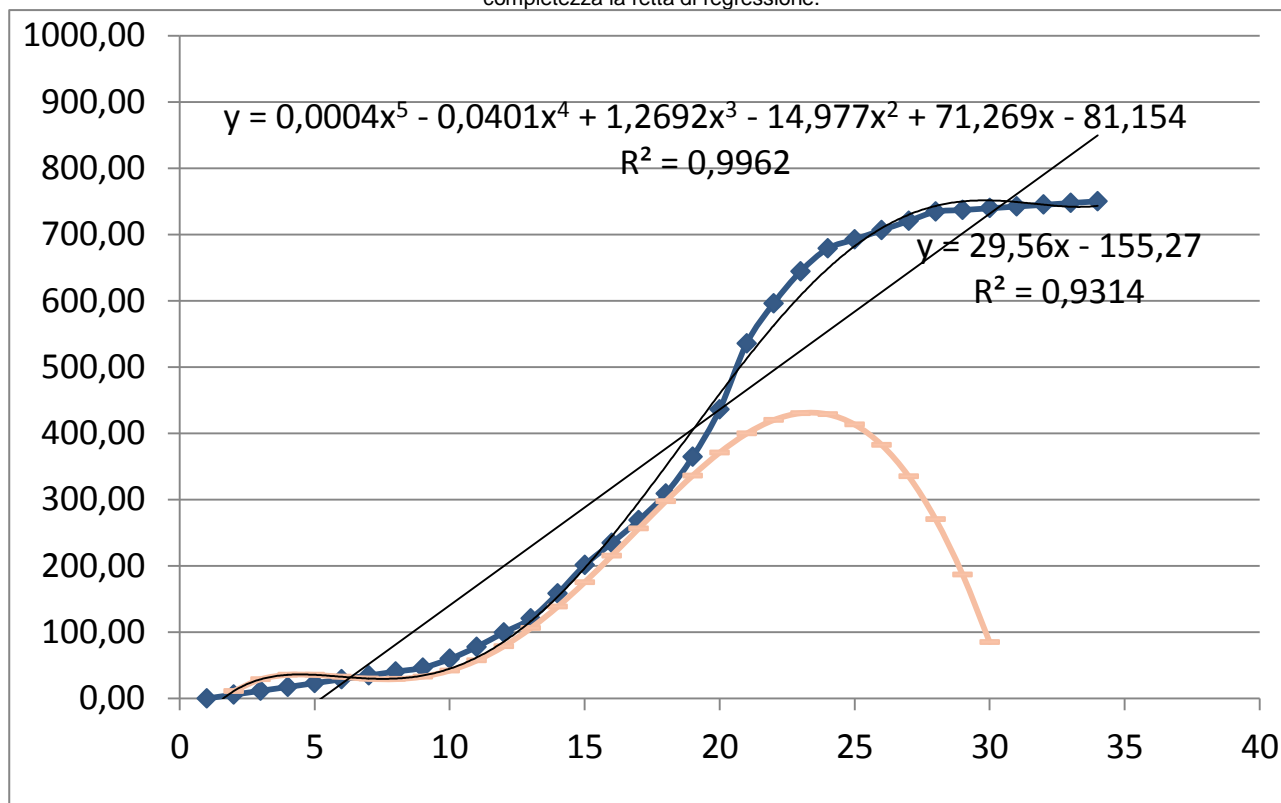
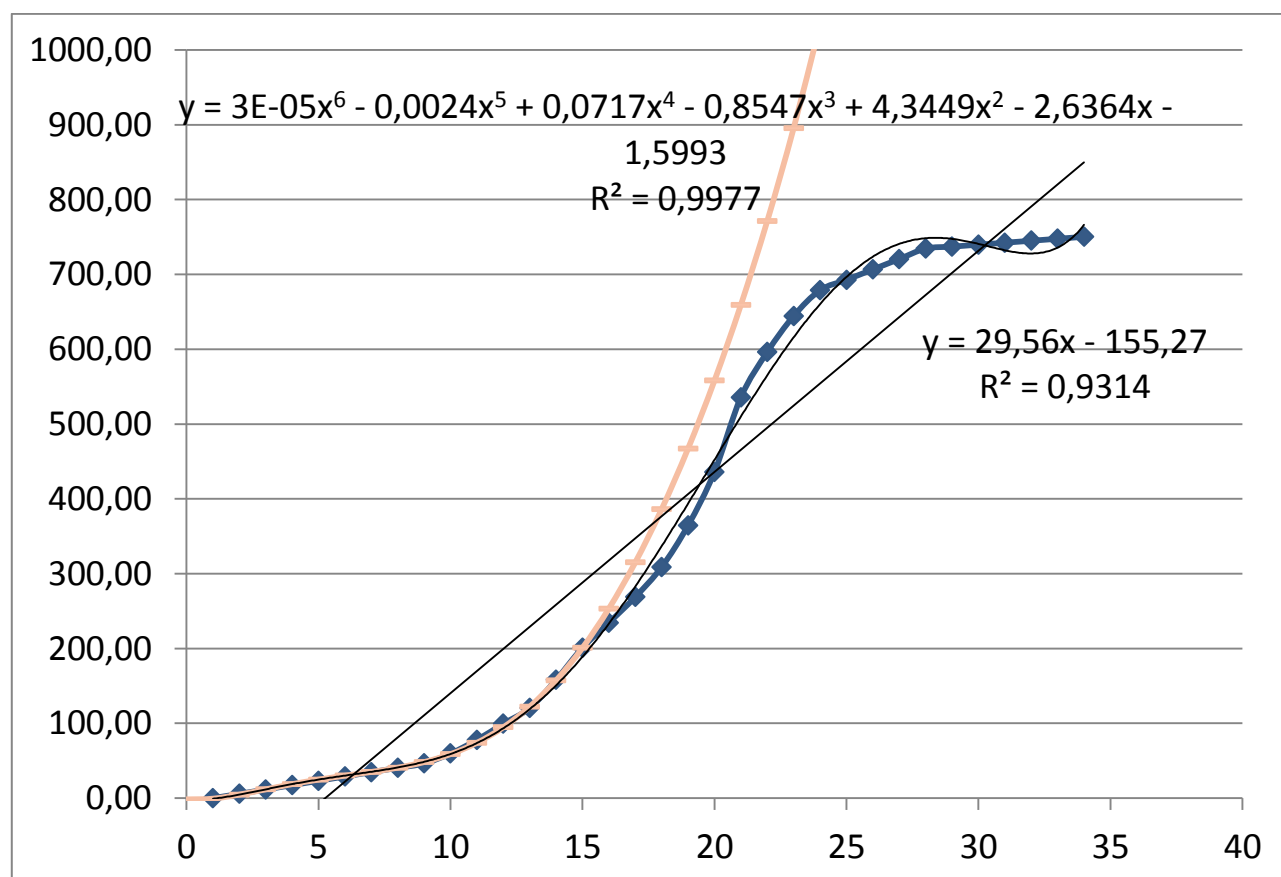


Fig.A.2 - Polinomiale di 6° grado (in colore rosa) che interpola i dati dall'anno (200)1 al (20)34 (in colore blu) – E' riportata per completezza la retta di regressione.



Bibliografia

- S.H.Wearne – Contractual Responsibilities for design of engineering plant : a survey of practice and problems – Institution of Mechanical Engineers – Proceedings – Vol.198 – B – N° 6).
- W.M. Eccleston - Project cost prediction - Chartered Mechanical Engineers - London 6/1983
- F.B. Cowell -The integration of Project time control and project cost control -Institution of Mechanical Engineers Proceedings 1982 -Volume 196 - N.28 – London
- H.Darnell e M.W.Dale –Total project management -The Institution of Mechanical Engineers - Proceedings 1982 -Vol.196-N.36
- B.Bhadury-S.K.Basu-Modelling total life cycle cost - Institution of Mechanical Engineers - London- Proceedings - Vol.200 N.A1
- UNIDO – Guidelines for Project Evaluation – 1984
- C. Caramiello – Programmi e piani aziendali – Edizioni Isedi – Milano - 1971
- S.G. Zaderenko – Sistemi di Programmazione reticolare – Hoepli
- R.L.Ackoff -_M.W.Sasieni - Fondamenti di ricerca Operativa - Etas Libri
- L. Yu Chuen.Tao – Applicazioni pratiche del PERT e del CPM – Franco Angeli Editore
- W. De Ambrogio – Programmazione reticolare – Fondamenti di Ricerca Operativa – Etas Libri
- Brealy-Myer-Sandri – Capital Budgeting – Principi di Finanza aziendale - Mc Graw Hill
- G. Ottaviani – Lezioni di Matematica Finanziaria – Editore V. Veschi – Roma
- L. Daboni – C. de Ferra – Elementi di Matematica Finanziaria – Edizioni LINT – Trieste
- M. Di Lazzaro – Lezioni di Matematica Finanziaria – Edizioni CISU
- I. Micheli – Estimo Generale con applicazioni di matematica finanziaria – Editore Calderini
- J. E. Ullmann – Metodi quantitativi della Gestione aziendale – Collana Schaum – Etas Libri
- W. Behrens – P.M. Hawranek - “Manual for the preparation of Industrial Feasibility Studies” 2^a edizione – UNIDO -1995 – Vienna
- D. Salvatore – Statistica ed Econometria – Collana SCHAUM – Etas Libri – 1983
- B.S. GottFried – Programmare in Basic – Collana SCHAUM – Etas Libri – 1984
- E. Turban – J.R. Meredith – Management – Metodologie e tecniche operative – Gruppo Editoriale Jackson – 1990 – Master
- B.J. McCormick – P.D.Kitchin – G.P. Marshall – A.A. Sampson – R. Sedgwick Introducing Economics – Penguin education
- H.A. Simon – Informatica, direzione aziendale e organizzazione del lavoro – Editore Franco Angeli/Formazione permanente
- R.N. Anthony – Sistemi di pianificazione e controllo
- N. Damascelli – La comunicazione nelle imprese – Franco angeli Editore
- G. Zanetti – Le decisioni di investimento – Il Mulino
- M.A. Cerasoli - M.Cerasoli – A. Colorni – G. Tomassetti – La Matematica di Oggi per domani – Calcolo delle probabilità, Statistica, Ricerca Operativa – Zanichelli Editore - 1989
- F. Aloï – La Pianificazione nell’azienda – Etas Libri
- M.Trovato – Matematica Finanziaria – Etas Libri
- B. De Finetti – Matematica Logico Intuitiva – Edizioni Cremonese – Roma
- L. Pinson – J. Jinnett – Il business plan – Franco Angeli Editore
- F. Novelli – M. Gussago – Controllo di gestione e reporting aziendale – IPSOA
- A. Borrello – Il business plan - Dalla valutazione dell’investimento alla misurazione dell’attività dell’impresa – Mc Graw Hill
- R.Amato – R. Chiappi – Pianificazione e controllo dei progetti - Franco Angeli Editore
- G.L. Morrissey – P. J. Below – B. L. Acomb – Guida alla pianificazione operativa - Franco Angeli Editore
- R.L. Ackoff – La programmazione aziendale - Franco Angeli Editore
- UNIDO – Guide to practical project appraisal - Social benefit – Cost Analysis in developing Countries - 1978
- D.B, Scott & S.R. Tims – Mathematical Analysis – Cambridge University Press – 1966
- F. Ayres Jr. – Matematica Generale - Collana SCHAUM – Etas Libri – 1977
- M.R. Spiegel - Statistica - Collana SCHAUM – Etas Libri – 1973
- P. Luzzatto Fegiz – Appunti di Statistica Metodologica & Esercizi e Complementi – KAPPA Libreria Editrice 1966
- I. Barrai Metodi di Regressione e classificazione in biometria – Editore Edagricole
- E. de Vita – Sistemi di Pianificazione e controllo a breve – Franco Angeli Editore
- R.Morelli – “Considerazioni sulla gestione dei contratti” – Pioda Imaging Editore – Roma 2015.
- R.Morelli – P. Lucibello - “Le Curve a “S” di un Progetto e la Funzione di Gompertz - Un mezzo euristico per un invito all’approfondimento” (Atti della Giornata AICE 2017).