

# L'attività **investigativa** sugli incendi: il ruolo della progettazione

■ **Marcello Mangione**

## L'abstract

*L'attività investigativa, al giorno d'oggi è vista come un sistema complesso di operazioni, molte volte codificate, atte a raggiungere un determinato obiettivo.*

*Quindi essa deve essere opportunamente pianificata al fine di evitare "incidenti di percorso" che possano comportare il fallimento stesso dell'intera indagine.*

*A tal fine il presente articolo intende sensibilizzare gli investigatori sulla necessità di un'adeguata progettazione dell'investigazione sugli incendi atta a codificare in maniera chiara non solo i soggetti coinvolti ma anche la tempistica a disposizione.*

*L'ingegnerizzazione dell'investigazione nel settore della Fire Investigation è il primo passo per la stesura di un protocollo investigativo necessario ad evitare sovrapposizioni di responsabilità, mancati controlli e/o carenze nella raccolta degli indizi presenti sulla scena.*

*La progettazione di un'indagine inquadra l'intera procedura sotto una lettura tecnica e razionale e permette al titolare dell'indagine (CTU, CTP o libero professionista) di avere sempre sotto controllo l'obiettivo prefissato cioè la corretta risposta ai quesiti peritali posti dall'Autorità Giudiziaria. Il rispetto dei tempi imposti, in genere 90/120 giorni dall'inizio delle operazioni peritali, è fondamentale per non rallentare l'intera macchina giudiziaria e quindi esso diventa un punto nevralgico nella progettazione investigativa.*

**C**on l'espressione Work Breakdown Structure (WBS), detta anche struttura di scomposizione o analitica del progetto investigativo, si intende l'elenco di tutte le attività previste per un determinato progetto.

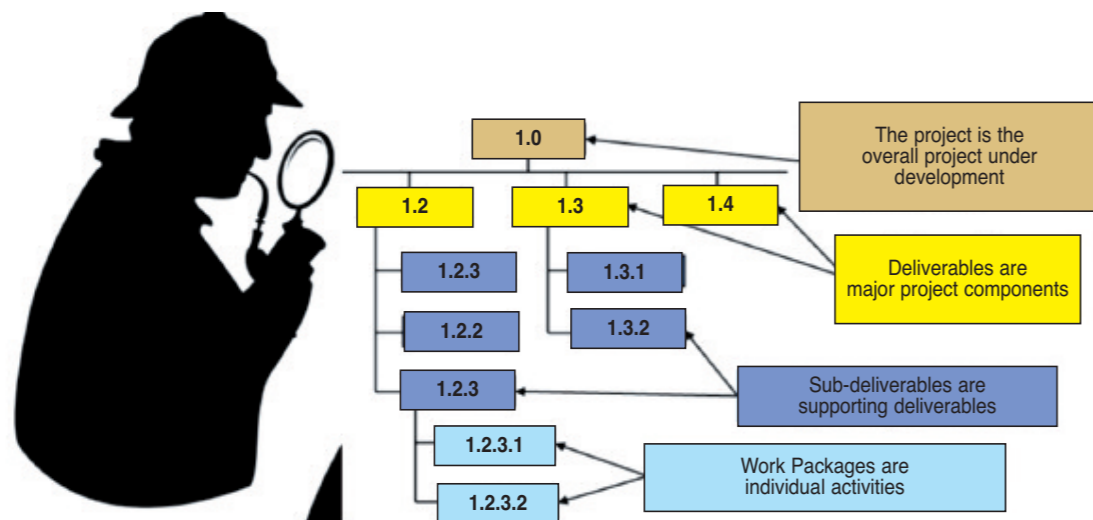
Le WBS sono usate nel settore del project management e aiutano il project manager nell'organizzazione delle attività di cui egli è direttamente responsabile.

Nel caso in esame il project manager si configura nel fire Investigator, titolato dalla Committenza (autorità giudiziaria, privato, ecc.), ed impegnato nell'organizzazione dell'indagine investigativa composta da varie sottoattività.

Lo sviluppo di una WBS in ambito investigativo non è sempre facile e richiede tempo ed un impegno non indifferente e costituisce la base per la gestione dell'indagine.

Tutti i principali processi di pianificazione quindi prendono il via dalla WBS e quindi, la capacità di predisporre una progettazione dettagliata diventa una competenza essenziale del fire investigator titolato dell'indagine.





Nell'investigazione sugli incendi è importante fissare i paletti intermedi durante l'indagine al fine di poter proseguire nella maniera corretta cioè occorre identificare le milestones (termine inglese che letteralmente significa pietra miliare).

Le milestones indicano importanti traguardi intermedi nello svolgimento del progetto investigativo sugli incendi e possono rappresentare eventi/attività con durata limitata (ad esempio repertamento esterno o interno alla scena, accertamenti di laboratorio, ecc.).

Nel campo del project management il risultato prodotto, indicato con il termine deliverable indica il report finale raggiunto (perizia conclusiva) ed esso può essere costituito da un insieme di deliverable più piccoli (dolosità dell'evento, propagazione dell'incendio,

tipologia di innesco, ecc.). In altre parole si tratta di un risultato verificabile, di significativa rilevanza, rilasciato da un task investigativo progettuale. In altre parole il deliverable è un risultato sottoposto all'accettazione del committente del progetto/indagine, il quale deve assicurarsi che esso soddisfi i requisiti definiti e concordati nella fase di progettazione/incarico.

Il work package (WP) corrisponde invece al componente di livello più basso di una WBS. La Figura 1 illustra una schematizzazione "tipo" per un'attività investigativa.

Naturalmente, ed è così nella maggior parte dei casi, nelle investigazioni non banali il processo di accettazione viene innescato su deliverable più complessi, ossia composti da deliverable più piccoli eventualmente prodotti da più task.

Il concetto di deliverable differisce da quello di milestone, comunemente inteso in senso tecnico come punto di verifica dell'avanzamento dell'attività investigativa verso i risultati prestabiliti.

I deliverable permettono di rendere evidente la progressione dell'indagine e agiscono, una volta sottoposti a verifica qualitativa, come milestone nello sviluppo del processo che porterà ai risultati finali (perizia/consulenza).



Figura 1 - Schema di una Work Breakdown Structure in un'attività di Fire Investigation

Esempi di deliverable nel settore della fire investigation possono essere: acquisizione di documentazione, consultazione delle Sommarie Informazioni Testimoniali (SIT), modellazione software dello scenario, calcolo del carico d'incendio nella scena, ecc..

Nei casi di investigazioni complesse (ad esempio la "Città della scienza" di Bagnoli, il teatro "La Fenice" di Venezia):

- i deliverable possono essere decine: elaborati, prototipi, campioni, relazioni, ecc.;
- i milestone invece possono consistere, ad esempio, nel completamento di una delle tante fasi di pianificazione di un progetto investigativo.

In questo caso il raggiungimento del milestone implica che tutti i deliverable prodotti da quella fase (ad esempio recupero documentazione) siano stati resi disponibili/conclusi.

Alla luce dei concetti illustrati un buon fire investigator deve pertanto essere in grado di:

- produrre una WBS, che sia completa ed accurata attraverso un metodo strutturato in modo che vengano individuate ed incluse tutte le componenti dell'indagine da svolgere, al fine di ridurre al minimo i rischi e massimizzare la probabilità che l'attività investigativa abbia successo;
- suddividere l'attività investigativa in pacchetti di indagine più piccoli al fine di ren-

dere più facili le attività per il team e l'identificazione delle milestones;

- utilizzare il modello di rappresentazione e comunicazione più vantaggioso. E' importante ricordare che un obiettivo importante della WBS è comunicare alle Autorità Giudiziarie nel modo più chiaro e comprensibile i contenuti ed i deliverables di un'indagine.

A tal fine è importante coinvolgere tutti i membri del team (periti elettrotecnici, chimici, esperti in impronte, modellatore computazionale, ecc.) per lo sviluppo della WBS. Coinvolgere il team d'indagine per la creazione della WBS permette di:

- chiarire le incertezze e ambiguità;
- identificare le ipotesi più corrette;
- circoscrivere l'ambito dell'indagine;
- evidenziare le principali problematiche fin dalle fasi iniziali di pianificazione investigativa;
- raggiungere un più alto livello di commitment da parte del team di progetto al fine di definire, maniera più accurata, i compiti da svolgere e l'individuazione delle competenze.

La Figura 2 mostra come una WBS aiuta a pianificare correttamente i tempi di esecuzione; lineari se programmati e codificati, random se improvvisati.



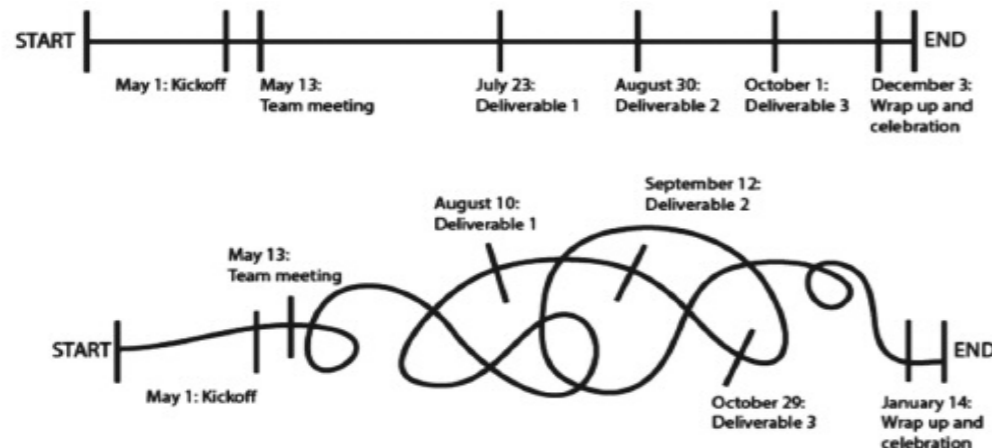


Figura 2 - Diversi percorsi temporali di una determinata attività

Poiché la WBS è la base per altri processi di pianificazione, questo tipo di impostazione produce importanti benefici.

In particolare una WBS nell'investigazione sugli incendi:

- è uno strumento essenziale per definire dettagliatamente l'ambito d'indagine. Essa definisce con chiarezza indizi diretti ed indiretti e precisa i deliverable dell'investigazione.

La creazione della WBS nelle fasi iniziali facilita molto le interazioni con le parti in causa (Avvocati, CTP, ecc.) in quanto riduce il rischio di incomprensioni;

- pone anche le basi per il calcolo accurato dei costi dell'indagine. Una WBS dettagliata aiuta infatti a determinare una stima di dettaglio dei costi (esami di laboratorio, modellazioni computerizzate, parcelle per ausiliari, ecc.) in quanto parte da

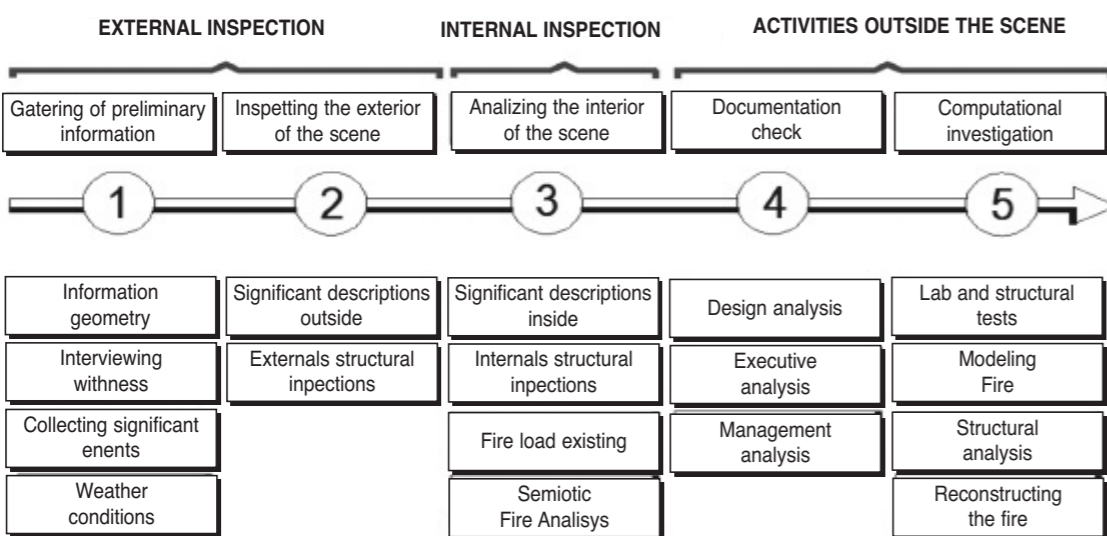


Figura 3 - Schematizzazione, per fasi ed operazioni, di un'attività investigativa sugli incendi

componenti elementari da produrre ed analizzando i task necessari a realizzarle.

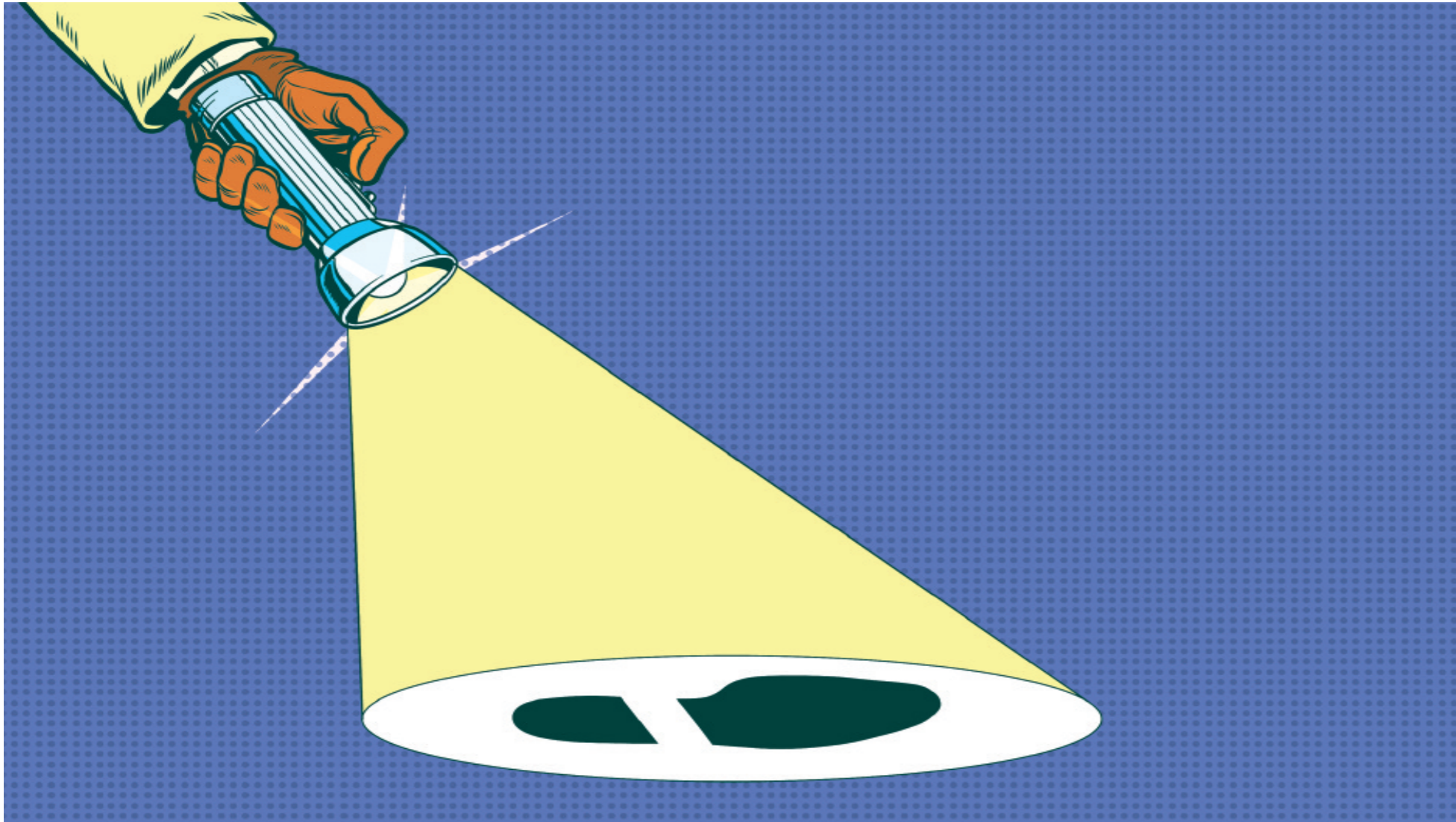
- Aumenta la probabilità che l'indagine sia completata nel tempo imposto dall'Autorità Giudiziaria con il rispetto della data di deposito della CTU e che l'indagine raggiunga l'obiettivo.

Una potenziale schematizzazione di una indagine su scenari d'incendio è rappresentata dalla Figura 3 ove la struttura complessiva dell'attività investigativa, composta da cinque fasi e diciassette operazioni.

La prima fase riguarda la raccolta delle informazioni iniziali (Gathering of preliminary information) con lo scopo di inquadrare il contesto interessato dall'evento accidentale e carpire i primi dati utili per condurre, in maniera idonea, le successive attività.

Segue la disamina della scena, sia all'esterno che all'interno, (Inspecting the exterior of the scene e Analyzing the interior of the scene) con l'attuazione di tutta una serie di operazioni che potremmo far rientrare nell'attività di repertamento vero e proprio. Queste prime fasi vengono condotte in breve tempo tenendo conto della dinamicità della scena, con prove variabili e a volte irripetibili nel tempo.

Le ultime due fasi, da espletare fuori dalla scena, riguardano invece i controlli progettuali, esecutivi (resistenza passiva ed attiva della struttura), e gestionali dell'opera (Documentation check) per poi completarsi con la Computational Fire Investiga-



guardo ai metodi, dando più spazio alle conoscenze scientifiche del team.

Una tecnica di uso comune è di comprendere tutti i singoli pareri scientifici rilasciabili (per esempio esito prelievi chimici, indagini elettriche, ecc.) per creare una WBS orientata al parere finale cioè la risposta al quesito peritale.

#### La matrice delle responsabilità nella Fire Investigation

Il passo successivo alla costruzione della WBS è la definizione dell'Organization Breakdown Structure (OBS).

Si tratta anche in questo caso di un diagramma gerarchico volto alla definizione delle responsabilità e dei ruoli nel progetto. I vantaggi che l'uso dell'OBS comporta la facilitazione del controllo e del monitoraggio da parte del fire investigator, la responsabilizzazione delle persone coinvolte nell'indagine e il miglioramento nella comunicazione tra le varie parti.

Un esempio di OBS nel settore investigativo sugli incendi è riportato nella *Figura 4*.

La Responsibility Assignment Matrix (RAM) costituisce un importante strumento a supporto della pianificazione dell'indagine. Essa integra le informazioni della WBS e della OBS definendo sostanzialmente il "chi fa che cosa".

tion cioè l'uso di software e strumenti a supporto di quanto rilevato al fine di:

- modellare l'incendio sotto l'aspetto termo-fluidodinamico e strutturale;
- ricostruire la scena.

Un valido principio della WBS è la "Regola del 100%".

Tale regola applicata nel settore investigativo sugli incendi potrebbe essere di ausilio per definire una linea guida per lo sviluppo, la decomposizione e la valutazione della WBS investigativa.

La regola si applica a tutti i livelli della gerarchia: la somma del lavoro investigativo dei li-

velli "figli" deve essere uguale al 100% del lavoro investigativo rappresentato dal loro "padre" e la WBS non dovrebbe includere alcun lavoro al di fuori dai limiti dell'indagine. Se l'investigatore creatore della WBS tenta di comprendervi ogni dettaglio relativo alle azioni, probabilmente includerà troppe azioni, o troppo poche. Troppe azioni eccederanno il 100% dei limiti del nodo superiore, mentre troppo poche non arriveranno a quella percentuale.

Il modo migliore di seguire la regola del 100% è di definire gli elementi della WBS in termini di risultati. Questo assicura che la WBS non dia raccomandazioni eccessive ri-



Figura 4 - Organization Breakdown Structure nella Fire Investigation



In questo senso contribuisce a:

- evidenziare in modo immediato cosa deve essere fatto, chi lo deve fare e con quale ruolo organizzativo;
- formalizzare il ruolo non solo di coloro che dovranno effettivamente svolgere l'indagine ma anche di coloro che li dovranno supportare;
- creare consapevolezza dell'impatto dell'indagine di ciascuno sul lavoro degli altri componenti del team;
- creare responsabilizzazione tra i componenti del team di progetto;
- favorire il commitment anche da parte dei responsabili delle risorse coinvolte.

La RAM pone in relazione le risorse umane con i principali processi con le attività previste dal processo investigativo. Essa può essere utilizzata per la modellazione dei processi investigativi di base.

A tal fine, può essere utilizzata una particolare definizione dei diversi ruoli per ciascuna attività investigativa utilizzando la codifica RACI che costituisce un acronimo dei 4 pos-

sibili ruoli associabili ad un'attività:

- **Responsible:** è il ruolo di colui che è chiamato ad eseguire operativamente il task. Si configura nel Consulente Tecnico dell'Autorità giudiziaria (CTU).
- **Accountable:** è solitamente il ruolo a cui riporta il Responsible nell'organigramma d'indagine o che comunque dovrà svolgere un ruolo di supervisione del lavoro del Responsible. Deve essere univocamente individuato e dovrà rendere conto del lavoro delle risorse da lui coordinate nello svolgimento dell'attività. (Ausiliario del Consulente).
- **Consult:** è il ruolo di chi dovrà supportare il Responsible nello svolgimento del task fornendogli informazioni utili al completamento dell'indagine o a migliorare la qualità dell'indagine stessa. (Responsabili di laboratorio, Modellatore, ecc.)
- **Inform:** è il ruolo di chi dovrà essere informato in merito al lavoro del Responsible e che dovrà prendere decisioni sulla base delle informazioni avute. (Autorità giudiziaria)

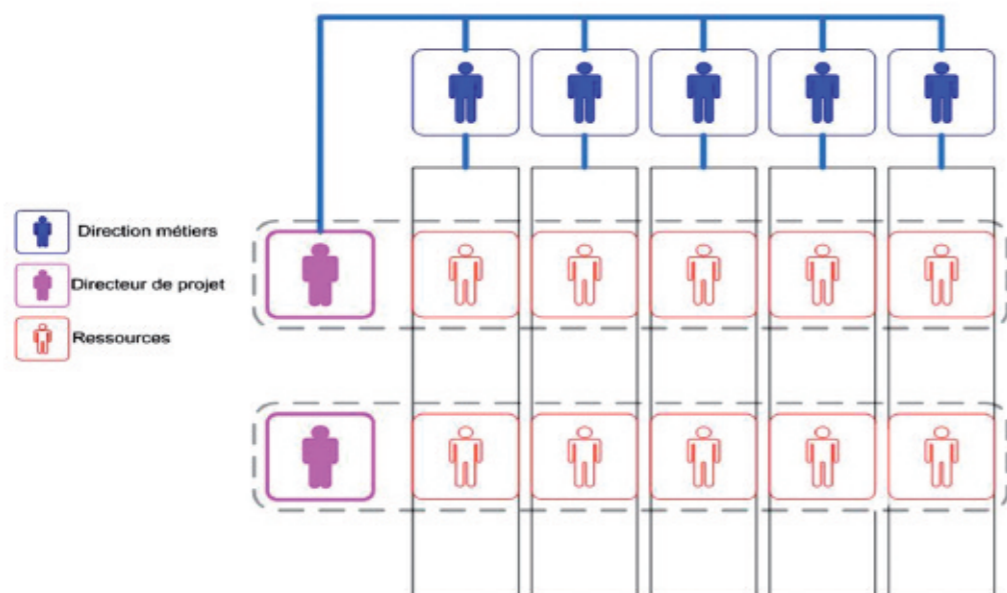


Figura 5 - Schematizzazione della gestione del personale in investigazioni complesse

	CTU/Fire Investigator titolato per l'indagine	Ausiliario del Perito/CTU	Esperto in Impronte	Esperto Elettrotecnico	Responsabile analisi chimiche di laboratorio (Es Ufficiale RIS CC)	Responsabile prove al fuoco laboratorio (Es Funzionario dei VVF)	Modellatore scena con FD
Nomina e giuramento	X						
Reperamento scena	X	X	X	X			X
Valutazione documentazione	X	X					
Analisi semiotica della scena	X	X		X			
Prelievo campioni sulla scena	X		X		X	X	
Calcoli investigativi	X	X					
Acquisizione dati esterni	X	X					
Modellazione incendio	X						X
Ricostruzione 3D incendio	X						X
Stesura perizia e deposito	X						

Tabella 1 - Matrice di responsabilità-soggetti-incarichi

La RAM si costruisce pertanto associando a ciascuna attività investigativa i soggetti che vi parteciperanno indicando il ruolo specifico per ciascuna attività. Nella figura 5 è riportato un esempio di RAM riferita per semplicità ad alcune macro-attività.

In un'attività investigativa sugli incendi la matrice delle responsabilità potrebbe essere del tipo rappresentato nella tabella 1.

**Costruzione del reticolo investigativo**

Con il termine sequenzializzazione si intende l'identificazione e la documentazione delle relazioni logiche esistenti tra le diverse attività d'indagine.

La WBS rappresenta sia l'input fondamentale ai fini della costruzione del reticolo. Infatti tramite la WBS, ed in particolar modo i pac-

chetti elementari d'indagine (studio fascicolo, reperamento esterno, ecc.), è molto semplice ricavare l'elenco completo delle attività (task) dell'indagine.

La fase successiva consiste nella determinazione delle dipendenze sequenziali (legami rappresentate da frecce) che esistono tra le varie attività investigative.



Ad esempio possiamo avere:

- attività A → reperamento della scena d'incendio;
- attività B → modellazione della scena con il software Fire Dynamics Simulator (FDS)

Codice	Descrizione attività	Attività precedenti	Vincolo
1	Attività A	-	-
2	Attività B	Attività A	FS

Quando le attività d'indagine da gestire sono molte, la costruzione del reticolo può diventare complessa.

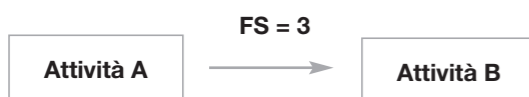
Per ovviare al problema e far sì che la costruzione del reticolo sia gestita in maniera chiara, le informazioni relative alle sequenze possono essere inserite in tabella come riportato nel grafico in alto alla pagina. Rappresentandolo graficamente le attività sopra menzionate si ha che:



Il vincolo di sequenza appena descritto viene definito Finish to Start (FS) e sta ad indicare che l'attività B (modellazione dell'incendio) può iniziare soltanto al termine dell'attività A (repertamento della scena).

Esso è un tipico vincolo di sequenze in serie che non consentono di avere parallelismi. Può essere ulteriormente raffinato imponendo che vi sia un intervallo temporale (lag) tra le due attività.

Se supponiamo ad esempio che la modellazione prevista come attività B possa partire solo dopo che il repertamento (attività A) è stato completato da 3 giorni basterà aggiungere tale tempo nella rappresentazione grafica come mostrato nel grafico sottostante:



Ad esempio l'attività A potrebbe essere rappresentata dal prelievo sulla scena e l'attività B dalle relative attività di laboratorio che inizierebbero dopo 3 giorni dal prelievo stesso.

Nonostante il vincolo FS sia il più diffuso, esistono altre tipologie di legami:

• **Finish to Finish (FF)**

Prevede che l'attività B di modellazione non possa essere definita fintanto che anche l'attività A di repertamento sia stata completata. È un tipo di vincolo che ricorre spesso nell'attività di Fire Investigation.



• **Start to Start (SS)**

prevede che l'attività B possa iniziare quando anche l'attività A sia iniziata. Questo tipo di vincolo comporta un avanzamento in parallelo delle attività, totale o parziale, a seconda dell'eventuale lag previsto.

Ad esempio l'attività A potrebbe essere rappresentata dall'acquisizione sulla scena di documentazione fotografica (post incendio) e dalla attività B la ricostruzione contemporanea dell'arredo esistente (ante incendio).



• **Start to Finish (SF)**

prevede che l'attività B non possa essere completata fintanto che l'attività A non sia iniziata.

Un esempio di tale casistica può essere rappresentato da verifiche di natura

elettrica. Attività A è il controllo documentale del progetto elettrico e l'Attività B sono le prove/controlli sugli apparati elettrici esistenti sulla scena oggetto di incendio.



La sequenza delle attività si basa inoltre sull'utilizzo di tre tipologie di relazioni di dipendenza:

- **obbligatorie:** sono quelle relazioni che non possono cambiare, intrinseche alla natura dell'indagine che deve essere svolta. Esse riguardano generalmente dei limiti di natura fisica come ad esempio l'impossibilità, di modellare la struttura fintanto che non sono state completati i rilievi sulla scena.
- **Discrezionali o facoltative:** sono quelle dipendenze che possono essere a discrezione del fire investigator che possono variare da indagine ad indagine. Spesso le dipendenze discrezionali derivano da una sequenza preferita di attività che è stata acquisita in esperienze precedenti riguardanti investigazioni simili a quella in atto.
- **Esterne:** sono quelle dipendenze che prevedono una relazione tra le attività dell'indagine e attività non comprese nell'investigazione. Un esempio di tale dipendenza può essere rappresentato dalla necessità di attendere l'arrivo di risultati da un laboratorio di prove (ad esempio reazione al fuoco di un determinato materiale).



Il processo di schedulazione investigativa prevede, oltre alla costruzione del reticolo, la determinazione dei tempi di inizio e fine delle attività (vedasi tempistica imposta dall'Autorità Giudiziaria).

Il reticolo è costituito da due elementi principali, eventi e attività ove:

- un evento è il punto iniziale (nomina del CTU) o finale (deposito della Perizia/CTU) di un gruppo di attività ed ha durata quasi nulla (solo 1 giorno per il giuramento);
- un'attività è il lavoro necessario per passare da un evento all'altro ed è caratterizzata di conseguenza da una certa durata (anche parecchi giorni).

Il Precedence Diagram Method (PDM) è un metodo di costruzione del reticolo che prevede l'utilizzo di riquadri rettangoli, denominati nodi, per identificare le attività che saranno tra loro connesse per mostrarne le dipendenze (Figura 6).

I tipi di vincoli usati nel diagramma sottostante sono quelli Fine-Inizio (FS).

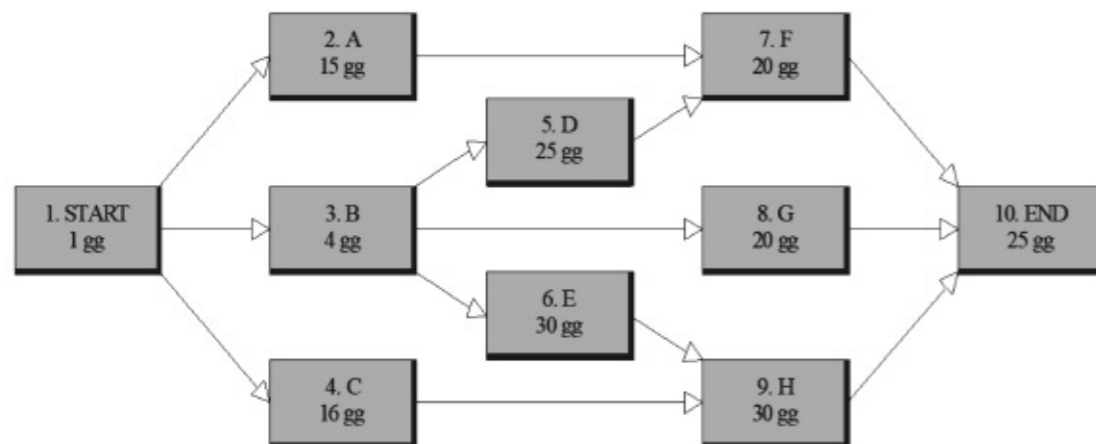


Figura 6 - Precedence Diagram Method nella Fire Investigation

Nel caso in esame le attività investigative potrebbero essere le seguenti:

- 1 Start: giuramento in Tribunale per accettazione incarico;
- 2 A: disamina della documentazione presente in fascicolo;
- 3 B: repertamento e rilievo della scena esterna ed interna;
- 4 C: acquisizione informazioni sulla dinamica dell'incendio;
- 5 D: calcoli investigativi;
- 6 E: analisi semiotica dell'incendio;
- 7 F: analisi dei dati raccolti e griglie di valutazione degli indizi;
- 8 G: prelievi di campioni, indagini specialistiche e prove di laboratorio;
- 9 H: modellazione computerizzata della scena;
- 10 End: stesura Consulenza e deposito.

Quindi avremo che l'attività:

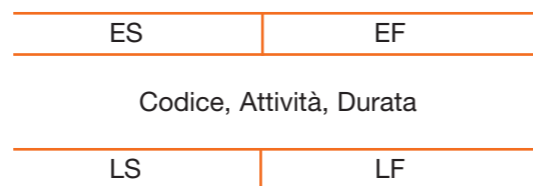
- 1 Start rappresenta l'accettazione dell'incarico e l'inizio delle indagini;
- D, E e G sono le attività che può iniziare solo dopo il completamento dell'attività B;
- H attività che inizia dopo l'attività C ed E è indipendente dalle attività G ed F;

- 10 End è la stesura e conclusione della perizia.

**Controllo temporale di una investigazione**

Per tenere sotto controllo la tempistica assegnata dall'Autorità Giudiziaria per la redazione della Perizia si utilizza il metodo del percorso critico.

È una tecnica di analisi del reticolo che prevede il calcolo delle date di inizio e fine, minime e massime, per ciascuna attività. Ciascuna attività sarà rappresentata graficamente nel modo seguente:



dove:

- **ES- Early Start Date (data minima di inizio):** rappresenta la data alla quale è possibile iniziare al più presto l'attività in esame;
- **EF- Early Finish Date (data minima di fine):** identifica la data alla quale è pensabile completare al più presto l'attività in esame;

Attività	Descrizione sommaria dell'attività	Durata	Attività precedente	Vincolo
1 Start	Giuramento per accettazione incarico	1		*
2A	Disamina documentazione presente in fascicolo	15	1	FS
3B	Repertamento e rilievo della scena esterna ed interna	4	1	FS
4C	Acquisizione di informazioni sulla dinamica dell'incendio	16	1	FS
5D	Calcoli investigativi ed indagini forensi	25	3B	FS
6E	Analisi semiotica dell'incendio	30	3B	FS
7F	Analisi dei dati raccolti e griglie di valutazione degli indizi	20	2A, 5D	FS
8G	prelievi campioni, indagini specialistiche e prove di laboratorio	20	3B	FS
9H	Modellazione computerizzata dell'incendio con FDS	30	4C, 6E	FS
10 End	Stesura della Consulenza e deposito in Tribunale	25	7F, 8G, 9H	FS

Tabella 2 - Elenco delle attività e loro durata

- **LS- Late Start Date (data massima di inizio):** è la data alla quale deve iniziare al più tardi l'attività in argomento;
- **LF- Late Finish Date (la data massima di fine):** rappresenta è la data alla quale deve finire al più tardi l'attività in esame.

In sintesi il metodo consiste in un calcolo svolto prima "in avanti", per ottenere le date minime di inizio e fine, e successivamente "a ritroso" in modo tale da ottenere le date massime di inizio e fine.

In base poi alla flessibilità delle attività d'indagine si procederà all'individuazione delle criticità con relativo percorso critico.

Si consideri la *tabella 2* delle attività e relative durate: supponiamo ora che la data di inizio dell'indagine "1 Start" sia il giorno di nomina e giuramento del CTU, ne consegue che l'ES dell'inizio di incarico coincide con il 1° giorno.

Poiché la sua durata è solo un giorno anche il suo EF sarà pari ad 1 mentre le altre attività inizieranno subito a partire dal 2° giorno. Così saranno gli ES delle attività A, B e C saranno pari a 2.

Nel caso in esame si suppone che l'inizio delle attività peritali inizi a partire dal giorno successivo al giorno di nomina. Possiamo quindi dire che per le attività immediatamente successive cioè A, B, e C all'accettazione dell'incarico vale che la data minima di inizio corrisponde al giorno successivo della data di fine attività "1 start":

$$ES_{ATTIVITA' A, B, C} = EF_{INCARICO} + 1$$

La data alla quale queste ultime tre attività possono finire al più presto è determinata dalla loro durata.

In particolar modo avremo:

$$EF_A = ES_A + Durata A = 2^\circ \text{ giorno} + 15 - 1 = 16^\circ \text{ giorno}$$

$$EF_B = ES_B + Durata B = 2^\circ \text{ giorno} + 4 - 1 = 5^\circ \text{ giorno}$$

$$EF_C = ES_C + Durata C = 2^\circ \text{ giorno} + 16 - 1 = 17^\circ \text{ giorno}$$



Generalizzando possiamo dire che per ciascuna attività d'indagine vale:

$$\text{Data min. fine (EF)} - \text{Data min. inizio (ES)} = \text{Durata min. dell'attività} - 1$$

Il "-1" è necessario poiché i giorni di inizio e fine considerati si intendono compresi nel calcolo della durata. Quindi se l'attività A inizia il 2° giorno compreso e dura 15 giorni, essa finirà il 16° giorno compreso. Aggiungendo quindi semplicemente solo la durata di tale attività per ottenere l'EF si otterrebbe come data di fine il 17° giorno e questo è un errore perché di fatto non si tiene conto che le indagini vengono svolte a partire dal giorno successivo all'incarico.

Quindi avremo che per una generica attività "i" che:

$$EF(i) = ES(i) + \text{Durata}(i) - 1$$

Si procede così al calcolo delle date di tutte le altre attività seguendo il reticolo logico tracciato. Seguendo tale logica vediamo che se l'attività B, di durata 4 giorni, finisce il 5° giorno allora il giorno successivo, cioè il 6° giorno, iniziano le attività D, E e G poiché aventi come predecessore la sola attività B. Per le attività F ed H l'inizio ES è dato invece dal maggiore tra gli EF delle attività che le precedono ossia:

$$ES_F = \max EF(A; D)$$

$$ES_H = \max EF(C; E)$$

Vediamo nel dettaglio il caso dell'attività F. Abbiamo calcolato sopra che:

$$ES_A = 2, EF_A = 16$$

$$ES_B = 2, EF_B = 5$$

Possiamo quindi calcolare l'inizio e la fine minima dell'attività D:

$$ES_D = 6 \text{ pari giorno successivo al termine dell'attività B}$$

$$EF_D = 6 + \text{Durata} - 1 = 6 + 25 - 1 = 30$$

F è quindi successore di un'attività A che finisce il 16° giorno ed un'attività D che finisce il 30° giorno.

Poiché l'inizio di un'attività successiva può avvenire solo dopo il completamento di tutte le attività precedenti, l'attività F dovrà iniziare il giorno successivo al termine del completamento dell'attività D e quindi a partire dal 31° giorno. Quindi:

$$ES_D = 31$$

Possiamo riassumere tale regola scrivendo che la data minima di inizio di un'attività generica "i" è data dal massimo delle date minime di fine attività precedenti più 1:

$$ES(i) = \max(EF \text{ attività precedenti ad } i) + 1$$

Una volta eseguiti tutti i calcoli le date minime di inizio e fine di ciascuna attività dovranno essere riportate nel reticolo della Figura 7.

Si procede a questo punto al calcolo delle date massime di fine (EF) ed inizio (ES) per tutte le attività. A differenza delle date minime di inizio e fine, le date massime impongono una condizione di tipo "deve"; l'attività deve infatti iniziare o finire entro la data stabilita poiché un suo ritardo comporterebbe il ritardo dell'intera indagine.

Il procedimento che si adotta nel calcolo di tali date è un procedimento a ritroso avente come punto di partenza l'attività "10End" dell'indagine. La data massima di fine progetto (LFT: Late Finish Time) è proposta dall'Autorità giudiziaria in fase di nomina. Si potrebbero comunque verificare le due seguenti condizioni:

- la data massima fine progetto (LFT) è pari alla data minima di fine progetto (EFT: Early Finish Time);
- la data massima di fine progetto è pari ad un tempo definito.

Nello svolgimento di questo esempio considereremo il primo caso con  $LF = LS$  con un tempo per la chiusura della CTU pari a 90 giorni.

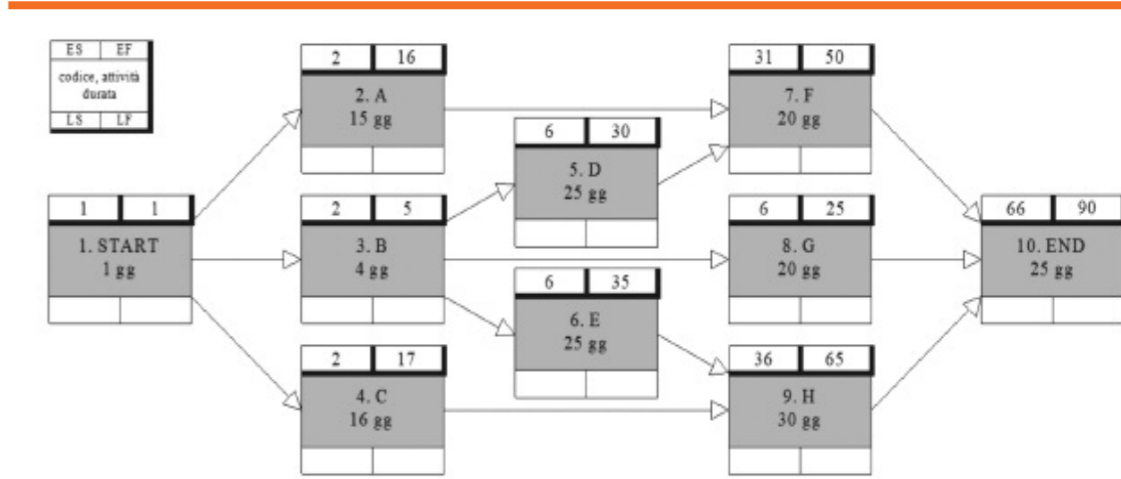


Figura 7 - Reticolo delle attività investigative "in andata"

L'LF<sub>10 End</sub> dell'indagine, coincidente con la data minima di fine progetto (EF<sub>10 End</sub>), sarà dunque pari al 90° giorno mentre l'ES dell'attività 10<sub>End</sub> sarà pari a 66° giorno poiché quest'ultima attività ha una durata di 25 giorni.

Possiamo notare che le attività F, G ed H sono attività pre-finali e di conseguenza la loro data massima di fine (LF) sarà pari necessariamente al 65° giorno per non causare ritardi alla chiusura dell'indagine fissata in 90 giorni.

Il loro LS sarà invece determinato nel modo seguente:

$$LSF = LFF - \text{Durata } F + 1 = 65 - 20 + 1 = 46^\circ \text{ giorno}$$

$$LSG = LFG - \text{Durata } G + 1 = 65 - 20 + 1 = 46^\circ \text{ giorno}$$

$$LSH = LFH - \text{Durata } H + 1 = 65 - 30 + 1 = 36^\circ \text{ giorno}$$

Generalizzando possiamo dire che per ciascuna attività "i" vale:

$$LS(i) = LF(i) - \text{Durata}(i) + 1$$

Si noti che in questo caso poiché si procede a ritroso nella formula anziché il "-1" va inserito il "+1" (la logica del suo inserimento rimane la stessa trattata in precedenza). L'attività F è successiva alle attività D ed A. Di

conseguenza il loro LF sarà pari all'LSF - 1. Lo stesso procedimento si applica per E e C:

$$LFA = LFD = LSF - 1 = 46 - 1 = 45^\circ \text{ giorno}$$

$$LFE = LFC = LSH - 1 = 46 - 1 = 45^\circ \text{ giorno}$$

Il loro LS sarà calcolato con lo stesso modo definito sopra.

$$LSA = LFA - \text{Durata } A + 1 = 45 - 15 + 1 = 31^\circ \text{ giorno}$$

$$LSE = LFE - \text{Durata } E + 1 = 35 - 30 + 1 = 6^\circ \text{ giorno}$$

Particolare attenzione va ora prestata all'attività B. Come possiamo vedere essa è collegata a tre attività D, E e G e di conseguenza il suo LF sarà pari al minimo LS di tali attività detratto 1.

Il min LS (D, E, G) = min LS (21, 6, 46) è 6 e quindi l'LFB sarà pari 6 - 1 = 5.

Possiamo riassumere tale regola scrivendo che per ciascuna attività generica i (che abbia più di un successore) vale:

$$LFi = \min(LS \text{ attività successive ad } i) - 1$$

Questo ragionamento si applica anche per l'attività 1-Start dell'indagine.

Una volta terminati tutti i calcoli è possibile ottenere la durata totale dell'indagine



(TD) che sarà pari all'intervallo temporale tra la data minima di inizio del progetto e la data massima di fine del progetto. Risulterà quindi:

$$TD = LF_{10\text{ END}} - ES_{1\text{ START}} + 1 = 90 - 1 + 1 = 90 \text{ giorni}$$

Il reticolo completo di tutte le date è quindi riportato in *Figura 8*.

Una volta che tutte le date sono state calcolate si procede all'individuazione dei margini di flessibilità delle attività investigative.

Tale fase consiste nell'individuare il comportamento di ciascuna attività in relazione alle date calcolate.

La differenza tra le date minime e massime indicherà di quanto sarà possibile ritardare un'attività senza procrastinare l'intero progetto.

La misura di questo intervallo temporale viene definita scorrimento (non viene usato il termine ritardo poiché, anche se posticipata, l'attività continua ad essere svolta nel rispetto dei tempi progettuali previsti).

Esistono diverse tipologie di scorrimento:

- totale (TF: Total Float) scomponibile a sua volta in due tipologie di sotto scorrimento:
  - libero (FF: Free Float);
  - vincolato (DF: Dependent Float);

- indipendente (IF: Independent Float).

Il Total Float di un'attività è il massimo scorrimento tra la data minima e massima di inizio oppure tra la data minima e massima di fine. Esso può essere infatti calcolato come:

$$TF(i) = LS(i) - ES(i) = LF(i) - EF(i)$$

con "i" attività generica i-esima.

Vediamo qualche esempio di calcolo relativo all'esercizio in esame:

$$TF_C = LS_C - ES_C = 20 - 2 = 18$$

$$TFA = LS_A - ES_A = 31 - 2 = 29$$

Vediamo quindi che l'attività C (acquisizione di informazioni sulla dinamica dell'incendio e testimonianze) può essere differita di 18 giorni senza causare ritardi all'indagine mentre l'attività A (lettura della documentazione presente nel fascicolo) può subire ritardi sino ad un massimo di 29 giorni.

Le attività:

- B: rilievo e repertamento della scena esterna ed interna;
- E: analisi semiotica dell'incendio e trattazione delle immagini;
- H: modellazione computerizzata della scena;



sono, come vedremo più avanti, attività critiche poiché il loro massimo scorrimento è nullo.

Per quanto riguarda lo scorrimento libero (Free float), esso è il ritardo massimo di fine attività rispetto alla data minima di fine che può essere tranquillamente effettuato poiché non comporta variazioni di inizio o fine alle attività successive. Si è quindi liberi di ritardare l'inizio dell'attività in questione o svolgerla con più calma senza andare a coinvolgere i processi seguenti. Qualora infatti si dovessero riallocare le risorse, si ordinano le attività proprio in funzione di tale scorrimento in modo da assegnare immediatamente le risorse alle attività con scorrimento più basso e quindi più problematiche.

Lo scorrimento libero corrisponde alla differenza tra il minimo della data minima di inizio delle attività successive, la data minima di fine dell'attività in esame e 1:

$$FF_i = \min (ES_{\text{attività successive ad } i}) - EF_i - 1$$

Ancora una volta il -1 è dovuto all'utilizzo dei giorni calendario.

Vediamo qualche esempio:

$$FF_B = \min (ES_D, ES_G, ES_E) - EF_B - 1 = \min (6, 6, 6) - 5 - 1 = 6 - 5 - 1 = 0$$

$$FF_C = \min (ES_H) - EF_C - 1$$

$$= 36 - 17 - 1 = 18$$

$$FF_A = \min (ES_F) - EF_A - 1 = 31 - 16 - 1 = 14$$

L'attività C può quindi essere ritardata di 18 giorni senza andare a ritardare l'inizio dell'attività H che la segue.

Nella maggior parte dei casi lo scorrimento totale può inoltre essere condiviso, totalmente o parzialmente, con altre attività del progetto che si trovano nello stesso sentiero. Con il termine cammino si intende la sequenza, i percorsi di attività che portano dall'inizio alla fine del progetto investigativo.

Nel caso in analisi, esempi di cammini sono:

- 1 Start → A → F → 10 End
- 1 Start → B → G → 10 End
- 1 Start → B → E → H → 10 End

e così via.

Di conseguenza se lo scorrimento viene impiegato dall'attività in esame esso sottrae scorrimento disponibile a un'attività successiva che lo condivide. Tale quota condivisa prende il nome di scorrimento vincolato o Dependent Float (DF).

Viene calcolato come differenza tra scorrimento totale e scorrimento libero:

$$DF_i = TF_i - FF_i$$

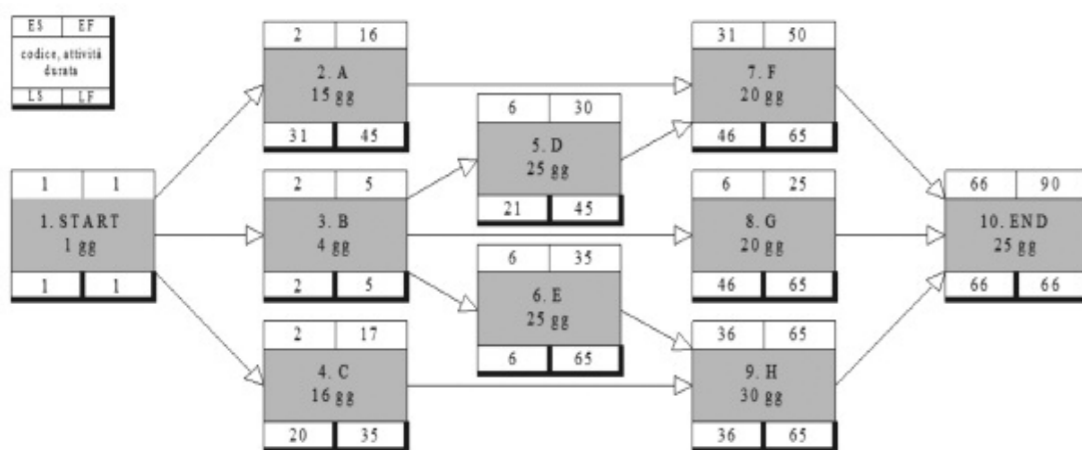


Figura 8 - Reticolo delle attività investigative "ritorno"

Vediamo ad esempio che:

$$DF_A = TF_A - FF_A = 29 - 14 = 15$$

Ciò significa che dei 29 giorni totali di scorrimento dell'attività A di durata 15 giorni, sino al 15° giorno è la data di ritardo che l'attività può subire senza modificare l'attività F che la segue.

Superato il 15° giorno si andrà a modificare l'inizio (e di conseguenza la fine) dell'attività F. Infine, lo scorrimento indipendente (IF: Independent Float) rappresenta una sorta di simulazione pessimistica svolta sul reticolo. Si suppone che tutte le attività precedenti a quella in esame terminino alla loro data massima di fine EF e tutte le successive inizino alla loro minima data ES.

Se anche in questo caso si ottiene uno scorrimento allora si ha una garanzia che mal che vada rimarrà comunque un po' di flessibilità. Lo scorrimento indipendente si calcola come differenza tra il minimo delle date minime di inizio delle attività successive, la durata dell'attività in esame e il massimo delle date massime di fine delle attività precedenti:

$$IF = \min (ES \text{ attività successive ad } i) \\ \text{Durata} - \text{Max} (LF \text{ attività precedenti ad } i)$$

Nel caso in cui il risultato sia negativo, lo scorrimento è posto pari a zero.

Nello svolgimento dei calcoli si può notare che alcune attività presentano uno scorrimento totale nullo. Tali attività prendono il nome di attività critiche. Si tratta di attività che non possono essere ritardate in quanto causerebbero il ritardo dell'intero progetto.

Nel caso in studio vediamo che le attività critiche sono B, E ed H, oltre ovviamente al 1 Start e al 10 End.

Si definisce percorso critico (Critical Path) la sequenza di attività critiche che dal 1 Start portano al 10 End.

In un'attività investigativa ci possono essere più percorsi critici; nel nostro caso ne abbiamo uno solo: Start, B, E, H, End.

La rilevazione delle attività e dei percorsi critici è molto importante poiché saranno i primi sui quali si andrà ad agire per far sì che l'attività forense venga completata secondo quanto pianificato.

Possiamo notare come sia possibile di fatto calcolare la durata totale del progetto semplicemente sommando la durata delle attività che si trovano nel percorso critico (nel caso di più percorsi critici si prenderà il più lungo):

$$TD = 1 \text{ Start} + B + D + F + 10 \text{ End} \\ = 1 + 4 + 30 + 30 + 25 = 90 \text{ giorni}$$

Il risultato ottenuto è uguale a quello calcolato precedentemente facendo uso dei tempi di inizio e fine dell'attività investigativa. È possibile individuare alcune proprietà relative alle criticità:

- se la data massima e minima di fine progetto coincidono deve esistere almeno un percorso critico;
- un'attività critica deve appartenere ad almeno un sentiero critico;
- un'attività critica può appartenere a più percorsi critici;
- il ritardo di un'attività critica causa un ritardo della stessa entità in tutte le attività seguenti appartenenti allo stesso percorso critico;
- il percorso critico è quello che ha durata più lunga.

Prestiamo infine attenzione a due casi particolari che si possono presentare:

$$\text{Data}_{\text{consegna della CTU}} \\ < \text{Data}_{\text{minima di fine indagine.}}$$

È il caso in cui viene fissata una data inferiore alla data entro la quale si prevede di concludere la Consulenza.

In questo caso si sa già che fin dall'inizio si lavorerà in ritardo ed occorrerà chiedere una proroga di ulteriori giorni poiché non si riuscirà a consegnare in tempo la Consulenza. È comunque importante rilevare gli scorri-

menti (che saranno tutti negativi) per vedere su quali attività è possibile intervenire per cercare di ridurre le tempistiche.

$$\text{Data}_{\text{massima consegna CTU}} \\ > \text{Data}_{\text{minima di fine progetto}}$$

In un caso di questo tipo invece non ci saranno attività e percorsi critici ma sarà tuttavia importante rilevare quelle attività con scorrimenti totali uguali e allo stesso tempo vincolati poiché potrebbero diventare critiche.

## Conclusioni

L'investigazione è un complesso di sub attività correlate fra loro.

L'aspetto "organizzativo" della pianificazione riguarda lo sviluppo di decisioni assunte attraverso il confronto tra le esigenze investigative-processuali (perseguimento dell'obiettivo) e le possibilità tecniche-operative.

Investigare impone l'individuazione delle risorse umane con l'attribuzione di specifici compiti individuali tenendo conto delle modalità di coordinamento tra le attività condotte dal team.

Quindi la progettazione di un'investigazione risulta molto importante sia per spaccettare correttamente tutte le sub attività che per gestire al meglio i tempi a disposizione.

Investigare senza un minimo di pianificazione significa operare senza tenere conto della celerità degli obiettivi da raggiungere.

Un approccio progettuale associato all'utilizzo di appropriate metodologie analitiche forensi portano ad una rappresentazione visiva delle attività dell'investigazione che mostra chiaramente il tempo necessario per completare le varie attività.

L'individuazione del percorso critico riduce l'incertezza nelle indagini perché attraverso questa tecnica si arriva a definire il tempo più breve e quello più lungo per completare ogni attività.

Questo costringe a considerare fattori imprevisti che possono incidere sulle varie attività e riduce la probabilità che un imprevisto si verifichi durante l'indagine.

## Bibliografia

- <https://goo.gl/images/kumfZf>
- [http://sheridan\\_conlaw.typepad.com/the\\_investigation\\_project/](http://sheridan_conlaw.typepad.com/the_investigation_project/)
- Baglieri, Biffi, Coffetti, Ondoli, Pecchiari, Pilati, Poli, Sampietro, 2005, Organizzare e gestire i progetti - competenze per il Project Management, edizione Etas
- Bontempi F., Crosti C., Mangione M.: L'investigazione antincendio sugli aspetti strutturali: una proposta di codifica - Rivista Antincendio, ottobre 2015
- Coltro N. - Tesi di laurea: Problemi di sequenzializzazione e tempificazione delle attività in un progetto" - relatore Prof. Romanin Jacur, Giorgio - Università Roma 3, Facoltà di Ingegneria gestionale, marzo 2012
- Gottardi G., Mariotto A., Il controllo integrato tempi e costi nella gestione dei progetti, Cleup editore
- Graham Robert J., Project Management - Cultura e tecniche per la gestione efficace, edizione italiana a cura di Nicola Diligu, editore Guerini e associati
- Harold Kezner, Project Management - Pianificazione, schedulino e controllo dei progetti, revisione tecnica dell'edizione italiana a cura di Lucio Bianco e Massimiliano Caramia. Editore Ulrico Hoepli
- <http://www.humanwareonline.com/project-management/wpcontent/uploads/2012/10/WBS1.jpg>
- <http://www.humanwareonline.com/project-management/center/ram-matrice-assegnazione-responsabilita/>
- <https://canvas.uw.edu/courses/1113257/pages/work-breakdown-structure-wbs>
- Nonino F.: appunti del Master in Servizi Logistici e di Comunicazione per sistemi complessi", Università La Sapienza Roma, AA 2017/18
- Pojaga L., Ricerca Operativa per il Management e il Project Management - metodologie e modelli, edizioni Unicopli
- Project Management Institute, 2004, Guida al Project Management Body of Knowledge - Terza edizione".