

L'analisi dei *gap* per un progetto di formazione nel settore informatico¹

Corrado Crocetta*, Francesco Domenico d'Ovidio[#]

**Università degli studi di Foggia, [#]Università degli studi di Bari*

Riassunto. Il presente lavoro propone un algoritmo per la progettazione di percorsi di formazione continua per dipendenti di aziende del settore informatico, basato sull'analisi dei *gap* fra le competenze possedute e quelle necessarie. Tale procedura utilizza i dati raccolti nel corso di un complessa ricerca sulle competenze dei lavoratori operanti nel settore, consentendo di costruire percorsi "personalizzati" di sviluppo professionale, molto flessibili ed in grado di ottimizzare l'investimento in formazione da parte dell'azienda.

Parole chiave: Profilo professionale; Abilità; Competenze; Formazione; Informatica.

1. Premessa

L'attività di formazione continua nelle aziende operanti nell'ICT è divenuta ormai una esigenza imprescindibile per prevenire fenomeni di obsolescenza delle competenze. Analizzando i bilanci di competenze dei lavoratori di alcune aziende informatiche è facile riscontrare discrepanze sensibili fra ciò che risulta necessario saper fare e ciò che gli addetti ritengono di saper fare, mentre vi è una sostanziale concordanza fra i giudizi espressi dai lavoratori e quelli espressi dai responsabili aziendali circa il fabbisogno di competenze (vds. Tarantini e Toma, 2008).

L'esigenza di effettuare periodici interventi di formazione continua è comune a molti settori tecnologicamente sviluppati, soprattutto nel terziario avanzato², ove i

¹ Il presente lavoro è stato realizzato nell'ambito del PRIN 2005 "Modelli e metodi per abbinare profili formativi e bisogni di professionalità di comparti del terziario avanzato" (cofinanziato dal MIUR). Coordinatore nazionale del PRIN è L. Fabbris, coordinatore dell'unità locale di Bari è E. Toma. La nota, opera congiunta dei due autori, è stata redatta da C. Crocetta per i paragrafi 1, 3 e 5, da F.D. d'Ovidio per i paragrafi 2 e 4.

² Va da sé che un'impresa industriale può e deve innovare la propria tecnologia per mantenersi competitiva, ma queste innovazioni procedono con tempi tecnici abbastanza lunghi, che consentono alle maestranze di familiarizzarsi con esse. Nel terziario avanzato, invece, i tempi tecnici di installazione delle nuove soluzioni tecniche possono essere descritti in termini di poche ore, o meno ancora.

mutamenti tecnologici risultano più rapidi perché più rapida ne è l'implementazione aziendale. Nel comparto informatico esso è particolarmente sentito, in quanto settore in cui l'innovazione è componente essenziale dell'attività.

In questo articolo, sulla base dei dati raccolti intervistando un buon numero di dipendenti di aziende del settore informatico localizzate prevalentemente in provincia di Bari, dopo una breve descrizione dei risultati dell'indagine (par. 2), si propongono due procedure statistiche in grado di identificare i percorsi formativi ottimali per ciascun lavoratore considerato, costruiti partendo dall'analisi dei gap di competenze (par. 3). Nel par. 4 sono infine presentati i risultati dell'applicazione di tali procedure al campione di dipendenti in oggetto.

2. Le competenze tipiche del settore informatico

L'indagine è rivolta ai dipendenti di aziende del settore informatico (gruppo ATECO 72) localizzate nell'area di Bari ed operanti nei seguenti sottosettori:

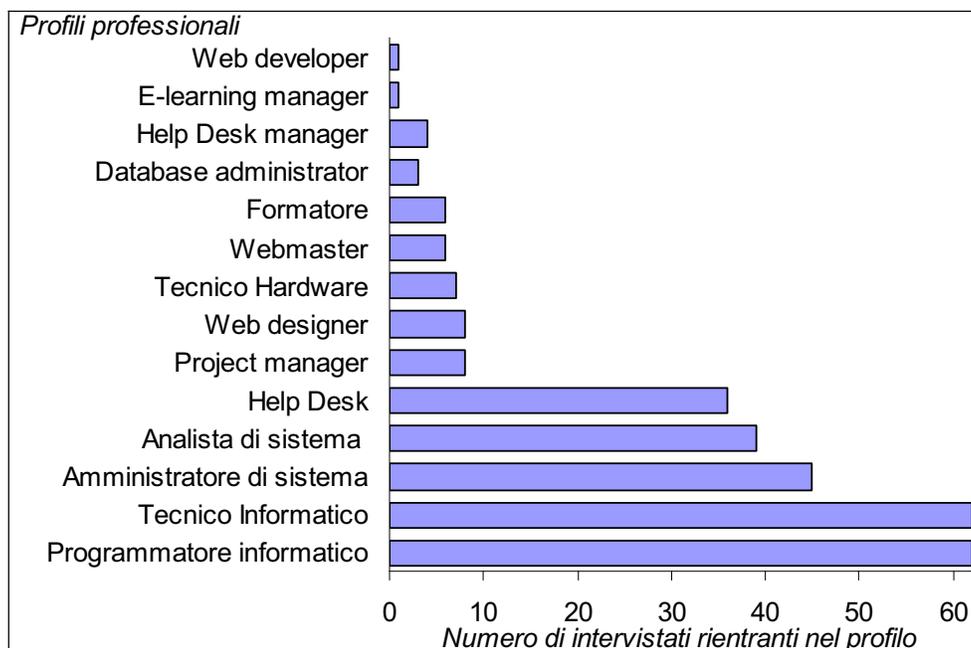
- i) consulenza per installazione di elaboratori elettronici;
- ii) fornitura di software e consulenza informatica;
- iii) elaborazione banche dati;
- iv) altre attività connesse all'informatica³.

Sono state effettuate complessivamente 250 interviste, in maggioranza in aziende di piccole dimensioni. Il campione di intervistati è composto per l'83% da maschi ed ha una età media di circa 34,5 anni. Oltre i due terzi degli intervistati hanno conseguito solo un diploma, prevalentemente di tipo tecnico, mentre fra i laureati prevalgono ingegneri e laureati in informatica⁴.

La Fig. 1 mostra la composizione del campione in termini di profili professionali rappresentati. Tenendo conto che spesso un intervistato ricopre più di un profilo, non è una sorpresa notare la massiccia presenza di *programmatori informatici* e di *tecnici informatici*, seguiti da *amministratori di sistema*, da *analisti di sistema* e da addetti all'*Help desk*. Gli altri profili raccolgono frazioni molto meno consistenti del

³ I sottosettori "Elaborazione e registrazione elettronica dei dati" e "Installazione, manutenzione e riparazione di macchine per ufficio e di apparecchiature informatiche" sono stati esclusi dalla rilevazione, il primo perché in Puglia comprende quasi esclusivamente CED *outsourcing* (la cui attività è principalmente input ed elaborazione, anche contabile, di dati aziendali), il secondo perché le competenze ivi richieste guardano più al settore elettronico che non a quello informatico.

⁴ La realtà della piccola-media impresa propone spesso situazioni che, come quella qui presentata, possono destare qualche perplessità, essendo notevole la necessità di competenze del settore. Tuttavia, desta meno problemi (anche retributivi) assumere bravi diplomati, a cui fornire poi le competenze necessarie, piuttosto che laureati, talvolta troppo specializzati nel proprio percorso formativo. Per maggiori dettagli sull'indagine e sui suoi risultati, ci si può riferire a d'Ovidio e Soletti, 2008.

Figura 1. Distribuzione degli intervistati per profilo professionale.

campione (non più di otto soggetti per i profili di *project manager* e di *web designer*, meno ancora per le rimanenti figure professionali). Si tratta generalmente di profili medio-alti, che, a fronte di necessità aziendali sempre in evoluzione, presuppongono spesso un cospicuo bagaglio di competenze, anche diverse fra loro, senza pregiudizio del livello di istruzione effettivamente posseduto (*heterogeneous skill theory*: Green & McIntosh, 2002).

La rispondenza delle competenze possedute dai lavoratori alla necessità aziendali è il campo di studio della *skill gap analysis*⁵. Le informazioni di partenza di tale metodologia possono essere ottenute sia tramite indagini di autovalutazione (*self-assessment*), come nel caso presente, sia tramite valutazione incrociata tra colleghi e superiori (il cosiddetto *360°-assessment*), e riguardano:

- i) le necessità aziendali in tema di competenze specifiche;
- ii) il bagaglio di competenze specifiche del soggetto;
- iii) con quale intensità e frequenza le competenze del soggetto vengono messe alla prova in azienda (informazione, questa, non essenziale ma indubbiamente utile per valutare la gravità di eventuali discrasie).

⁵ La *skill gap analysis* parte da un punto di vista aziendale, ma fornisce utili informazioni anche ai dipendenti o ai generici candidati a ruoli aziendali; essa consente, infatti, di evidenziare le aree sulle quali l'individuo è adeguato alle attese della posizione che ricopre (o che vorrebbe ricoprire), quelle nelle quali le supera e quelle nelle quali deve investire in termini di aggiornamento e formazione.

Dal nostro studio sulle competenze tecnico-specifiche sono stati esclusi tutti gli intervistati che non hanno fornito risposta ad una o più richieste di autovalutazione delle varie competenze, per cui il campione in analisi ammonta a 221 soggetti.

Le competenze di cui si è chiesta notizia agli intervistati sono quelle specifiche del settore informatico, fra le quali alcune possono essere considerate “di base”, mentre altre appartengono più propriamente ad ambiti professionalmente avanzati, e dunque vanno considerate “tecnico-specialistiche”; delle prime, sono state prese in considerazione:

- a) installazione hardware e periferiche;
- b) gestione di sistemi operativi;
- c) word processor (elaborazione di testi);
- d) utilizzo di fogli elettronici;
- e) uso di data base (Oracle, SQL server, Access, ecc.);
- f) navigazione in internet;
- g) realizzazione di siti web;
- h) multimedia (elaborazione di suoni, immagini, video);
- i) installazione reti di trasmissione dati.

Per quanto riguarda le competenze tecnico-specialistiche, invece, si hanno:

- A) progettazione e calcolo reti di trasmissione dati;
- B) programmazione macro di fogli elettronici;
- C) CAD/CAM/CAE-Progettazione assistita;
- D) progettazione e gestione di data base;
- E) programmazione in Basic, Pascal, Delphi (linguaggi di alto livello);
- F) programmazione in HTML, PHP, XML, Java (linguaggi web);
- G) programmazione in Assembler, C, C# e linguaggi derivati (di basso livello⁶).

Le valutazioni su queste sedici tipologie di competenze sono espresse su una scala 1-5, dove 1 rappresenta il livello più basso e 5 quello più alto. Per ciascuna competenza ogni intervistato ha attribuito un punteggio sia al livello di competenze effettivamente posseduto che al livello di competenze che ritiene necessarie per svolgere il proprio lavoro. A ciascuna competenza è stato, infine, attribuito un punteggio, sempre in scala 1-5, relativo a quanto intensamente essa viene utilizzata in azienda.

I dati a nostra disposizione ci consentono, quindi, di valutare non solo gli scostamenti, a livello di singolo rispondente, fra il livello di competenze possedute e necessarie, ma anche *quanto* tali competenze vengono utilizzate in azienda.

Nella Tab. 1 sono stati sintetizzati alcuni indici di posizione, variabilità ed asimmetria relativi ai punteggi attribuiti dagli intervistati al livello di competenze pos-

⁶ Si tenga conto che il significato di “linguaggi di alto livello” e “linguaggi di basso livello” è indipendente dalla difficoltà di programmazione dei medesimi, in quanto l’informatica definisce il “basso livello” come quello più vicino al linguaggio-macchina, mentre il “livello alto” è quello più vicino al linguaggio umano.

Tabella 1. Medie, variabilità ed indici di asimmetria dei punteggi attribuiti al livello di padronanza e necessità di alcune competenze informatiche fra i lavoratori intervistati.

Competenze	Possesso competenze			Necessità competenze		
	Media	sqm	s_k	Media	sqm	s_k
Installazione hardware e periferiche	3,5	1,3	-0,47	3,3	1,3	-0,31
Gestione di sistemi operativi	3,7	1,1	-0,60	3,8	1,1	-0,93
Word processor (elaborazione di testi)	4,1	0,9	-0,98	3,7	1,0	-0,47
Utilizzo di fogli elettronici	3,9	1,0	-0,71	3,8	1,0	-0,60
Uso di database	3,1	1,4	-0,14	3,8	1,2	-0,77
Navigazione in Internet	4,5	0,7	-1,99	3,7	1,1	-0,51
Realizzazione di siti web	2,7	1,5	0,21	2,9	1,4	0,12
Multimedia	2,8	1,3	0,16	2,6	1,3	0,37
Installazione di reti di trasmissione dati	2,9	1,5	0,04	3,4	1,4	-0,45
Progettazione e calcolo reti di trasm. dati	2,4	1,4	0,54	2,8	1,5	0,24
CAD/CAM/CAE Progettazione assistita	1,5	0,9	2,33	1,6	1,1	1,79
Programmazione macro di fogli elettronici	2,6	1,2	0,39	2,7	1,3	0,24
Progettazione e gestione di database	2,8	1,4	0,07	3,4	1,4	-0,54
Programmazione in Basic, Pascal, ecc.	2,4	1,4	0,49	2,6	1,5	0,25
Programmazione HTML, PHP, Java ecc.	2,4	1,4	0,43	2,9	1,4	-0,01
Programmazione in Assembly, C, C# ecc.	2,1	1,3	0,75	2,4	1,4	0,49

sedute ed a quelle considerate necessarie per effettuare il loro lavoro⁷. Nella Tab. 2 si leggono, invece, le statistiche relative all'intensità di utilizzo delle medesime competenze in azienda.

Dalla prima tabella si evince facilmente l'estrema eterogeneità del livello medio delle competenze: i punteggi medi variano, infatti, tra valori bassi o prossimi a zero per progettazione assistita/CAD e valori prossimi all'estremo superiore per la navigazione nel Web o l'elaborazione di testi. Per alcune competenze di uso comune (come l'installazione di hardware e periferiche, l'uso di word processor, fogli elettronici, browser e programmi multimediali) la media dei punteggi attribuiti dagli intervistati al livello di competenze possedute supera quelle necessarie, mentre per alcune competenze più specialistiche emerge la necessità di realizzare degli interventi di rafforzamento delle competenze.

I punteggi attribuiti dagli intervistati alle intensità con cui le competenze sopra considerate sono utilizzate per il loro lavoro (Tab. 2) evidenziano che le attività più frequenti consistono nella navigazione sul Web e nell'utilizzo di grandi basi di dati e di sistemi operativi.

⁷ L'asimmetria è qui misurata tramite l'indice *skewness* di Pearson), dato, com'è noto, da $s_k = \mu - M_0 / \sigma$, che indica simmetria perfetta se pari a 0, mentre si ha asimmetria positiva se $s_k < 0$ e negativa se $s_k > 0$.

Tabella 2. Medie, variabilità ed indici di asimmetria dei punteggi attribuiti all'intensità di utilizzo aziendale di alcune competenze informatiche fra i lavoratori intervistati.

Competenze	Media	sqm	Skewness
Installazione hardware e periferiche	3,4	1,4	-0,29
Gestione di sistemi operativi	3,9	1,2	-0,79
Word processor (elaborazione di testi)	3,6	1,1	-0,37
Utilizzo di fogli elettronici	3,5	1,1	-0,37
Uso di database	4,0	1,3	-1,01
Navigazione in internet	4,0	1,1	-0,83
Realizzazione di siti web	2,9	1,4	0,02
Multimedia	2,4	1,3	0,56
Installazione di reti di trasmissione dati	3,6	1,5	-0,66
Progettazione e calcolo reti di trasmissione dati	3,3	1,5	-0,28
CAD/CAM/CAE Progettazione assistita	1,7	1,0	1,70
Programmazione macro di fogli elettronici	2,8	1,2	0,12
Progettazione e gestione di database	3,7	1,4	-0,67
Programmazione in Basic, Pascal, Delphi ecc.	2,8	1,6	0,22
Programmazione HTML, PHP, Java ecc.	3,2	1,5	-0,22
Programmazione in Assembly, C, C# ecc.	2,4	1,4	0,57

Passando a considerare gli indici di variabilità ed asimmetria dei punteggi relativi alle diverse competenze, si nota che in alcuni casi l'indice di *skewness* ha un valore talmente elevato da non poter affermare che la violazione della condizione di simmetria sia di natura casuale⁸. L'asimmetria è oltremodo pronunciata nel caso della già citata competenza in progettazione *computer-assisted*, ma anche nella padronanza della *navigazione web* o del *word processing* e nelle necessità aziendali di competenze nella *gestione di sistemi operativi*. Quasi sempre, ad una asimmetria negativa o positiva nella padronanza di una competenza corrisponde un'asimmetria dello stesso verso in termini di necessità e/o intensità di utilizzo, ma non sempre dello stesso ordine di grandezza. Inoltre, per qualche competenza la valutazione presenta asimmetria in un aspetto e simmetria nell'altro. In questi casi, è evidente che il confronto fra i valori medi fornisce risultati irrealistici.

Dovendo analizzare i fabbisogni formativi di un gruppo piuttosto eterogeneo di aziende operanti nel settore informatico, inoltre, non ci si può limitare a studiare gli indicatori aggregati (che possono nascondere gap e disagi individuali anche mar-

⁸ Secondo il test di Wald, si può ritenere che lo scostamento dallo zero sia non casuale (data la probabilità di errore α) quando il rapporto $[\text{parametro}/s.e.(\text{parametro})] > z_{\alpha/2}$, ove *s.e.* indica l'errore standardizzato rilevato nel campione. Assumendo $\alpha=0,05$ (e, dunque, $z_{0,025}=1,96$) e tenendo conto che la deviazione standard dell'indice di asimmetria, nel campione considerato, è sempre pari a 0,164, l'asimmetria va qui considerata di natura non casuale ogni volta che si rileva un valore $s_k > 0,321$.

cati), ma vi è l'esigenza di considerare le esigenze formative di ciascuno, cioè quei divari fra competenze possedute e necessarie che possono interferire con l'efficienza lavorativa dell'individuo.

3. Analisi del differenziale di competenze a fini formativi

Volendo pianificare l'attività di formazione in funzione dei differenziali di competenze, un ente o un'istituzione che, ad esempio, abbia ricevuto mandato dal consorzio di imprese deve tener conto innanzitutto delle esigenze delle imprese.

Cosa vuole l'impresa? Che il dipendente sappia fare almeno ciò che l'azienda gli chiede di fare: se le competenze possedute da costui sono superiori, è buona cosa, ma all'azienda interessa poco o nulla⁹. Per questo motivo, per gli scopi formativi che ci si prefigge, non hanno rilevanza i casi in cui una competenza sia posseduta in misura maggiore (o uguale) a quella occorrente in azienda.

Inoltre, *gap* di competenze di minima entità possono essere facilmente coperti da interventi interni di affiancamento oppure tramite auto-formazione del dipendente, opportunamente sostenuta dall'azienda. I problemi sorgono, invece, quando è troppo rilevante il differenziale fra livello di competenze richiesto e livello di padronanza.

Tuttavia, se è molto bassa la frequenza con cui si richiede di applicare le competenze carenti, all'azienda può convenire affidare all'esterno tale compito (il c.d. *outsourcing*). Occorre, quindi, definire preventivamente quale sia la frequenza o intensità di utilizzo oltre la quale l'*outsourcing* diviene diseconomico.

Risulta dunque opportuno poter "misurare" in modo ragionato i differenziali di competenze tenendo conto delle pregresse considerazioni, per ogni dipendente.

Indichiamo allora con¹⁰:

N_{ij} il punteggio di *necessità* assegnato dall'*i*-esimo intervistato alla *j*-esima competenza,

P_{ij} il punteggio attribuito al livello di competenze *possedute* dal lavoratore,

F_{ij} la *frequenza/intensità di utilizzo* di dette competenze in azienda da parte del lavoratore medesimo,

⁹ Anzi, capita talvolta che le aziende non vogliano avere dipendenti troppo competenti rispetto alle esigenze aziendali, sia per motivi economici (vds. Cutillo e Di Pietro, 2005), sia perché l'*over-qualification* può costituire un problema in termini di stress lavorativo, dovendo il dipendente scontrarsi con una *routine* poco impegnativa per le proprie capacità e, dunque, spesso foriera di insoddisfazione.

¹⁰ In questa sede si fa riferimento alle valutazioni di *self-assessment* raccolte nel corso dell'indagine fra i lavoratori dell'informatica. Ove fossero disponibili altre informazioni, esse possono essere integrate nel sistema: ad esempio, si può utilizzare la media tra i punteggi attribuiti dal lavoratore e quelli attribuiti ai medesimi elementi (padronanza, necessità ed utilizzo delle competenze) dai colleghi e/o dai superiori.

F_{0j} la frequenza/intensità di utilizzo sopra la quale tale carenza di competenze rappresenta un problema a cui porre rimedio tramite formazione, comparando i costi di questa con quelli dell'affidamento in outsourcing.

Si può dunque formulare un indicatore condizionato di *gap* individuale (G_{ij}) che tenga conto di tutti i vincoli precedentemente citati:

$$G_{ij} = (N_{ij} - P_{ij}) \cdot k_j ; \quad \begin{cases} k_j = 1 & \text{se } F_{ij} > F_{0j} \quad \text{e} \quad N_{ij} > P_{ij} \\ k_j = 0 & \text{altrimenti} \end{cases} ,$$

Il termine k_j consente di prendere in considerazione solo i gap positivi più frequentemente ricorrenti (i soli che interessano all'azienda): per la sua azione, l'indicatore è maggiore di zero solo se il punteggio assegnato al livello di competenza posseduta è minore di quello assegnato a quella necessaria e se l'intensità di utilizzo di tale competenza è superiore al livello soglia (convenienza del ricorso all'*outsourcing*).

L'indicatore G_{ij} consente flessibilità nella progettazione degli interventi, dimensionandoli in base alle esigenze aziendali, perché è possibile variare la soglia dell'intensità di utilizzo, tenendo conto degli interessi aziendali, delle situazioni operative e del budget disponibile; inoltre, nei successivi algoritmi di identificazione delle situazioni individuali, è possibile inserire uno o più filtri per escludere quelle meno gravi, su cui è opportuno intervenire con affiancamento/autoformazione.

L'indicatore G_{ij} può essere utilizzato, oltre che per fini di progettazione, anche per ottenere indicatori sintetici di uso descrittivo o comparativo. Tale sintesi è effettuabile tramite semplice media aritmetica degli indicatori individuali di discrepanza relativi a ciascuna competenza presente in azienda, oppure, specularmente, come "discrepanza media" G_i dell' i -esimo lavoratore.

Siamo dunque giunti a quella che, nella prospettiva della presente nota, appare la fase più importante: l'identificazione dei diversi percorsi formativi partendo dalle effettive necessità (ossia i gap individuali di una certa rilevanza).

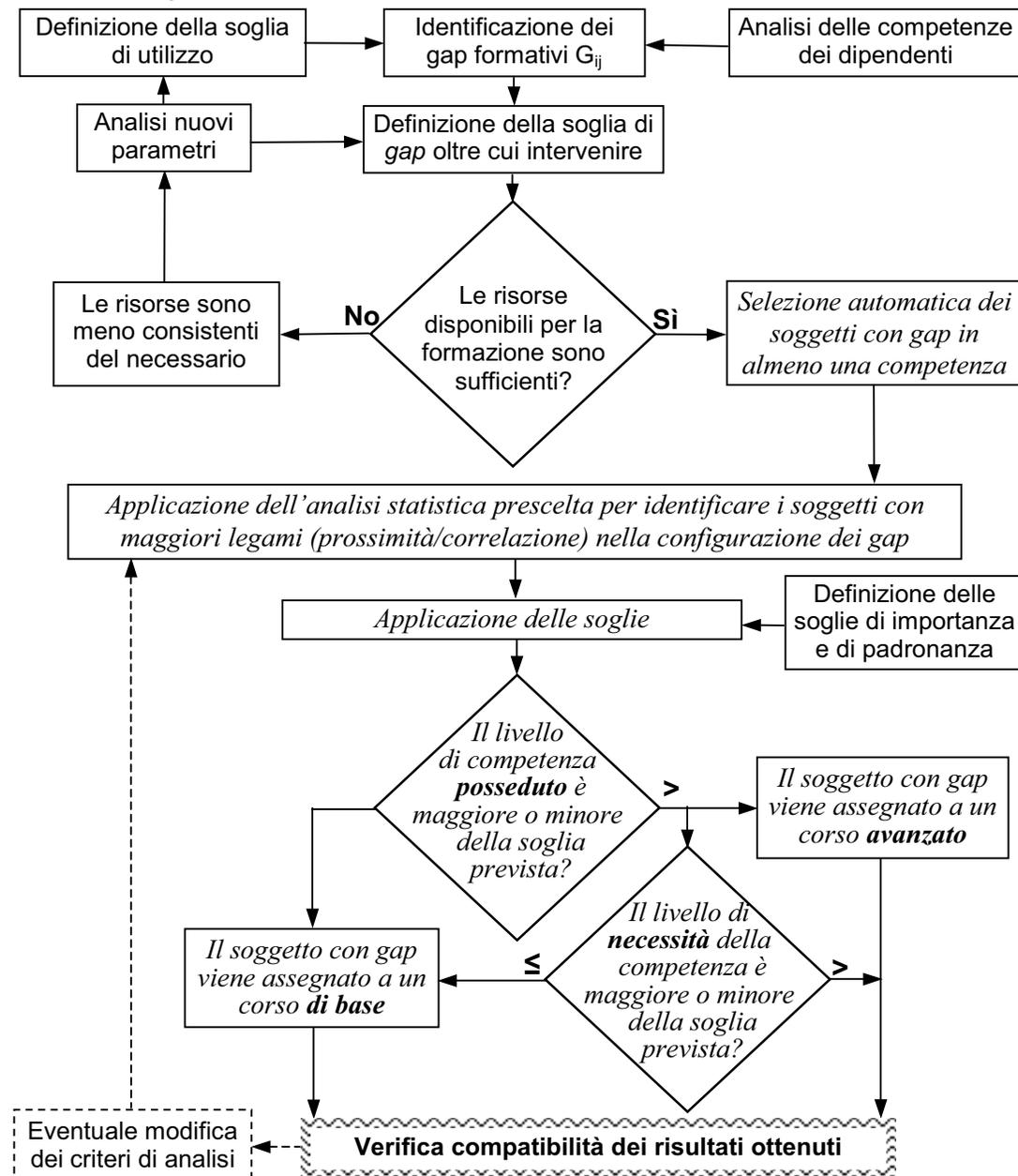
La Fig. 2 presenta una delle possibili sequenze di operazioni che, partendo dalla "misura" del *gap* di competenze (indicatore G_{ij}), dovrebbe consentire di formulare soluzioni formative adeguate, utilizzando per l'aggregazione dei potenziali corsisti una o più procedure statistiche per l'identificazione di punti di contatto, di cui si dirà fra breve.

Descriviamo in breve l'algoritmo.

Innanzitutto, dopo il calcolo dell'indicatore G_{ij} , si pone l'esigenza di decidere quale sia il livello minimo di gap su cui intervenire (ricordando che discrepanze minime possono essere risolte con affiancamento o autoformazione). Si procede, poi, con il computo del numero di soggetti interessati alla formazione. Se questo numero è maggiore delle risorse disponibili, occorrerà ovviamente ricalibrare qualcuno dei

parametri di soglia (intensità d'utilizzo e *gap*). Se, invece, le risorse sono sufficienti, si procede ad un'adeguata analisi statistica per identificare le competenze più omogenee in termini di soggetti che presentano discrepanze relativamente a queste.

Figura 2. Algoritmo per la costruzione di percorsi formativi mediante procedura semiautomatica di assegnazione dei corsisti basata su tecniche statistiche



Le tecniche statistiche utilizzabili in tal caso sono, fondamentalmente, di due tipi: *classificazione delle unità* e *analisi della matrice di correlazione* dei dati.

- ❖ Per quanto riguarda la prima tipologia, la tecnica più semplice risulta quella della *cluster analysis* applicata alle competenze in cui sussiste un *gap* da parte di uno o più soggetti: se, ad esempio, la competenza A e la competenza B fanno entrambe rilevare discrepanze simili da parte dei medesimi soggetti, è corretto formare una classe in cui si faccia formazione in ambo le competenze. Allo stesso modo, se la competenza A fa rilevare *gap* nei soggetti 1, 2, 3 e 4, la competenza B nei soggetti 3, 4 e 5, la competenza C nei soggetti 2, 3 e 4, è opportuno che le competenze A e C vengano aggregate fra loro.
- ❖ La seconda tipologia di analisi statistica parte dall'ipotesi che, ove vi siano gruppi di competenze correlate fra loro, i dipendenti con rilevanti carenze in una di queste possano presentare carenze in una o più altre competenze ad essa correlate. Fra i metodi di analisi della matrice di correlazione dei dati, è possibile utilizzare l'*analisi delle correlazioni canoniche* oppure (soluzione che sarà preferita nel seguito) l'*analisi delle componenti principali*, che può essere poi perfezionata con l'*analisi fattoriale*. In pratica, applicando l'analisi delle componenti principali all'insieme dei soggetti con *gap*, si individuano i fattori più importanti in cui sono raggruppate le diverse competenze necessarie. Una volta determinata l'articolazione dei temi e degli argomenti da trattare per ciascun corso (in altri termini, una volta scelte le materie che saranno oggetto di un certo percorso di studio), si procede all'individuazione dei soggetti da avviare a ciascun corso, sulla base dei valori dei *gap* di competenze rilevati dall'indicatore G_{ij} .

Dopo l'assegnazione dei soggetti ai diversi percorsi, può sorgere l'esigenza di distinguere coloro che devono seguire un corso completo da coloro che possono essere avviati solo a corsi "avanzati": ciò dipende, ovviamente, dal livello di padronanza delle competenze e, in seconda istanza, dal livello di necessità delle medesime in azienda (che, se non elevata, può rendere superfluo un corso avanzato).

4. Risultati dell'analisi del differenziale di competenze

Nella Tab. 3 sono evidenziate le distribuzioni dei livelli di discrepanza rilevati nel campione per ognuna delle competenze considerate (G_j), con livelli-soglia fissi per tutte le competenze¹¹. Le "discrepanze condizionate" sono numericamente poco

¹¹ Nella presente applicazione, i valori degli indici risultano numeri interi compresi fra 2 e 4, in quanto il "gap minimo", su cui non si ritiene necessario intervenire (e dunque non riportato nella tabella), è qui posto pari a 1; nel calcolo dell'indicatore di *gap*, inoltre, è stata assunta come soglia di intervento per tutte le competenze un'intensità di utilizzo (F_{0j}) con punteggio assegnato pari a 2.

Tabella 3. Distribuzione degli intervistati secondo i livelli dell'indicatore G_j maggiori di 1, con soglia di utilizzo (F_{0j}) pari a 2 e soglia di intervento pari a 1, per competenza.

Competenze	Livelli >1 dell'indicatore G_j			% (su n=221)		
	2	3	4	2	3	4.
Installazione hardware e periferiche	9	2	1	4,1	0,9	0,5
Gestione di sistemi operativi	17	4		7,7	1,8	0,0
Word processor (elaborazione di testi)	3	-	-	1,4	0,0	0,0
Utilizzo di fogli elettronici	14	1		6,3	0,5	0,0
Uso di database	23	15	8	10,4	6,8	3,6
Navigazione in Internet	2	-	-	0,9	0,0	0,0
Realizzazione di siti web	13	7	7	5,9	3,2	3,2
Multimedia	9	3	2	4,1	1,4	0,9
Installazione di reti di trasmissione dati	18	13	5	8,1	5,9	2,3
Progettazione e calcolo reti di trasm. dati	14	8	3	6,3	3,6	1,4
CAD/CAM/CAE Progettazione assistita	4	2	2	1,8	0,9	0,9
Programmazione macro di fogli elettronici	17	2	-	7,7	0,9	0,0
Progettazione e gestione di database	-	-	-	0,0	0,0	0,0
Programmazione in Basic, Pascal, ecc.	14	2	1	6,3	0,9	0,5
Programmazione HTML, PHP, Java ecc.	15	9	1	6,8	4,1	0,5
Programmazione in Assembly, C, C# ecc.	9	6	1	4,1	2,7	0,5

rilevanti, e quasi sempre concentrate nella fascia bassa della distribuzione. Al massimo, si contano 46 intervistati con un gap in una competenza (*Uso di database*), ma anche nessun gap (*Progettazione e gestione di database*)¹². Per quasi ogni competenza, le presenze sono concentrate nel livello più basso dell'indicatore. Fanno parziale eccezione *uso di database*, *installazione di reti* e *progettazione assistita*, per le quali gli intervistati con *gap* minimo sono in numero circa pari a quelli con *gap* maggiore.

In ogni caso, la tabella non fornisce alcuna informazione sul numero effettivo di potenziali utenti di un percorso formativo, in quanto le discrepanze potrebbero essere tutte concentrate nei medesimi 46 individui (che è il numero massimo di gap rilevati in una singola competenza) oppure essere distribuiti uniformemente nel campione, cosicché ognuno dei 221 soggetti considerati potrebbe ritrovarsi ad essere inserito in un corso di aggiornamento.

La corretta applicazione del metodo impone l'esclusione degli intervistati che fanno rilevare *per ogni competenza* un gap inferiore alla soglia d'intervento prefissata: tale analisi mirata del database consente di contare ben 112 intervistati il cui indicatore G_{ij} risulta non maggiore di 1 per ognuna delle competenze su cui si è investi-

¹² La ragione di questo netto sbilanciamento di due competenze fondamentalmente limitrofe, entrambe relative ai database, può essere ricercata nella ridottissima rappresentanza di intervistati provenienti da aziende ove si progettano database (e chi proviene da esse ricopre il ruolo di *database administrator*), mentre il semplice utilizzo di questi strumenti è patrimonio comune di molte aziende.

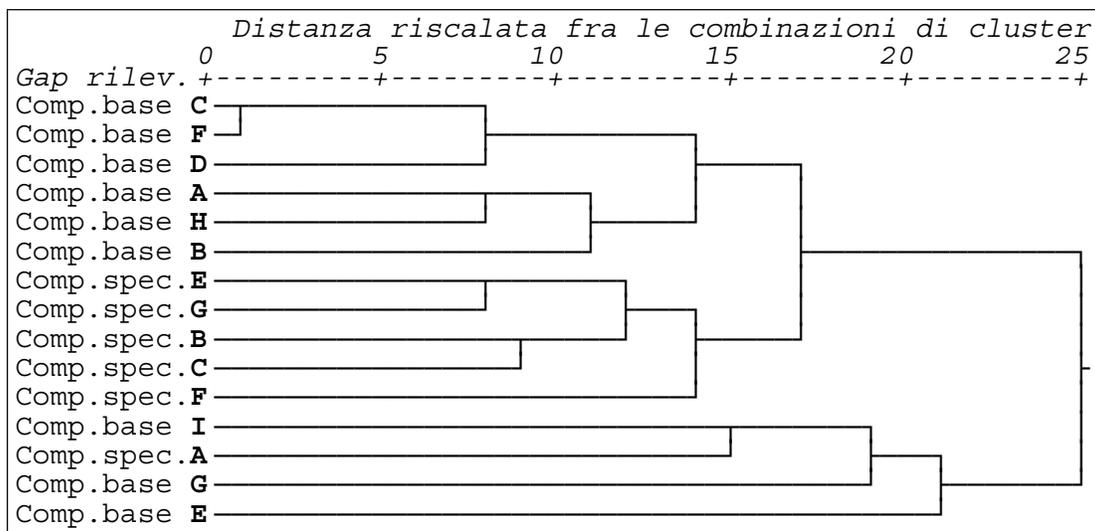
gato, per cui l'insieme di soggetti che andrebbero formati ammonta a 109 persone.

La selezione dei corsisti può essere fatta mediante *cluster analysis* applicata alle variabili e non ai dati (ossia alle competenze sulla base dei risultati individuali). Si è utilizzato il metodo di Ward applicato alla distanza di potenza di parametri (2,4) fra gli indici di *gap*, ossia la radice quarta della distanza euclidea fra questi (Delvecchio, 1992): invero, tale misura si è rivelata sperimentalmente quella più adeguata in termini di omogeneità e interpretabilità dei risultati.

Come si evince dalla Fig. 3, sono distinguibili due percorsi principali, il primo dei quali è a sua volta suddivisibile in due rami ben definiti: quello delle competenze di base e quello delle competenze specialistiche (dalle quali, va ricordato, resta esclusa la competenza in *Progettazione e gestione di database*).

Il secondo raggruppamento appare meno definito del primo, ma se si sposta opportunamente a sinistra il taglio del dendrogramma si evidenzia un percorso specifico: quello delle competenze relativo alle reti informatiche (*Installazione reti di trasmissione dati* e *Progettazione di reti di trasmissione dati*); in questo contesto, tuttavia, la *Realizzazione di siti web* risulta avere una posizione semi-autonoma, ed ancor maggiormente staccata dalle altre si rivela la competenza nell'*Uso di database*.

Figura 3. Cluster analysis dei gap di competenze informatiche nell'area di Bari.



Competenze:

Base_A *Installazione hardware e periferiche*
 Base_B *Gestione di sistemi operativi*
 Base_C *Word processor (elaborazione di testi)*
 Base_D *Utilizzo di fogli elettronici*
 Base_E *Uso di database (Oracle, SQL server, ecc.)*
 Base_F *Navigazione in internet*
 Base_G *Realizzazione di siti web*
 Base_H *Multimedia (elaborazione suoni, video ecc.)*

Base_I *Installazione reti di trasmissione dati*
 Spec_A *Progettazione e calcolo reti di trasm. dati*
 Spec_B *CAD/CAM/CAE Progettazione assistita*
 Spec_C *Programmazione macro di fogli elettronici*
 Spec_D *Progettazione e gestione di data base*
 Spec_E *Programmazione in Basic, Pascal, Delphi*
 Spec_F *Programmazione HTML, PHP, XML, Java*
 Spec_G *Programmazione in Assembly, C, C++ ecc.*

Tabella 4. Ammontare di potenziali frequentanti (su $n=109$ soggetti) dei percorsi formativi identificati con cluster analysis.

Percorsi	Soluzioni formative					
	<i>a</i>		<i>b</i>		<i>c</i>	
	corsisti	corsi	corsisti	corsi	corsisti	corsi
1	79	1A, 1B, 1C, 1D, 1F, 1H, 2B, 2C, 2E, 2F, 2G	46	1A, 1B, 1C, 1D, 1F, 1H	46	1A, 1B, 1C, 1D, 1F, 1H
2	85	1E, 1G, 1I, 2A	54	2B, 2C, 2E, 2F, 2G	54	2B, 2C, 2E, 2F, 2G
3	-	-	85	1E, 1G, 1I, 2A	46	1I, 2A
4	-	-	-	-	27	1G
5	-	-	-	-	46	1E
<i>Sovrapposizioni</i>	55		57		63	

Data la grande varietà di competenze da insegnare e il numero cospicuo di soggetti da formare, risulterebbe opportuno distinguere, all'interno dei percorsi più complessi, i corsisti che hanno bisogno solo di aggiornamento "avanzato" da quelli che abbisognano solo di aggiornamento "di base" (in altri termini, applicare l'ultima parte dell'algoritmo mostrato in Fig. 2). Questo accorgimento, unito ad una opportuna organizzazione dei corsi all'interno del percorso, consentirebbe anche di ridurre il numero di soggetti avviati a formazione non necessaria.

Praticamente tutti i percorsi necessitano, a causa della potenziale numerosità, di essere suddivisi in più classi (Tab. 4), posto che nella formazione avanzata la numerosità di una classe dovrebbe essere compresa fra 10 e 20 unità¹³. Inoltre, un cospicuo numero di soggetti avrebbe necessità di essere inserito in più d'un percorso: tali sovrapposizioni sono ovviamente risolvibili con una opportuna cadenza temporale, ossia non facendo coincidere le relative giornate formative.

Chi debba organizzare corsi di formazione in base alle risultanze della presente ricerca, dunque, avrebbe diverse possibilità fra cui scegliere:

- a) due soli percorsi formativi, di cui uno molto articolato;
- b) tre percorsi all'incirca equivalenti come numero di corsi interni;
- c) cinque percorsi di minore ampiezza, comprendenti anche due corsi singoli.

Va qui specificato che un soggetto può trovarsi a seguire un corso di formazione di cui non ha bisogno in due casi: il primo, più lampante, quando egli già possiede le conoscenze ed abilità su cui verte il corso medesimo; il secondo, quando due o più corsi di sua pertinenza risultano inframmezzati da un corso per lui inutile¹⁴.

¹³ Sarebbe opportuno, se possibile, inserire in una o più "classi riservate" tutti e soltanto coloro che hanno bisogno solo di formazione avanzata, in modo da ridurre la durata e l'impegno di tali corsi.

¹⁴ Tenendo presente che la durata ottimale di insegnamento di una singola disciplina o competenza, in genere, non supera le due ore effettive, se nella giornata di formazione un soggetto si trova in tale situazione il suo tempo risulta sprecato, in quanto l'intervallo fra i corsi che dovrebbe seguire è troppo

Ottimizzando la sequenza dei corsi di formazione secondo l'identità dei corsisti potenziali e tenendo conto della divisione fra "corso di base" e "corso avanzato", con la prima soluzione, suddivisa in due soli percorsi formativi, la quota di corsisti che si troverebbe a seguire corsi su competenze in cui non presenta deficit rilevanti oppure a rimanere inattiva (percentuale che d'ora in poi chiameremo "errore di attribuzione", anche se non costituisce un errore vero e proprio) ammonta a circa il 30% del subcampione considerato; la seconda soluzione (che suddivide in due tronconi uno dei due percorsi precedenti) conduce ad un errore di attribuzione pari al 20%, mentre la terza soluzione implica un "errore" di poco più del 15%, ma con una . È evidente che le migliori soluzioni, con un differenziale minimo nell'errore di attribuzione (solo cinque soggetti) sono quelle a tre ed a cinque percorsi formativi; spetta al management dell'ente formativo, di concerto con i responsabili aziendali ed a seconda delle esigenze, la scelta operativa fra queste soluzioni.

Veniamo ora a descrivere i risultati ottenuti con l'analisi fattoriale, con metodo delle componenti principali categoriali (dato che le valutazioni sono rilevate con modalità assimilabili più ad una scala ordinale che ad una cardinale)¹⁵. Il modello selezionato, come si evince dalla Tab. 5, conta sei fattori, i quali spiegano quasi il 65% della variabilità complessiva. La rotazione tramite metodo Varimax fornisce i pesi fattoriali mostrati nella Tab. 6, da cui si evince una apprezzabile separazione delle relazioni individuate (fuorché per la *realizzazione di siti web*).

Aggregando in percorsi formativi distinti le competenze la cui correlazione con i sei fattori è maggiore (evidenziata in tabella con carattere grassetto), si ottiene l'insieme di percorsi formativi riportati nella Tab. 7. Il numero di sovrapposizioni fra percorsi è identico a quello della terza soluzione ottenuta con cluster analysis, ma l'*errore di attribuzione* a valle dell'ottimizzazione dei corsi ammonta a circa il 30%, per cui si ritiene qui preferibile caldeggiare la precedente soluzione, a meno che non intervengano elementi estranei (come, per esempio, disponibilità e competenze specifiche dei formatori, le quali possono avvalorare la scelta di percorsi più "specializzati", come quelli identificati tramite l'analisi fattoriale).

breve per intraprendere proficuamente altre attività (ad esempio, l'ottimizzazione di un database oppure un intervento sul software). Si tratta, peraltro, di un problema di ottimizzazione delle risorse, generalmente risolvibile con appositi algoritmi, presenti anche in alcuni programmi in commercio, come "EDT" ed "Hyperplanning" di *Index-education* (<http://www.index-education.com/it/>) oppure "Orario Facile" della *Mathema Software* (<http://www.mathemasoftware.it/home.html>), che minimizzano il tempo medio di inattività di ciascun elemento della matrice di dati (soggetti e/o insegnanti) sotto determinati vincoli.

¹⁵ Il metodo delle componenti principali categoriali, o CatPCA (de Leeuw, 1982; De Leeuw & Meulman, 1986) è uno sviluppo dell'analisi delle corrispondenze multiple, basato su un algoritmo di stima ALSOS-Alternative Least Squares Optimal Scaling; esso, mantenendo la gerarchia ordinale delle modalità osservate, fornisce in uscita, per mezzo dei parametri di scaling delle singole modalità delle variabili, utilizzati per la determinazione delle loro coordinate nello spazio delle corrispondenze, trasformazioni normalizzate delle variabili originarie, ossia quantificazioni dei punteggi inseriti.

Tabella 5. Numero di fattori relativi ai gap di competenze e varianza totale spiegata (n=109 soggetti).

Componenti	Soluzione non ruotata			Soluzione ruotata (metodo Varimax)		
	Autovalori	% varianza	% cumulata	Autovalori	% varianza	% cumulata
1	2,59	17,28	17,28	2,00	13,31	13,31
2	1,87	12,44	29,71	1,94	12,90	26,22
3	1,57	10,44	40,15	1,79	11,93	38,14
4	1,32	8,78	48,94	1,41	9,38	47,52
5	1,26	8,41	57,34	1,40	9,32	56,84
6	1,10	7,36	64,70	1,19	7,94	64,79
7	0,86	5,70	70,40			
8	0,78	5,20	75,60			
9	0,70	4,67	80,27			
10	0,69	4,60	84,88			
11	0,62	4,11	88,98			
12	0,55	3,64	92,62			
13	0,45	2,97	95,59			
14	0,35	2,35	97,95			
15	0,31	2,05	100,00			

Tabella 6. Analisi fattoriale dei gap di competenze informatiche nell'area di Bari.

Competenze	Componenti ruotate (metodo Varimax)					
	1	2	3	4	5	6
Installazione hardware e periferiche	0,76	0,04	0,22	-0,02	0,16	0,01
Gestione di sistemi operativi	0,65	-0,10	-0,22	0,14	0,11	0,08
Word processor (elaborazione di testi)	0,01	0,06	0,01	0,82	-0,17	0,06
Utilizzo di fogli elettronici	0,00	-0,03	-0,08	0,70	0,29	-0,12
Uso di database	0,09	0,03	0,06	-0,07	-0,14	0,84
Navigazione in internet	0,11	0,11	-0,14	0,01	0,75	-0,17
Realizzazione di siti web	0,03	0,06	0,55	0,14	0,58	0,20
Multimedia	0,27	-0,08	0,72	-0,16	0,12	0,01
Installazione reti di trasmissione dati	0,78	0,04	0,11	-0,05	-0,06	0,02
Progettazione e calcolo reti di trasmissione dati	0,49	0,25	0,13	-0,12	-0,16	-0,45
CAD/CAM/CAE Progettazione assistita	0,03	0,25	0,54	-0,09	-0,11	0,18
Programmazione macro di fogli elettronici	-0,10	0,17	0,64	0,14	-0,18	-0,27
Programmazione in Basic, Pascal, Delphi ecc	0,04	0,76	0,19	0,10	0,17	-0,06
Programmazione HTML, PHP, Java ecc	-0,05	0,69	-0,01	-0,20	0,31	0,09
Programmazione in Assembly, C, C# ecc.	0,06	0,79	0,08	0,10	-0,23	-0,07

Tabella 7. Ammontare di potenziali frequentanti (su $n=109$ soggetti) dei percorsi formativi identificati con analisi fattoriale.

Percorsi	Soluzione formativa	
	corsisti	corsi
1	54	1A, 1B, 1I, 2A
2	38	2E, 2F, 2G
3	33	1H, 2B, 2C
4	16	1C, 1D,
5	27	1F, 1G,
6	46	1E
<i>Sovrapposizioni</i>	63	

5. Considerazioni finali

I due metodi proposti in queste pagine rispondono, più che a carenze del sistema formativo istituzionale (scuole ed università) nel far fronte alle necessità di competenze espresse dalle aziende del terziario avanzato (nel caso presente, del comparto informatico) ad una esigenza concreta ed usuale per gli enti formativi che si occupano di formazione continua. Le aziende, infatti, fanno sempre più spesso ricorso ad attività di formazione per contrastare il fenomeno dell'obsolescenza delle competenze, soprattutto in quei settori del terziario avanzato in cui l'innovazione tecnologica costringe a continui processi di riorganizzazione ed ammodernamento.

In questi settori fortemente competitivi è necessario realizzare interventi formativi molto mirati e specifici, sia perché il costo orario del personale sottratto all'attività produttiva è molto elevato, sia perché in genere i dipendenti rivestono quasi sempre ruoli strategici che non consentono una agevole sostituzione.

L'utilizzo di metodi basati sulla *gap analysis* permette interventi molto puntuali basati sulle effettive esigenze aziendali e sulle carenze riscontrate.

I metodi proposti per la costruzione dei percorsi formativi e l'assegnazione dei corsisti ai diversi moduli didattici, presentano le seguenti peculiarità:

- a) la procedura automatizzata riduce al minimo la soggettività delle scelte;
- b) la scelta dei parametri quali il valore del gap fissato come soglia di intervento ed il numero minimo e massimo di corsisti da assegnati ad ogni corso consentono una notevole flessibilità alla procedura di selezione.

I due punti su menzionati rappresentano i principali punti di forza e di debolezza della proposta. Gli esperti di formazione continua, infatti, vedono con sospetto l'utilizzo di una procedura automatizzata per compiere scelte che di solito vengono

fatte sulla base dell'esperienza (tenendo conto di una serie di fattori spesso intangibili quali le aspettative dei corsisti, le prospettive di sviluppo individuali ecc.). D'altro canto, la possibilità di utilizzare procedure più oggettive consente di "deresponsabilizzare" l'azienda ma soprattutto di costruire percorsi individualizzati anche in situazioni che per la loro complessità ed ampiezza renderebbe proibitiva una attenta analisi dei bilanci di competenze dei singoli.

L'applicazione proposta rappresenta solo una prima applicazione dei due metodi, utile a valutare il pratico funzionamento delle procedure proposte, ma per una sua adeguata applicazione sarebbe necessario un attento lavoro di rilevazione delle competenze necessarie per svolgere le diverse mansioni e di quelle effettivamente possedute dagli addetti alle diverse mansioni. Il *self assessment*, infatti, non può essere che uno solo degli aspetti da considerare nella progettazione dell'attività formativa tramite *skill gap analysis*. Incrociando le informazioni ottenute mediante procedure di assessment a 360 gradi, che coinvolgano sia i diretti interessati che i loro responsabili di struttura ed responsabili dei diversi reparti con cui sono costantemente in contatto, si può realizzare un'analisi ben più affidabile.

In definitiva, la procedura di progettazione e costruzione automatizzata dell'attività formativa con il metodo di cluster analysis, proposta in queste pagine, ha fornito risultati abbastanza soddisfacenti, mentre è risultata un po' meno convincente la soluzione relativa all'uso dell'analisi fattoriale. Ciò può essere dovuto alle particolarità dell'insieme di competenze prese in considerazione o alle particolarità del campione di intervistati, ma potrebbe essere anche dovuto alle semplici caratteristiche dell'algoritmo utilizzato, posto che la *cluster analysis* è una procedura orientata appunto alla ricerca dell'omogeneità dei gruppi finali. Ulteriori sperimentazioni potranno fornire più precisi elementi di giudizio.

Riferimenti bibliografici

- CUTILLO A., DI PIETRO G. (2005). Gli effetti dell'*overeducation* sul mercato del lavoro italiano. In: d'Ovidio F. (ed.), *Professioni e competenze nel lavoro dei laureati*, CLEUP, Padova: 189-210.
- D'OVIDIO F., SOLETI P. (2008). Adeguatezza della formazione ricevuta dai lavoratori del settore informatico: analisi in base alle competenze finali. In: Toma E. e d'Ovidio F.D. (eds.), *Attività e competenze nel settore dell'informatica*, CLEUP, Padova: 39-68.
- DE LEEUW J. (1982). Nonlinear principal component analysis. In: *COMPSTAT Proceedings in Computational Statistics*, Physica Verlag, Vienna: 77-89.

- DE LEEUW J., MEULMAN J.J. (1986). Principal component analysis and restricted multidimensional scaling. In: GAUL W., SCHADER M. (eds) *Classification as a Tool of Research*, North Holland, Amsterdam: 83-96.
- DELVECCHIO F. (1992). *Analisi statistica di dati multidimensionali*, Cacucci, Bari.
- GREEN F., McINTOSH S. (2002). Is there a genuine under-utilisation of skills amongs the over-qualified?, *SKOPE Research Paper* n. 30.
- ISFOL (1999). *Repertorio delle professioni. Modello e metodologia*, ISFOL, Commissione Europea DG-V, Ministero del Lavoro e della Previdenza sociale – Ufficio centrale OFPL, FSE, Roma
- TARANTINI M., TOMA E. (2008). Bisogni di personale e di competenze nelle aziende informatiche: risultati di un'indagine in provincia di Bari. In: Toma E. e d'Ovidio F.D. (eds.), *Analisi delle competenze nel settore dell'informatica*, CLEUP, Padova: 95-121.

The planning of training courses in the ICT sector with a gap analysis

Summary. *In this paper we propose an algorithm to plan courses for workers of Information Technology Companies, based on the gap analysis of skills. Said procedure use data obtained by a complex survey on the skills of ICT industries workers. The two statistical methods here proposed allow the construction of “personalized” courses very flexible and able to reduce the expenses for the training program.*

Keywords. *Professional profile; Skills; Competences; Education; Computer Science.*