

LA LOCALIZZAZIONE DEGLI STABILIMENTI CASEARI: ANALISI DEI FATTORI  
LOCALIZZATIVI E METODOLOGIE DECISIONALI

Carmelo R. FICHERA, Salvatore DI FAZIO e Francesco BARRECA

DISTAFA, Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agro-Forestali e Ambientali  
Università degli Studi Mediterranea di Reggio Calabria  
Piazza S.Francesco, 4 – 89061 Gallina di Reggio Calabria – RC

**SOMMARIO**

La notevole rilevanza economica delle filiere di lavorazione e trasformazione dei prodotti agricoli e l'elevato grado tecnologico raggiunto nei processi produttivi oggi impongono un'attenta considerazione dell'interazione processo-ambiente e della problematica dell'insediamento nel territorio delle strutture di produzione agroalimentari. Negli strumenti di pianificazione urbanistica, in cui la valorizzazione delle risorse agro-ambientali e lo sviluppo dell'economia agricola dovrebbero rivestire carattere strategico, è necessario, pertanto, destinare all'insediamento degli stabilimenti produttivi agroindustriali apposite aree, individuate attraverso l'analisi di una serie di fattori localizzativi appropriati e con un approccio metodologico specifico. Il presente lavoro si prefigge i seguenti obiettivi:

- 1) individuare ed analizzare, tra i diversi fattori implicati, quelli che maggiormente condizionano la scelta localizzativa delle aziende di trasformazione dei prodotti agricoli;
- 2) esemplificare l'approccio alla problematica localizzativa in un caso specifico di rilevante interesse, come quello dei caseifici;
- 3) sviluppare una metodologia di localizzazione degli stabilimenti caseari. In tal senso, viene proposta una variante al metodo di valutazione di tipo multiattributo (VMA), basata sull'applicazione della logica *fuzzy*.

## 1. INTRODUZIONE

Secondo i dati ISTAT del V Censimento dell'Agricoltura, nell'ambito dell'industria agroalimentare il comparto lattiero-caseario occupa una posizione di rilievo, collocandosi al primo posto per fatturato (circa 13 miliardi di euro) (Assolatte, 2001)

Il comparto riveste una grande rilevanza economica comprovata dal numero di aziende di allevamento di capi da latte che nel 2000 si è attestato intorno alle 680.000 unità.

Il fenomeno, che interessa tutto il territorio nazionale, si è rivelato di intensità variabile tra il nord e il sud del Paese; attualmente risultano operanti, al nord circa 213.000 aziende di allevamento per una produzione totale di circa 36 milioni di litri di latte; al centro, sud e isole circa 268.000 aziende per una produzione complessiva di circa 14 milioni di litri. (ISTAT, 2001).

In Italia si sono prodotti intorno a 980.000 t di formaggi, in oltre 2000 aziende. Si conferma, anche in questo caso, la forte disparità nella distribuzione geografica delle produzioni di formaggio e, in maniera particolare, di formaggio a denominazione di origine protetta. Infatti, le 462.000 t circa di formaggio DOP prodotto in Italia risultano distribuite nelle tre diverse aree del Paese, secondo le seguenti percentuali: 86% nel nord; 8% nel centro; 6% nel sud e nelle isole.

Le forti differenze territoriali riscontrate, direttamente relazionate al diverso quantitativo di latte prodotto, sono da ascrivere anche a una serie di cause, di tipo storico, culturale, ma più ancora alla organizzazione produttiva delle imprese. Nel nord del Paese, infatti, le produzioni risultano fortemente industrializzate e, spesso, concentrate nelle mani di pochi ma forti gruppi imprenditoriali o di consorzi; mentre, al sud, sono caratterizzate da un'elevata frammentarietà e realizzate per lo più da aziende di tipo semi-industriale o artigianale.

Lo sviluppo di imprese casearie con caratteristiche industriali ed il raggruppamento delle realtà produttive minori in forme consortili, può divenire quindi per il Sud un'importante occasione di valorizzazione delle proprie potenzialità produttive e supportare alcune produzioni tipiche locali, che rappresentano una considerevole fonte di ricchezza economica per queste aree.

Gli stabilimenti caseari di tipo industriale pongono tuttavia una serie di problematiche, di tipo territoriale, economico e sociale, che ne limitano la scelta localizzativa. D'altra parte, ogni luogo si caratterizza per una serie di "elementi" o "fattori" propri, che, intersecando il processo produttivo, incidono più o meno favorevolmente sulla localizzazione delle strutture aziendali. Questi stessi fattori, inoltre, assumono un'importanza diversa a seconda degli interessi da salvaguardare e degli obiettivi da raggiungere che, nel caso di una molteplicità di esigenze, possono essere fra loro conflittuali.

La localizzazione ottimale, pertanto, dovrà essere individuata fra quelle alternative che compendino al meglio le esigenze dei diversi decisori, per il conseguimento del massimo beneficio possibile da parte della comunità.

## **2. FATTORI LOCALIZZATIVI DEGLI STABILIMENTI AGROINDUSTRIALI. APPLICAZIONE ALL'INDUSTRIA CASEARIA**

### *2.1 I fattori di localizzazione delle attività produttive*

Il miglioramento del sistema dei trasporti e la maggiore efficienza dei metodi di conservazione dei prodotti, hanno comportato una significativa diminuzione del costo relativo al trasporto rispetto ai costi di produzione complessivi. Ciò ha reso in un certo senso più complesso il problema della scelta localizzativa, che solo fino a pochi decenni fa veniva fatto discendere da metodi valutativi che attribuivano importanza prioritaria al costo del trasferimento di merci e prodotti; il problema localizzativo, infatti, in un'ottica sistemica, oggi si correla ad un più ampio contesto economico, produttivo e ambientale (Musso E., Cappato A., 1997).

In generale, la scelta localizzativa degli stabilimenti industriali dipende da una serie di fattori, compendati in specifiche categorie (Comani, 1992). Per gli stabilimenti agroindustriali, in particolare, è possibile definire le seguenti categorie di fattori:

*direttamente riferiti alla produzione;*

*legati al trasporto;*

*legati ai servizi per l'impresa;*

*legati all'ambiente produttivo;*

*legati all'utilizzazione del territorio;*

*relativi alla struttura demografica e del mercato del lavoro;*

*economici;*

*legati alla compatibilità ambientale.*

Per un determinato settore o comparto produttivo, ciascuna categoria viene esplicitata attraverso l'individuazione di una serie di fattori "elementari" in essa contenuti, fra loro non correlati o debolmente correlati. Nel paragrafo successivo, sulla base di una specifica analisi condotta dagli Autori, tale esplicitazione verrà delineata con riferimento al problema localizzativo degli stabilimenti per la produzione casearia.

## 2.2 I fattori localizzativi per l'industria casearia

### Fattori direttamente riferiti alla produzione

È questa una delle categorie da considerare in maggior misura, poiché incide direttamente sullo svolgimento del processo produttivo. I fattori individuati e proposti sono:

- disponibilità di latte qualitativamente e quantitativamente idoneo alla produzione;
- disponibilità di fonti di approvvigionamento idrico ed energetico;
- dotazione di impianti pubblici per lo smaltimento dei reflui;
- presenza di elementi ambientali e territoriali tipici in grado di caratterizzare la produzione casearia.

È noto che le caratteristiche organolettiche dei formaggi dipendono essenzialmente dal processo tecnologico seguito per la loro produzione e dalle caratteristiche chimico-fisiche ed aromatiche del latte utilizzato. Per il mantenimento di uno *standard* qualitativo adeguato della produzione casearia, quindi, è necessario verificare che le aziende di allevamento siano in grado di conferire all'industria di trasformazione quantitativi sufficienti di latte e con caratteristiche chimico-fisiche microbiologiche costanti.

Di fondamentale importanza risulta, inoltre, la disponibilità di fonti idriche potabili in prossimità del sito industriale, dato che, sia nelle fasi di lavorazione, sia in quelle di pulizia dei locali e delle attrezzature, viene impiegata una notevole quantità di acqua; questa, per altro, in buona misura viene utilizzata a temperatura elevata e/o sotto forma di vapore.

L'impiego di acqua in quantità notevole durante l'intero ciclo produttivo, amplifica il problema dello smaltimento dei residui di lavorazione, che rappresentano una pericolosa fonte di inquinamento: di natura organica, per la forte concentrazione di residui di siero e di latte; di natura chimica, per la presenza nelle acque di lavaggio di elevati quantitativi di detergenti chimici e prodotti utilizzati per la pulizia; di natura termica, a causa della elevata temperatura posseduta dalle acque di lavorazione.

L'immissione diretta nella rete fognaria pubblica risulta, quindi, assolutamente interdetta e, per rendere compatibili i valori degli inquinanti con i valori massimi stabiliti dalle norme (tab.1), è necessario ricorrere ad un efficace sistema di depurazione. Acquista una fondamentale importanza, pertanto, la presenza nelle immediate vicinanze dello stabilimento di un idoneo sistema di depurazione o di una rete fognaria che convogli gli scarichi ad un sistema di depurazione collettivo.

*Tabella 1* Valori medi delle sostanze inquinanti scaricate dai caseifici e valori limite ammessi dal D.Leg.vo 152/99.

Sostanze	Scarichi da Caseificio	Valore limite ammesso
C.O.D.(domanda chimica di O <sub>2</sub> )	4.000 mg O <sub>2</sub> /l	≤ 500 mg O <sub>2</sub> /l
B.O.D. <sub>5</sub> (domanda biochimica di O <sub>2</sub> )	18.000 mg O <sub>2</sub> /l	≤ 250 mg O <sub>2</sub> /l
PH	4,5÷5	5,5÷9,5

Un altro requisito fondamentale, legato al considerevole consumo di energia termica per la produzione di calore e di vapore, è rappresentato dalla presenza in prossimità del sito di fonti energeticamente ed economicamente convenienti, con potenzialità tali da soddisfare le richieste dello stabilimento.

#### Fattori legati al trasporto

In questa categoria vengono compresi alcuni dei fattori che risultano strettamente connessi all'efficienza della rete dei trasporti, in grado di determinare condizioni vantaggiose per l'insediamento di specifiche attività agroindustriali:

- fattori legati alla rendita di posizione in relazione alla rete infrastrutturale viaria esistente;
- accessibilità territoriale connessa all'efficienza delle infrastrutture di trasporto;
- efficienza dei servizi pubblici e privati per il trasporto di persone;
- efficienza dei servizi di spedizione e ricezione delle merci.

La rendita di posizione esprime il vantaggio localizzativo derivante dalla minimizzazione dei costi di trasporto sulla rete e del grado di efficienza di questa, per l'approvvigionamento del latte e per la commercializzazione dei prodotti.

L'efficienza dei servizi dei trasporti collettivi per persone e per merci induce inoltre una significativa attrattiva sulla scelta localizzativa del sito in quanto diminuisce il costo e facilita lo spostamento dei lavoratori e dei prodotti.

#### Fattori legati ai servizi per l'impresa

In questa categoria vengono compresi alcuni fattori "strategici" per lo sviluppo dell'azienda relativi ad importanti servizi per la gestione e per la valorizzazione commerciale dei prodotti, ormai indispensabili all'impresa per la competizione sui mercati; specificatamente, vengono considerate le seguenti dotazioni:

- dotazione di servizi tecnici di costruzione e manutenzione degli impianti;
- dotazione di servizi di analisi e di monitoraggio della qualità;
- dotazione di servizi legati alla commercializzazione dei prodotti (pubblicità, studi di marketing, reti di distribuzione e vendita, etc.);

- dotazione di servizi funzionali all'attività amministrativa e gestionale d'impresa (servizi informatici e telematici, servizi organizzativi, etc.).

Tali servizi possono riguardare aspetti direttamente riferiti all'edificio produttivo ovvero ai processi che hanno luogo al suo interno; ad esempio: la manutenzione degli impianti e delle attrezzature; gli interventi di riparazione urgenti in caso di guasto per garantire la continuità del ciclo di lavorazione; la disponibilità di servizi di analisi e di verifiche microbiologiche, di qualità, della H.A.C.C.P., di consulenze ed apporti esterni specifici (agenzie di marketing, studi grafici e pubblicitari, mezzi di comunicazione di massa, ecc.).

#### Fattori legati all'ambiente produttivo

In tale categoria vengono compresi i fattori relativi a:

- presenza di altri stabilimenti agroalimentari nell'area;
- compatibilità con le attività produttive presenti nell'area;
- integrazione con le attività produttive esistenti;
- presenza di cicli produttivi in grado di reimpiegare gli scarti e i sottoprodotti.

Le condizioni di massima salubrità e igiene, interne ed esterne all'edificio, nelle quali devono essere svolte i processi produttivi, impongono l'attuazione di misure di sicurezza e di accorgimenti tali da diminuire o annullare qualsiasi rischio di contaminazione dei prodotti.

La presenza di analoghe industrie nella zona costituisce a tal proposito un'importante indicazione sull'idoneità ambientale del sito, per lo svolgimento dei processi di lavorazione e di trasformazione dei prodotti alimentari, nonché sull'assenza di interferenze con altri processi produttivi industriali.

Un ulteriore vantaggio localizzativo è rappresentato dalla presenza all'interno dell'area di attività produttive di reimpiego degli scarti e dei sottoprodotti delle lavorazioni casearie, quali le industrie per la produzione di cosmetici o i mangimifici, che consentono di ottenere un sensibile abbattimento dei costi di smaltimento.

#### Fattori legati all'utilizzazione del territorio

Vengono individuati e proposti in tale categoria i seguenti fattori:

- disponibilità di terreno edificabile avente una idonea destinazione d'uso;
- disponibilità di lotti di terreno per successivi ampliamenti;
- dotazione e livello qualitativo delle attrezzature e delle infrastrutture;
- caratteristiche geotecniche, geomorfologiche del suolo e climatiche dell'area.

Molto spesso, negli strumenti urbanistici le zone per gli insediamenti agroindustriali vengono ricomprese in quelle in cui esistono o sono previsti gli insediamenti produttivi per il secondario, senza così tenere nel debito conto le specificità che caratterizzano, diversificandoli, i processi di produzione dei due settori (Dal Sasso P. et al., 1995).

La conoscenza di tutti i vincoli normativi insistenti sull'area consente di valutare il reale potenziale edificatorio; inoltre, la disponibilità di suoli contigui con caratteristiche analoghe potrà risultare fondamentale in un futuro ampliamento dello stabilimento produttivo.

È importante, infine, valutare le condizioni geologiche e geotecniche del sito e le condizioni climatiche dell'area.

#### Struttura demografica e del mercato del lavoro

Rientrano nella categoria i seguenti fattori elementari:

- disponibilità di forza lavoro specializzata nella specifica tipologia produttiva;
- disponibilità di forza lavoro giovanile;
- dotazione di servizi di selezione e di formazione del personale;
- disponibilità residenziale per il personale e dotazione di servizi.

Le differenze tecnologiche di produzione che caratterizzano la qualità dei formaggi e la delicata condizione produttiva impongono l'impiego di personale specializzato, con una buona conoscenza dei fenomeni chimico-fisici che si svolgono durante il ciclo produttivo.

Le competenze richieste sono particolarmente selettive e la formazione offerta da corsi e istituzioni specifiche diviene oltremodo importante, al fine di garantire una disponibilità continua di personale qualificato, soprattutto nel settore delle produzioni tipiche.

#### Fattori economici

Questi fattori risultano comuni anche alla maggior parte delle attività produttive e sono in stretto rapporto con la dimensione e la condizione finanziaria dell'impresa produttrice. Essi abbracciano almeno quattro ambiti di fattori, legati a loro volta ai costi di impianto e di gestione dell'impresa:

- prezzo di acquisto del terreno e costi di costruzione dell'edificio o, per l'affitto, degli immobili necessari allo svolgimento dell'attività produttiva;
- disponibilità di sostegno finanziario o di incentivi da parte di enti pubblici;
- dotazione di servizi finanziari e di credito;
- costi di produzione.

#### Fattori legati all'ambiente e al territorio

Vengono proposti ed analizzati i seguenti:

- fattori legati all'impatto ambientale e all'inserimento nel paesaggio;
- adottabilità di specifici interventi per la mitigazione degli effetti ambientali negativi;
- presenza nell'area di siti da salvaguardare di particolare vulnerabilità;
- presenza di particolari disciplinari produttivi dell'area.

### **3. IL PROBLEMA DELLA VALUTAZIONE DEI FATTORI E DELLA METODOLOGIA DECISIONALE**

Le categorie ed i fattori elementari proposti, ai fini di una corretta scelta localizzativa, assumono tuttavia importanza diversa, dando luogo a priorità, in relazione agli obiettivi del decisore (pubblico o privato) ed agli ambiti di applicazione, alle diverse scale territoriali.

Le valutazioni basate su individuazioni di priorità, nel caso di scelte in cui siano coinvolti contemporaneamente una molteplicità di attori e di obiettivi, risultano però quasi sempre di difficile soluzione, per la incerta convergenza delle diverse esigenze e dei punti di vista rappresentati.

Una possibile strategia risolutiva, in questo caso, può consistere nella suddivisione del problema in due sottoproblemi: il primo, relativo all'ordinamento delle preferenze delle soluzioni alternative possibili, per ciascun soggetto decisore o gruppo di decisori; il secondo, relativo alla ricerca, tra tutte le alternative possibili, di quella soluzione che meglio rappresenti le preferenze complessive espresse dai differenti gruppi di decisori.

Nel prosieguo del presente lavoro verrà proposto un metodo per la individuazione della localizzazione ottimale, considerando unicità di obiettivi e di criteri. Il metodo può essere applicato a ciascuna categoria di decisori, in relazione alla soluzione del primo sottoproblema.

#### *3.1 Le metodologie di analisi*

Le metodologie di valutazione e di scelta della soluzione ottimale entro un insieme definito di alternative, che da tempo trovano impiego con successo anche nella soluzione dei problemi di pianificazione territoriale, si basano sull'analisi di tipo multiattributo (Multiple Attribute Decision Making – MADM). Nel caso dei problemi localizzativi, la MADM prende l'avvio da due distinte matrici: la matrice dei criteri della scelta localizzativa e la matrice delle priorità.

Nella matrice dei criteri sono riportati gli effetti dei singoli fattori sulle diverse alternative localizzative, espressi parametricamente con unità di misura appropriate. Nella matrice delle priorità o dei pesi, vengono invece riportate le diverse scale di priorità dei fattori, ossia l'importanza che gli stessi assumono in relazione ai criteri. La combinazione lineare delle due matrici definisce il valore numerico della funzione obiettivo, per ciascuna alternativa localizzativa esaminata.

L'applicazione di questi metodi richiede, però, da parte di ciascun soggetto valutatore, l'attribuzione di valori di tipo quantitativo ai fattori e ai pesi di ciascuna alternativa localizzativa, senza alcun grado di incertezza ma con un unico valore numerico definito.

Per tentare di superare questi limiti, insiti nella impostazione di base dei modelli di analisi multiattributo classici, in questi ultimi anni è stata sviluppata ed applicata una metodologia di

valutazione più vicina al pensiero umano, in base alla quale si può tenere conto di imprecisioni e soggettività. Con l'applicazione di questo metodo logico (logica sfocata o *fuzzy logic*), può essere assegnato ad un fattore un giudizio di tipo qualitativo, espressione della percezione reale del valutatore, piuttosto che un valore numerico "secco".

Tramite la logica fuzzy è possibile tradurre in valori numerici i giudizi di tipo qualitativo che il decisore, nella valutazione dei fattori e della loro importanza, ha espresso. Una particolare forma funzionale fuzzy, che permette, seppure con alcune limitazioni sul numero delle espressioni linguistiche rappresentabili, una trattazione numerica e computazionale più agevole è quella cosiddetta di tipo triangolare.

Valore del fattore	Numero fuzzy corrispondente	Importanza del fattore	Numero fuzzy corrispondente
Molto buono	(9,0;10,0;10,0)	Molto Alto	(0,9;1,0;1,0)
Buono	(7,0;9,0;10,0)	Alto	(0,7;0,9;1,0)
Mediamente buono	(5,0;7,0;9,0)	Mediamente alto	(0,5;0,7;0,9)
Normale	(3,0;5,0;7,0)	Medio	(0,3;0,5;0,7)
Mediamente scarso	(1,0;3,0;5,0)	Medio basso	(0,1;0,3;0,5)
Scarso	(0,0;1,0;3,0)	Basso	(0,0;0,1;0,3)
Molto scarso	(0,0;0,0;1,0)	Molto basso	(0,0;0,0;0,1)

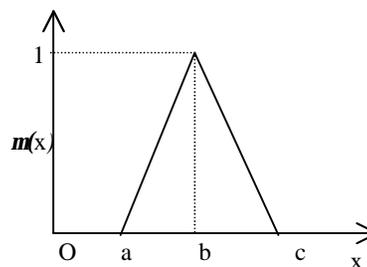


Fig. 1 Esempi di valori fuzzy  $\mu(x)$ , di tipo triangolare, delle espressioni linguistiche relative ai giudizi sui fattori e sui pesi, e relativa rappresentazione grafica. L'intervallo sull'asse delle  $x$  rappresenta la "vaghezza" del numero fuzzy: quanto più esso è elevato, tanto più sarà incerto e vago il giudizio che esso rappresenta.

#### 4. UNA APPLICAZIONE DELLA LOGICA FUZZY AL PROBLEMA DELLA LOCALIZZAZIONE DEGLI STABILIMENTI CASEARI

Nel presente paragrafo si propone un'espressione specifica della funzione obiettivo per la localizzazione degli stabilimenti caseari, basata sulla somma dei prodotti tra il "valore" di ciascuna categoria di fattori per il rispettivo "peso", entrambi espressi da valori numerici fuzzy triangolari (fig.1). Il valore di ciascuna categoria è rappresentato dal valore medio dei valori fuzzy relativi ai singoli fattori elementari ad essa appartenenti; il peso, invece, è dato dalla media dei valori fuzzy, della "importanza" attribuita alla categoria, ai fini della scelta localizzativa, da un campione statisticamente significativo di decisori appartenenti ad uno stesso gruppo.

Nella definizione della funzione obiettivo, non tutti i fattori elementari verranno rappresentati da valori di tipo fuzzy; i fattori elementari dei quali è possibile calcolare il valore mediante l'applicazione di metodi e modelli matematici numerici, infatti, verranno espressi mediante valori cosiddetti di tipo *crisp*. Ad esempio, il valore relativo alla rendita di posizione del sito può essere espresso dal valore monetario relativo alla differenza tra l'utile derivante dalla commercializzazione dei prodotti finiti ed il costo di approvvigionamento del latte, entrambi calcolati considerando i percorsi di minimo costo di trasporto sul grafo della rete viaria, (Barreca F., 1997). Così come, il valore del fattore corrispondente alla disponibilità di latte

idoneo alla produzione può essere ricondotto al valore della densità territoriale di aziende presenti all'interno del bacino di approvvigionamento dell'industria casearia. Entrambi i valori, quindi, verranno tradotti in dati di tipo *crisp*.

È importante sottolineare che il tipo di dato di un certo fattore non viene definito a priori; la scelta, *crisp* o *fuzzy*, infatti, discende dalla possibilità di assegnare l'uno o l'altro valore a seconda del livello di dettaglio dell'informazione posseduta sul singolo fattore.

Viene riportata di seguito una tabella riepilogativa (tab.2) delle categorie e dei fattori elementari descritti nei paragrafi precedenti, con l'indicazione, a titolo esemplificativo, del tipo di dato attribuito a ciascun fattore elementare.

Il metodo proposto per la soluzione del problema localizzativo prevede due distinte fasi (fig.2).

Nella prima fase, viene definito un campione statisticamente significativo di soggetti appartenenti ad uno stesso gruppo di decisori (politici, imprenditori, ambientalisti, pianificatori, ecc.); successivamente, ogni elemento del campione sarà chiamato ad esprimere, con una delle espressioni linguistiche riportate nella seconda tabella della figura 1, l'influenza e, quindi, il peso che ciascuna categoria di fattori assume, per il conseguimento dei propri obiettivi. La media dei valori *fuzzy* dei giudizi espressi dal campione sulla *j*-esima categoria di fattori rappresenta l'elemento  $w_j$  del vettore dei pesi  $[W]$  della funzione obiettivo del gruppo. Nella seconda fase della metodologia, esclusiva per il caso specifico, viene invece definito un insieme chiuso  $\{A_1, A_2, \dots, A_m\}$  di *m* possibili alternative localizzative presenti all'interno dell'area di studio. A questo punto il singolo soggetto decisore dovrà esprimere, per ogni fattore localizzativo *fuzzy*, relativamente a ciascuna alternativa  $A_i$ , il corrispondente giudizio di valutazione corrispondente ad uno tra quelli riportati nella prima tabella della figura 1.

Quindi, viene costruita la matrice  $[D]$  dei fattori, avente un numero di righe e di colonne pari rispettivamente al numero di alternative localizzative analizzate e al numero delle categorie di fattori considerati. Ciascun elemento  $x_{ij}$  della matrice  $[D]$  rappresenterà per ogni alternativa  $A_i$ , il valore medio relativo ai valori *fuzzy* e *crisp* (riferiti all'unità) dei fattori appartenenti alla categoria *j*-esima; l'elemento  $x_{ij}$  avrà un valore *fuzzy* di tipo triangolare e, pertanto, sarà rappresentato mediante una tripletta di valori  $(a_{ij}, b_{ij}, c_{ij})$ .

*Tabella 2* Fattori che incidono sulla scelta localizzativa degli stabilimenti caseari ed esemplificazione del tipo di dato associabile.

CATEGORIE DI FATTORI	FATTORI LOCALIZZATIVI ELEMENTARI	TIPO DI DATO
Fattori direttamente riferiti alla produzione	Disponibilità di latte qualitativamente e quantitativamente idoneo	<i>CRISP</i>
	Disponibilità di fonti di approvvigionamento idrico ed energetico	<i>CRISP</i>
	Dotazione di impianti per lo smaltimento delle emissioni e dei reflui	<i>CRISP</i>
	Presenza di elementi in grado di marcare la tipicità della produzione casearia	<i>FUZZY</i>
Fattori legati al trasporto	Rendita di posizione in relazione alla rete infrastrutturale viaria esistente	<i>CRISP</i>
	Accessibilità territoriale connessa all'efficienza delle infrastrutture di trasporto	<i>CRISP</i>
	Efficienza dei servizi pubblici e privati per il trasporto di merci e persone	<i>FUZZY</i>
	Efficienza dei servizi di spedizione e ricezione delle merci	<i>CRISP</i>
Fattori legati ai servizi per l'impresa	Dotazione di servizi tecnici di progettazione e di costruzione	<i>CRISP</i>
	Dotazione di servizi di analisi e di monitoraggio della qualità	<i>CRISP</i>
	Dotazione di servizi legati alla commercializzazione dei prodotti	<i>CRISP</i>
	Dotazione di servizi funzionali all'attività amministrativa e gestionale	<i>CRISP</i>
Fattori legati alla ambiente produttivo	Percentuale di stabilimenti agroalimentari nell'area	<i>CRISP</i>
	Compatibilità con le attività produttive presenti nell'area	<i>FUZZY</i>
	Condizioni di integrazione con le altre attività produttive esistenti	<i>FUZZY</i>
	Presenza di cicli produttivi in grado di reimpiegare gli scarti e i sottoprodotti	<i>CRISP</i>
Fattori legati all'utilizzazione del territorio	Disponibilità di terreno edificabile per la specifica destinazione d'uso in relazione ai vincoli di ordine urbanistico	<i>CRISP</i>
	Disponibilità di lotti di terreno per successivi ampliamenti	<i>FUZZY</i>
	Dotazione e livello qualitativo delle attrezzature e delle infrastrutture	<i>FUZZY</i>
	Caratteristiche geotecniche, geomorfologiche e climatiche	<i>FUZZY</i>
Struttura demografica e del lavoro	Disponibilità di forza lavoro specializzata nella specifica tipologia produttiva.	<i>CRISP</i>
	Disponibilità di forza lavoro giovanile	<i>CRISP</i>
	Dotazione di servizi di selezione e di formazione del personale	<i>FUZZY</i>
	Disponibilità residenziale per il personale e dotazione di servizi	<i>FUZZY</i>
Fattori economici	Convenienza dei prezzi degli immobili per svolgimento dell'attività produttiva	<i>FUZZY</i>
	Disponibilità di sostegno finanziario o di incentivi da parte di enti pubblici	<i>FUZZY</i>
	Dotazione di servizi finanziari e di credito	<i>FUZZY</i>
	Convenienza dei costi di produzione	<i>FUZZY</i>
Fattori legati alla compatibilità Ambientale	Impatto ambientale e inserimento nel paesaggio	<i>CRISP</i>
	Efficacia degli accorgimenti e soluzioni per la mitigazione degli effetti	<i>FUZZY</i>
	Presenza di particolari emergenze territoriali da salvaguardare	<i>FUZZY</i>
	Mantenimento di particolari tradizioni produttive o di disciplinari	<i>FUZZY</i>

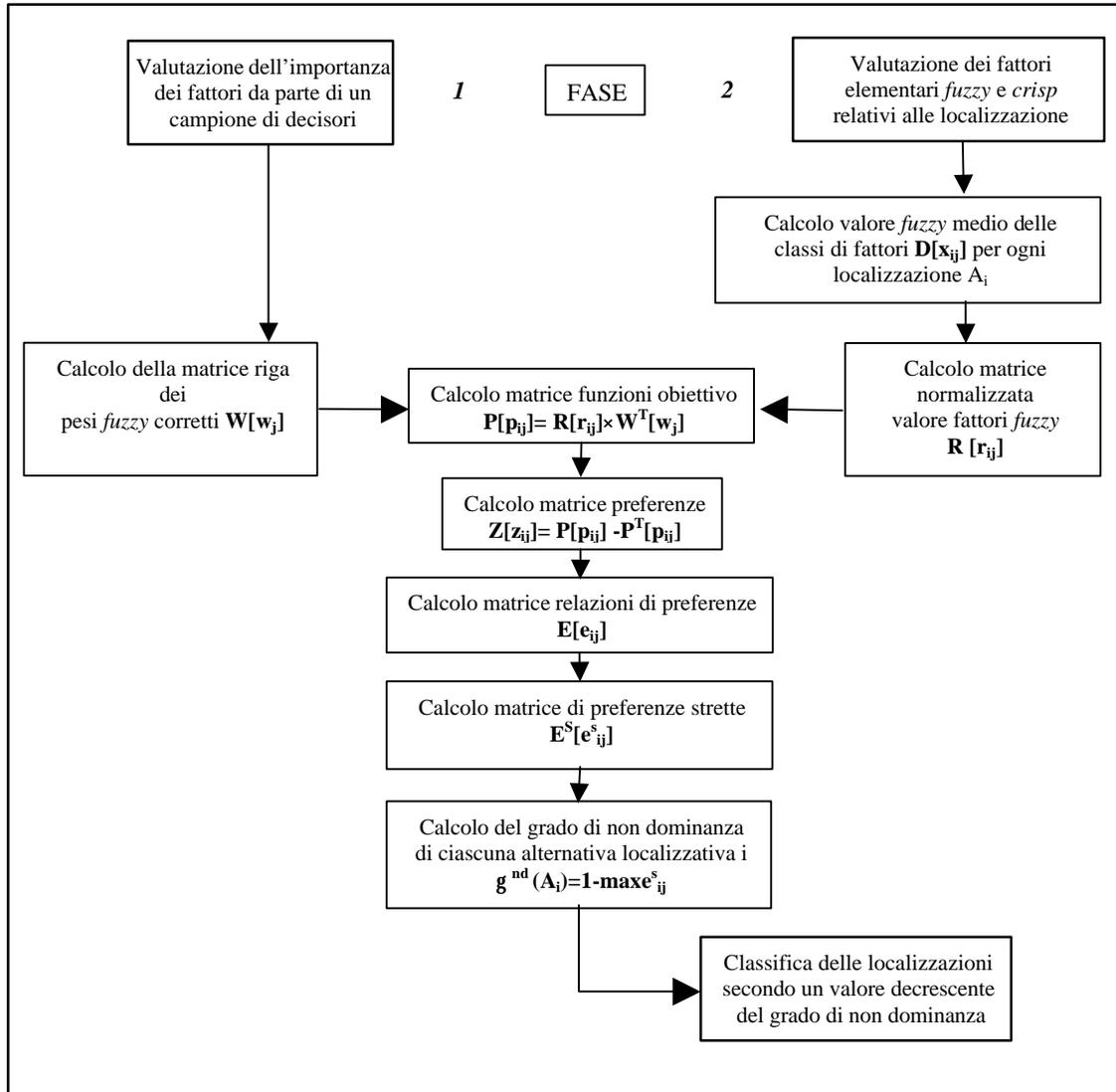


Fig. 2 Diagramma di flusso relativo al modello proposto per la soluzione del problema localizzativo

Per la comparazione tra i valori delle diverse categorie di fattori è necessario procedere alla normalizzazione della matrice  $[D]$ , come descritto di seguito.

L'elemento generico  $r_{ij}$  della matrice normalizzata  $[R]$  viene calcolato come:

$$r_{ij} = [ (a_{ij}/c_j^*), (b_{ij}/c_j^*), (c_{ij}/c_j^*) ]$$

essendo:  $c_j^* = \max_i c_{ij}$ , se la categoria dei fattori  $j$  rappresenta un beneficio alla localizzazione in  $A_i$ ;

ovvero: 
$$r_{ij} = [ (a_j^-/c_{ij}), (a_j^-/b_{ij}), (a_j^-/a_{ij}) ]$$

essendo:  $a_j^- = \min_i a_{ij}$ , se la categoria dei fattori  $j$  rappresenta un costo relativo alla localizzazione in  $A_i$ .

Il valore *fuzzy* della funzione obiettivo per ciascuna alternativa  $A_i$  è rappresentato dalla somma dei prodotti dei valori delle categorie  $j$  per i relativi pesi ottenuti dalla prima fase della procedura :

$$P_i = \sum_{j=1}^n r_{ij}(\cdot)w_j \text{ o in forma matriciale } [P] = [R] \cdot [W]^T$$

L'alternativa in grado di massimizzare il valore della funzione obiettivo sopra specificata potrà essere ricercata attraverso una metodologia basata sulla logica e l'aritmetica dei numeri *fuzzy* (Chen-Tung Chen, 2001).

A partire dai valori  $z_{ij}=(P_i-P_j)$ , ottenuti per differenza tra la funzione obiettivo dell'alternativa  $i$ -esima e quella dell'alternativa  $j$ -esima, è possibile costruire la matrice detta delle *relazioni di preferenza*  $[E]$ , i cui termini vengono così calcolati:

$$e_{ij} = S_{ij}^I / S_{ij}$$

dove:

$$S_{ij}^I = \int_{x>0} \mathbf{m}_{z_{ij}}(x)dx ; S_{ij}^{II} = \int_{x<0} \mathbf{m}_{z_{ij}}(x)dx ; S_{ij} = S_{ij}^I + S_{ij}^{II}$$

Se si ottiene un valore  $e_{ij}>0,5$  significa che l'alternativa  $A_i$  risulta preferibile all'alternativa  $A_j$ ; se invece  $e_{ij}<0,5$  allora è l'alternativa  $A_j$  che risulta preferibile all'alternativa  $A_i$ .

Mediante la matrice  $[E]$  precedentemente calcolata si può calcolare la matrice detta di *relazione di preferenza stretta*  $[E^s]$ .

Ciascun termine  $e_{ij}^s$  di questa matrice indica la misura della dominanza dell'alternativa  $A_i$  sull'alternativa  $A_j$  e viene calcolato come differenza tra i termini della matrice  $[E]$  e quelli della sua trasposta  $[E]^T$ , assegnando però un valore nullo se il valore così calcolato dovesse risultare negativo.

A questo punto della procedura, è possibile calcolare il grado di non dominanza di ciascuna alternativa come:

$$g^{ND}(A_i) = 1 - \max e_{ji}^s.$$

L'alternativa che mostra il più alto grado di non dominanza rappresenta la soluzione del problema localizzativo analizzato, che massimizza la funzione obiettivo del decisore.

È possibile inoltre, ripetendo iterativamente l'ultimo punto della procedura alla matrice  $[E]^T$  depurata della alternativa ottimale ottenuta al passo precedente, la classifica in ordine di grado di importanza del complesso di tutte le alternative proposte ad un dato decisore.

## 5. CONCLUSIONI

Nel presente lavoro, in relazione alle categorie generali dei fattori che condizionano la scelta localizzativa di uno stabilimento industriale, sono stati individuati ed esplicitati quelli elementari specifici per gli insediamenti produttivi agroindustriali e più specificamente per quelli caseari.

Una delle maggiori difficoltà riscontrate nella soluzione del problema localizzativo degli stabilimenti caseari riguarda la definizione di una funzione obiettivo specifica di tipo numerico, in quanto la logica matematica tradizionale non consente la traduzione dei processi valutativi dei decisori in una espressione numericamente trattabile, soprattutto quando gli obiettivi da tenere in conto sono molteplici e conflittuali tra loro. La metodologia di ricerca localizzativa proposta, pur trovando immediata applicazione solo nel caso di unicità di obiettivo, tenta di superare queste difficoltà. Essa viene sviluppata utilizzando la teoria dei numeri *fuzzy*, che consentono al soggetto decisore una valutazione dei criteri e dei fattori che condizionano la scelta localizzativa più vicina alla propria percezione della realtà. Lo sviluppo della metodologia mediante una procedura organizzata per blocchi di risoluzione successivi, ne consente inoltre un'agevole implementazione in appropriati linguaggi informatici; ciò potrà costituire la premessa per successivi studi, riguardanti l'integrazione del metodo in specifici Sistemi Informativi Territoriali, orientati alla messa a punto di Sistemi di Supporto alle Decisioni (SSD), nella pianificazione delle attività produttive agroindustriali.

## 6. Bibliografia

Assolatte - Associazione Italiana Lattiero Casearia, <http://www.assolatte.it>.

Barreca F. (1997): *Modelli localizzativi degli stabilimenti agroindustriali in rapporto alla funzionalità della rete infrastrutturale*. Tesi per il conseguimento del titolo di Dottore di Ricerca, Università degli Studi di Reggio Calabria.

Chen-Tung Chen (2001): A *fuzzy* approach to select the location of the distribution center, *Fuzzy Sets and Systems* n.118, 65-73.

Comani C. (1992): *L'edilizia per le attività produttive*. Manuale di progettazione edilizia, vol. 1, Hoepli, Milano.

Dal Sasso P., Di Candia E. Giglio G. (1995): Criteri di localizzazione e dimensionamento delle zone per la trasformazione dei prodotti agricoli, Atti del Seminario di Studio dell'A.I.I.A. *Costruzioni ed impianti per la trasformazione dei prodotti agricoli*, Selva di Fasano; 509-521.

Faggiani A. (1999): La logica *fuzzy* nella soluzione dei problemi territoriali multicriteriali. Tesi di Laurea, Daest – Istituto Universitario di Architettura di Venezia.

ISTAT (2001): *5° Censimento generale dell'agricoltura anno 2000* - Statistiche in breve.

Musso E., Cappato A. (1997): La localizzazione delle attività produttive: sistemi informativi e supporto alla decisione, Atti della XVIII conferenza Italiana di scienze regionali *Europa e Mediterraneo*, Siracusa, vol.2; pp. 357-371.

Song-Ken Hsu, Lin-ti, Tan (1997): Agroindustry Location Under Output Price Uncertainty, *The Annals of Regional Science*, Springer-Verlag.

Toccolini A., Senes G., Ferrario P. (1995): Gli opifici agro-industriali: criteri di localizzazione e inserimento nel paesaggio. In: Atti del Seminario di Studio dell'A.I.I.A. *Costruzioni ed impianti per la trasformazione dei prodotti agricoli*, Selva di Fasano, 533-556

Zanoli R. (1996): L'uso della logica fuzzy nella valutazione d'impatto ambientale, *Genio Rurale*,4, 45-51.

## **ABSTRACT**

### **CHEESE INDUSTRY LOCATION: ANALYSIS OF LOCATION FACTORS AND DECISION SUPPORT MODELS**

Today the economic importance and the great technology inputs characterising agro-food industry require careful consideration of the allocation and siting of the production units, so as to minimize their potential negative effects on the environment and take advantage from a correct settlement, in relation to the natural characteristics, the resources and the infrastructures of a given territory. Therefore in rural planning, where the valorization of agricultural and environmental resources and the development of rural economies assume strategic importance, it appears necessary to produce planning tools helping to find out the most appropriate sites where to allocate agro-industrial settlements, or zones reserved for agro-industrial production units; this, on the basis of specific criteria and adequate methods.

The work presented in this paper aims at: singling out and analysing, from among the many and complex factors determining the allocation of food processing factories, those which are most relevant to the semi-industrial or industrial cheese production units; developing a method for the optimisation of the allocation of cheese factories, with reference to the case when opportunity is given to choose from among a series of potential alternative sites. In particular, the multi-attribute evaluation method is applied, with appropriate implementation. This consists in the use of fuzzy logic so as to overtake the intrinsic limits of the canonic multi-attribute evaluation method, which would have otherwise required the decision taker to translate into quantitative terms his own perception of the potential effects of each alternative allocation examined.