

11.2. L'obiettivo ricognitivo D2: la propensione alla dispersività e alla diffusione dell'assetto insediativo

Per quantificare la propensione alla dispersività e alla diffusione dell'assetto insediativo, ci si è avvalsi di differenti indicatori suddivisi in tre sottocomponenti, come vedremo nel seguito.

*Le Sottocomponenti di indagine assunte:*

Vengono individuate in seguito le sottocomponenti utilizzate per l'indagine dell'obiettivo ricognitivo D1 e, in tabella, si evidenziano gli indicatori per sottocomponente assunti per validare l'obiettivo ricognitivo attraverso l'espressione di un valore d'intensità per ogni sottocomponente assunta.

III. Struttura della morfologia perimetrale	Il grado di compattezza dell'armatura urbana consolidata, misurato quantitativamente tramite indicatori di forma, definisce le condizioni di frammentazione dei perimetri insediativi.
IV. Struttura spaziale insediativa	Il grado di polverizzazione dell'armatura insediativa in nuclei di ridotte dimensioni, quantificabile tramite indicatori di dispersione, individua la costellazione dei nuclei maggiori e minori, oltre alla dispersione dell'urbanizzato puntiforme sul territorio.
V. Struttura morfo-strutturale insediativa	La continuità del pattern insediativo, quantificata sulla base del grado di compattezza dello sviluppo urbanizzativo, permette di far emergere eventuali ambiti discontinui (attrattori di nuovi insediamenti).

Tabella 290 – La matrice delle variabili/indicatori dell’obiettivo ricognitivo D2

Sotto componen- te Suolo	Nome indicatore o variabile		Modalità di calcolo	Unità di grandezza	Date di agg.to strati informativi	Copertura	Fonte
<b>VI. Struttura della morfologia pe- rimetrale</b>	Coefficiente di forma – CF	$x_{8.1.1}$	$CF = Pc / P = 2 * \pi * (A / \pi)^{0.5} / P$ dove: P = perimetro dell’ <i>i-esimo</i> nucleo urbano; Pc = perimetro di un cerchio con area pari alla superficie dell’ <i>i-esimo</i> nucleo urbano	adimensionale	2003, 2006	Copertura totale. Tipologia strato: shape poligonali	Sistema Informativo Dusaf (limita- tamente alle aree di urbanizzato); Regione Lombardia Mosaico Informatizzato degli Strumenti Urbanistici Comuna- li, Regione Lombardia Prg vigenti comunali
	Indice di compattezza del perimetro sensibile	$x_{8.1.2}$	Coefficiente di continuità applicato solo alle celle non urbanizzate adiacenti alle celle urbanizzate (distanza massima dalle celle di urbanizzato = 25 m)	adimensionale	2003, 2006	Copertura totale. Tipologia strato: shape poligonali	Sistema Informativo Dusaf (limita- tamente alle aree di urbanizzato); Regione Lombardia Mosaico Informatizzato degli Strumenti Urbanistici Comuna- li, Regione Lombardia Prg vigenti comunali
<b>VII. Struttura spazia- le insediativa</b>	Indice di dispersione dell’urbanizzato punti- forme – Disp1	$x_{8.1.3}$	Calcolo del peso dell’urbanizzato puntiforme sull’area libera di un territorio, secondo l’algoritmo di calcolo: $DISP1 = \frac{n_i * 625}{A_i - sup\_urb}$ dove: $n_i$ = nuclei di urbanizzato puntiforme presenti all’interno dell’ <i>i-esima</i> cella $sup\_urb$ = superficie urbanizzata dell’ <i>i-esima</i> cella $A_i$ = area dell’ <i>i-esima</i> cella	adimensionale	2003, 2006 <sup>1</sup>	Copertura totale. Tipologia strato: shape puntuali e poligonali	Sistema Informativo Dusaf (limita- tamente alle aree di urbanizzato); Regione Lombardia. SIT Regione Lombardia – CT10 Mosaico Informatizzato degli Strumenti Urbanistici Comuna- li, Regione Lombardia
	Indice di distribuzione dei nuclei < 15 ha – Disp2	$x_{8.1.4}$	Calcolo del peso dei piccoli nuclei (<15 ha) sul totale della superficie urbaniz- zata comunale $DISP2 = \frac{S.picc}{S.totale}$ dove: S.picc = superficie urbanizzata di piccola dimensione (<15 ha); S.totale = superficie urbanizzata totale territorio comunale.	adimensionale	2003, 2006	Copertura totale. Tipologia strato: shape poligonali	Sistema Informativo Dusaf (limita- tamente alle aree di urbanizzato); Regione Lombardia Mosaico Informatizzato degli Strumenti Urbanistici Comuna- li, Regione Lombardia Prg vigenti comunali
	Indice di distribuzione dei nuclei > 15 ha – Disp3	$x_{8.1.5}$	Calcolo del peso in superficie dei grandi nuclei (>15 ha) sul totale della super- ficie urbanizzata comunale $DISP3 = \frac{S.max}{S.totale}$ dove: S.max = superficie urbanizzata dei centri di maggiore dimensione (>15 ha); S.totale = superficie urbanizzata totale territorio comunale.	adimensionale	2003, 2006	Copertura totale. Tipologia strato: shape poligonali	Sistema Informativo Dusaf (limita- tamente alle aree di urbanizzato); Regione Lombardia Mosaico Informatizzato degli Strumenti Urbanistici Comuna- li, Regione Lombardia Prg vigenti comunali

<sup>1</sup> Calcolo dell’indicatore prodotto sull’ultima versione aggiornata della CT10 – Regione Lombardia – per quanto riguarda lo strato informativo up.shp

	Indice di Gini	$x_{8.1.6}$	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Calcolo dell'area dei singoli poligoni di urbanizzato e successivo ordinamento crescente degli stessi;</li> <li>- Elaborazione con software MatLab dei dati calcolati secondo l'algoritmo di generazione delle curve di Lorentz/Gini:</li> </ul> $Gini = \left  1 - \sum_{k=0}^{k=n-1} (X_{k+1} - X_k)(Y_{k+1} + Y_k) \right $ <p>Dove:  <math>X = N \text{ nucleo} / N \text{ tot nuclei urbanizzati}</math>  <math>Y = A \text{ nucleo} / A \text{ max nucleo urbanizzato}</math></p>	adimensionale	2003, 2006	Copertura totale. Tipologia strato: shape poligonali	Sistema Informativo Dusaf (limitatamente alle aree di urbanizzato); Regione Lombardia Mosaico Informatizzato degli Strumenti Urbanistici Comunali, Regione Lombardia Prg vigenti comunali
<b>VIII. Struttura morfo- strutturale inse- diativa</b>	Indice di densità dell'urbanizzato poligonale – DUP	$x_{8.1.7}$	<p>Rapporto tra il numero dei nuclei esistenti e la superficie totale urbanizzata</p> $DUP = \left( \frac{n_{tot}}{\sum A_{ntot}} \right) * 10000$ <p>Dove:  <math>n_{tot}</math> = numero dei nuclei di urbanizzato totali comunali  <math>A_{ntot}</math> = area dei nuclei di urbanizzato presenti nel comune</p>	adimensionale	2003, 2006	Copertura totale. Tipologia strato: shape poligonali	Sistema Informativo Dusaf (limitatamente alle aree di urbanizzato); Regione Lombardia Mosaico Informatizzato degli Strumenti Urbanistici Comunali, Regione Lombardia Prg vigenti comunali
	Indice di eterogeneità – ETE	$x_{8.1.8}$	$H = - \sum_i^N \frac{n_i}{n_t} \ln \left( \frac{n_i}{n_t} \right)$ <p>dove:  <math>i</math> = cella;  <math>N</math> = numero delle celle;  <math>n_i</math> = numero dei nuclei appartenenti all'<math>i</math>-esima cella;  <math>n_t</math> = numero dei nuclei totali.</p>	adimensionale	2003, 2006	Copertura totale. Tipologia strato: shape poligonali	Sistema Informativo Dusaf (limitatamente alle aree di urbanizzato); Regione Lombardia Mosaico Informatizzato degli Strumenti Urbanistici Comunali, Regione Lombardia Prg vigenti comunali
	Indice di continuità spaziale – CONT	$x_{8.1.9}$	<p>L'indicatore, in seguito alla discretizzazione dell'area di studio in una maglia regolare di celle di 25m, viene calcolato tramite il computo delle relazioni di contiguità tra le celle urbanizzate, attraverso l'applicazione della funzione Neighborhood statistics in ambiente Gis; l'indicatore assume la forma di:</p> $Cont = \sum_{i=1}^{n-1} \sum_{j=1}^{n-1} \left\{ f[D(i, j), D(i, j+1), D(i, j-1), D(i-1, j), D(i+1, j)] \right\}$ <p>dove:  <math>D(i) = 1</math> se nella cella <math>i</math> è presente un nucleo urbanizzato;  <math>D(i) = 0</math> in caso negativo.          Aggregazione finale dei valori dell'indicatore in celle da 100m.</p>	adimensionale	2003, 2006	Copertura totale. Tipologia strato: shape poligonali	Sistema Informativo Dusaf (limitatamente alle aree di urbanizzato); Regione Lombardia Mosaico Informatizzato degli Strumenti Urbanistici Comunali, Regione Lombardia Prg vigenti comunali

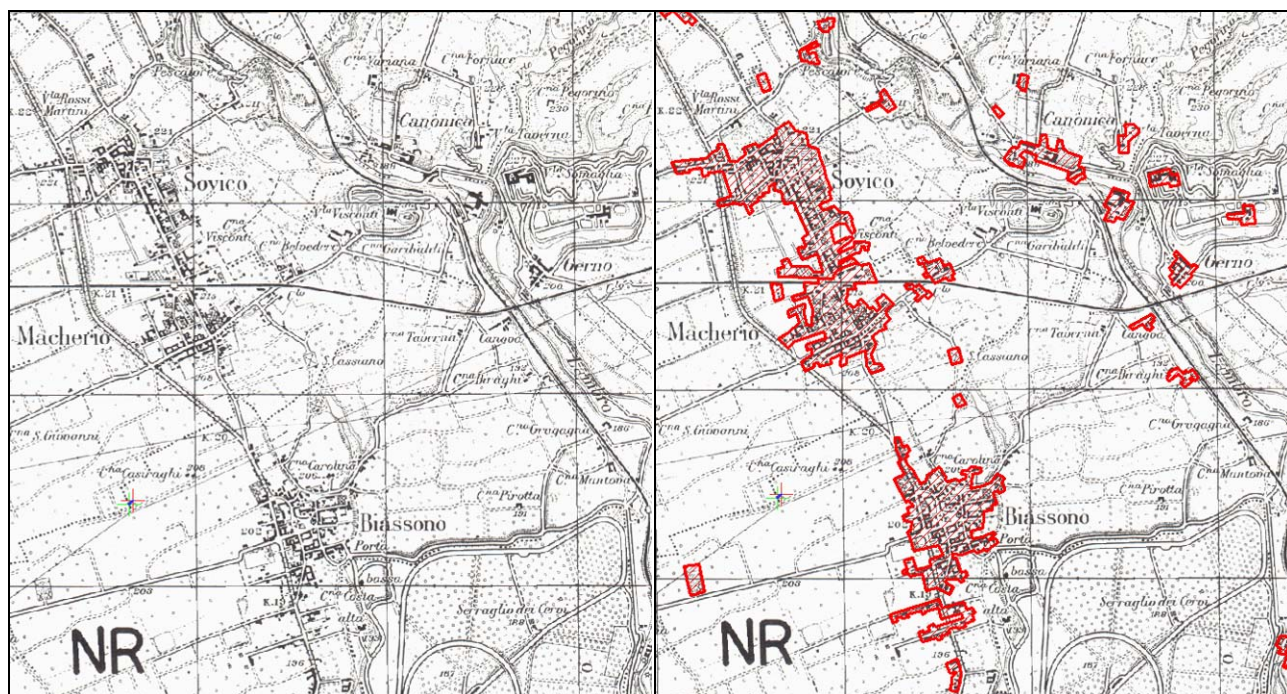
### *La costruzione delle soglie di urbanizzazione*

L'avvio delle analisi sull'obiettivo ricognitivo D2 (la propensione alla dispersività e diffusione dell'assetto insediativo) ha preso le sue mosse costruendo le tre soglie di urbanizzazione storica, attuale e previsionale. Rispetto alle tre carte realizzate s'intende sottoporre al trattamento dati più complesso, per la produzione di indicatori secondo il metodo assunto, solo la soglia attuale; la soglia storica, invece, viene assunta come termine di paragone costituente il "t0" dell'evoluzione dell'assetto urbano, su questa soglia verranno effettuate solo analisi di tipo descrittivo. Per eseguire tale operazione sono state analizzate le basi dati disponibili.

### *Gli strati informativi assunti*

#### *La soglia storica*

Durante la digitalizzazione delle delle tavolette Igm del 1888, aggiornate al 1937, sono stati immessi i dati relativi all'urbanizzato sia continuo (shape poligonale), sia puntiforme relativo alla presenza di cascine e case isolate (shape puntiforme), divisione resasi necessaria per rappresentare e interpretare al meglio le dinamiche insediative che hanno caratterizzato il territorio comunale.



#### *Soglia attuale*

Per la costruzione della soglia attuale la grande disponibilità di materiali provenienti da differenti enti ha reso necessaria un'iniziale analisi valutativa delle caratteristiche unitarie, generando così la necessità di una esplorazione di diversi database, considerato che le fonti disponibili erano rappresentate al contempo da:

- Carta tecnica regionale, scala 1:10000;
- Dusafud;
- Misurc/Mosaico;
- Corinne.

Nella tabella seguente vengono sintetizzate le caratteristiche riscontrate.

<i>Base dati</i>	<i>Aggiornamento</i>	<i>Commento</i>
CT10	2006	Nonostante l'aggiornamento sia stato effettuato nel luglio 2006, il rilevamento su cui tale aggiornamento si basa, per quanto riguarda l'urbanizzato, è la Ctr del 1994 (prima emissione). Confrontando i tematismi della CT10 2006 con quelli della CT10 2001 si nota la perfetta corrispondenza dei dati: nonostante i 5 anni di differenza, questo conferma che l'aggiornamento non ha interessato l'urbanizzato poligonale. Dal confronto con il fotopiano programma IT2000 (volo del 1998/1999), si nota che molte aree urbanizzate non sono identificate come tali nel tematismo UB_CTR.SHP, ma sono ancora inserite tra le aree agricole (AG_CTR.SHP).
Dusafud	2003	Costruito utilizzando come base il fotopiano derivato dal volo programma IT2000 (1998/1999). Contiene tutti i poligoni dell'urbanizzato, suddiviso in quattro livelli di dettaglio progressivo tra cui: <ul style="list-style-type: none"> <li>- aree verdi non agricole (codice 14, level 2): <ul style="list-style-type: none"> <li>o parchi e giardini;</li> <li>o aree verdi urbane incolte;</li> <li>o impianti sportivi;</li> <li>o campeggi e strutture turistiche ricettive;</li> <li>o parchi di divertimento;</li> <li>o aree archeologiche.</li> </ul> </li> <li>- reti stradali e ferroviarie.</li> </ul> Elementi di problematicità: individuare quali aree verdi devono essere tolte dalla porzione di urbanizzato; eliminare le strade che escono dalle aree urbanizzate in quanto porterebbero a errori nel calcolo degli indicatori.
Mosaico	2006	Dal punto di vista delle destinazioni d'uso le informazioni del mosaico aggiornamento 2006 rispetto alle versioni precedenti sono le stesse; si riscontrano però migliorie delle digitalizzazioni. La versione del mosaico aggiornata al 2006 presenta delle incongruenze tra le destinazioni di piano riportate da Prg e lo stato di fatto che s'individua dal programma IT2000 (volo del 1998/1999): si constata zone di espansione residenziale che allo stato di fatto sono già state realizzate, mentre da Prg appaiono ancora in previsione (difetto da imputare a Prg ormai troppo obsoleti). Si evidenziano, come elementi di problematicità, la necessità di definire le voci da Prg che vanno a comporre il tema dell'urbanizzato, e la rete stradale che crea problemi nella definizione di poligoni di urbanizzato chiusi. Le espansioni sono da valutare in base allo stato di fatto del fotopiano volo programma IT2000 (volo del 1998/1999).
Corinne	2003	Contiene l'uso del suolo della Regione Lombardia rilevato alla scala 1:100.000, una scala di dettaglio inadeguata per le analisi da effettuare

In base alle caratteristiche riscontrate si è proceduto alla selezione e trattamento degli strati informativi più idonei alla rappresentazione dell'urbanizzato.

Tra i materiali disponibili la banca dati Dusafud è risultata la più completa anche se, per il suo corretto utilizzo, si è resa necessaria l'eliminazione di delle aree verdi che andavano a interferire con l'urbanizzato.

#### *Soglia previsionale*

La soglia previsionale prende in considerazione tutti gli elementi che la pianificazione comunale individua come espansioni (zone omogenee C).

In particolare i database disponibili facevano riferimento a tre ambiti territoriali differenti:

- x) mosaico informatizzato degli strumenti urbanistici comunali della regione Lombardia;
- y) destinazioni funzionali delle province di Como, Lecco e Milano;
- z) piani regolatori comunali.

Il database di riferimento è stato il mosaico informatizzato degli strumenti urbanistici comunali anche se, in generale, per la creazione degli strati informativi relativi all'urbanizzato previsionale è stato seguito il criterio della gerarchia dell'informazione disponibile.

L'utilizzo dei basi dati provinciali è stato fatto solo nei casi in cui non era disponibile l'informazione regionale mentre, nei casi in cui i due livelli di informazione si sovrapponevano, è stato considerato lo strato informativo di rango superiore.

<i>Comune</i>	<i>Fonte</i>		
	<i>Regionale</i>	<i>Provinciale</i>	<i>Comunale</i>
Albavilla		x	x
Alserio	x	x	x
Anzano del Parco	x	x	
Arosio	x		x
Erba		x	x
Eupilio		x	x
Inverigo	x		x
Lambrugo	x	x	
Lurago D'Erba	x	x	
Merone	x	x	
Monguzzo	x	x	
Pusiano		x	x
Albiate	x	x	x
Arcore	x	x	
Besana in Brianza		x	x
Biassono	x	x	
Briosco	x	x	
Carate Brianza	x	x	
Correzzana	x	x	
Giussano		x	x
Lesmo	x	x	
Macherio	x	x	
Monza	x	x	
Sovico	x	x	
Triuggio		x	x
Vedano al Lambro	x	x	
Veduggio con C.	x	x	
Verano Brianza	x	x	
Villasanta	x	x	
Bosisio Parini	x	x	
Casatenovo	x	x	
Cesana Brianza	x	x	x
Costa Masnaga	x	x	x
Nibionno	x	x	x
Rogeno	x	x	

Per i comuni in cui è stato possibile utilizzare il Mosaico della Regione Lombardia sono stati presi in considerazione i seguenti layer:

<i>Classe</i>	<i>Sottoclasse</i>	<i>Codifica Mosaico</i>
Residenziale	Residenziale	1004
Produttivo	Generico	1514
	Artigianale	1524
	Industriale	1534
Commerciale/Terziario	Commerciale/direzionale generico	2014
	Commerciale	2024
	Direzionale	2034
	Polifunzionale	2504
Servizi	Attrezzature di livello comunale	4024
	Attrezzature di livello sovracomunale	4524

Infrastrutture	Ferrovie	5014
	Strade	5034

Mentre le voci di legenda selezionate dal Misurc della provincia di Como (Albavilla, Erba ed Eupilio) sono riportate nella tabella seguente:

<i>Classe</i>	<i>Codifica Misurc Como</i>
Residenziale	101
Produttivo	111
Attività terziarie, commerciali, direzionali	121
Attrezzature di interesse comunale	131
Attrezzature di interesse comunale	141
Aree estrattive, cave	161

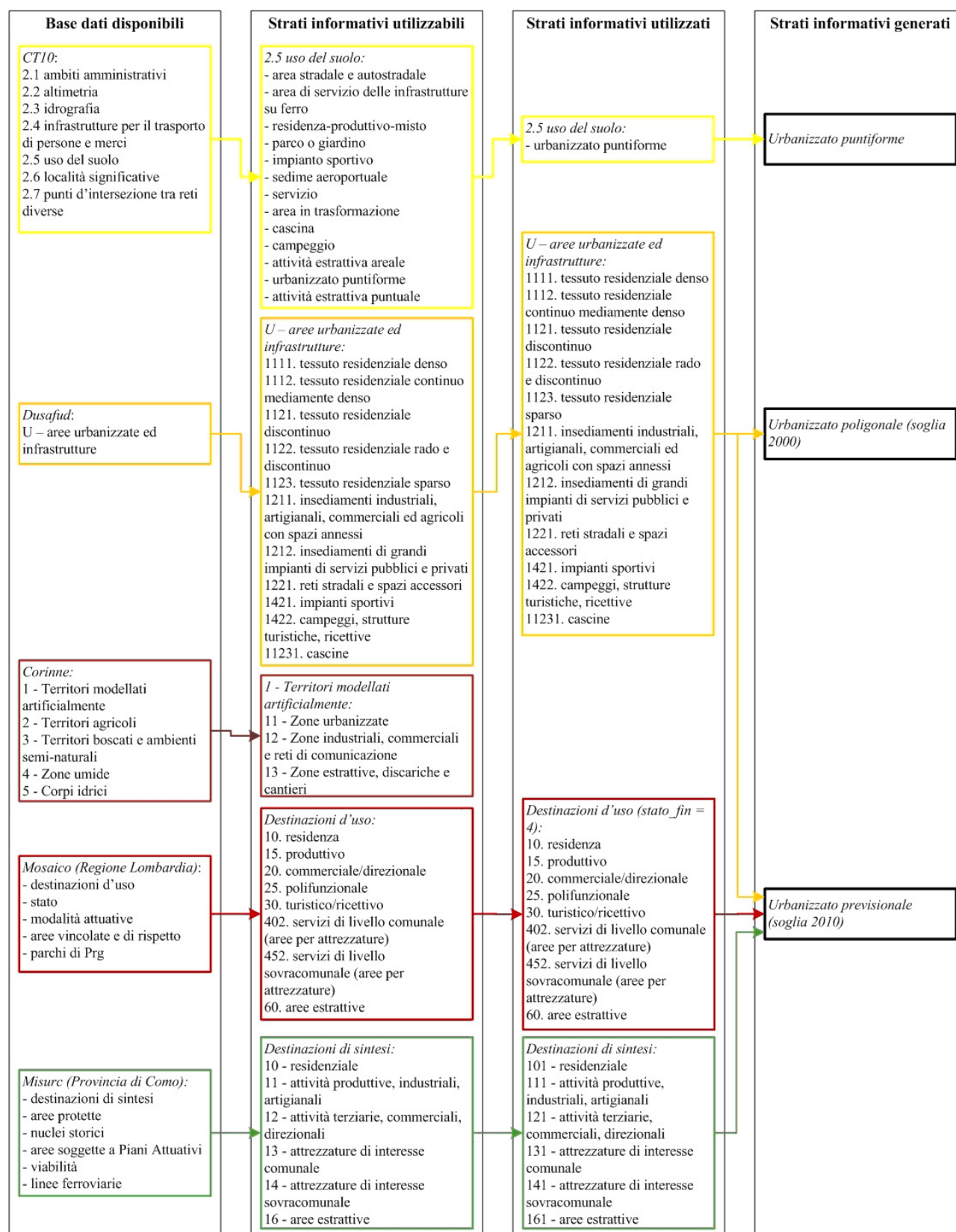
Per i comuni in cui le aree di espansione venivano classificate insieme alle aree esistenti di completamento si è proceduto a sovrapporre le indicazioni di piano sul fotopiano, individuando le espansioni non ancora realizzate; nella tabella seguente sono individuate le fonti utilizzate per ogni comune per la costruzione delle tre soglie temporali.

<i>Comune</i>	<i>Soglia storica</i>	<i>Soglia 2001</i>	<i>Soglia previsionale</i>
13003 Albavilla	Igm levata 1888 (agg. 1937)	Sist. inf. Dusafud	Misurc (Provincia di Como)
13006 Alserio	Igm levata 1888 (agg. 1937)	Sist. inf. Dusafud	Mosaico (Regione Lombardia)
13009 Anzano del Parco	Igm levata 1888 (agg. 1937)	Sist. inf. Dusafud	Mosaico (Regione Lombardia)
13012 Arosio	Igm levata 1888 (agg. 1937)	Sist. inf. Dusafud	Mosaico (Regione Lombardia)
13095 Erba	Igm levata 1888 (agg. 1937)	Sist. inf. Dusafud	Misurc (Provincia di Como)
13097 Eupilio	Igm levata 1888 (agg. 1937)	Sist. inf. Dusafud	Misurc (Provincia di Como)
13118 Inverigo	Igm levata 1888 (agg. 1937)	Sist. inf. Dusafud	Mosaico (Regione Lombardia)
13121 Lambrugo	Igm levata 1888 (agg. 1937)	Sist. inf. Dusafud	Mosaico (Regione Lombardia)
13136 Lurago D'Erba	Igm levata 1888 (agg. 1937)	Sist. inf. Dusafud	Mosaico (Regione Lombardia)
13147 Merone	Igm levata 1888 (agg. 1937)	Sist. inf. Dusafud	Mosaico (Regione Lombardia)
13153 Monguzzo	Igm levata 1888 (agg. 1937)	Sist. inf. Dusafud	Mosaico (Regione Lombardia)
13193 Pusiano	Igm levata 1888 (agg. 1937)	Sist. inf. Dusafud	Misurc (Provincia di Como)
15006 Albiate	Igm levata 1888 (agg. 1937)	Sist. inf. Dusafud	Mosaico (Regione Lombardia)
15008 Arcore	Igm levata 1888 (agg. 1937)	Sist. inf. Dusafud	Mosaico (Regione Lombardia)
15021 Besana in Brianza	Igm levata 1888 (agg. 1937)	Sist. inf. Dusafud	Misurc (Provincia di Milano)
15023 Biassono	Igm levata 1888 (agg. 1937)	Sist. inf. Dusafud	Mosaico (Regione Lombardia)
15033 Briosco	Igm levata 1888 (agg. 1937)	Sist. inf. Dusafud	Mosaico (Regione Lombardia)
15048 Carate Brianza	Igm levata 1888 (agg. 1937)	Sist. inf. Dusafud	Mosaico (Regione Lombardia)
15092 Correzzana	Igm levata 1888 (agg. 1937)	Sist. inf. Dusafud	Mosaico (Regione Lombardia)
15107 Giussano	Igm levata 1888 (agg. 1937)	Sist. inf. Dusafud	Misurc (Provincia di Milano)
15120 Lesmo	Igm levata 1888 (agg. 1937)	Sist. inf. Dusafud	Mosaico (Regione Lombardia)
15129 Macherio	Igm levata 1888 (agg. 1937)	Sist. inf. Dusafud	Mosaico (Regione Lombardia)
15149 Monza	Igm levata 1888 (agg. 1937)	Sist. inf. Dusafud	Mosaico (Regione Lombardia)
15216 Sovico	Igm levata 1888 (agg. 1937)	Sist. inf. Dusafud	Mosaico (Regione Lombardia)
15223 Triuggio	Igm levata 1888 (agg. 1937)	Sist. inf. Dusafud	Misurc (Provincia di Milano)
15232 Vedano al Lambro	Igm levata 1888 (agg. 1937)	Sist. inf. Dusafud	Mosaico (Regione Lombardia)
15233 Veduggio con C.	Igm levata 1888 (agg. 1937)	Sist. inf. Dusafud	Mosaico (Regione Lombardia)
15234 Verano Brianza	Igm levata 1888 (agg. 1937)	Sist. inf. Dusafud	Mosaico (Regione Lombardia)
15239 Villasanta	Igm levata 1888 (agg. 1937)	Sist. inf. Dusafud	Mosaico (Regione Lombardia)
97009 Bosisio Parini	Igm levata 1888 (agg. 1937)	Sist. inf. Dusafud	Mosaico (Regione Lombardia)
97016 Casatenovo	Igm levata 1888 (agg. 1937)	Sist. inf. Dusafud	Mosaico (Regione Lombardia)
97021 Cesana Brianza	Igm levata 1888 (agg. 1937)	Sist. inf. Dusafud	Mosaico (Regione Lombardia)



97026	Costa Masnaga	Igm levata 1888 (agg. 1937)	Sist. inf. Dusafud	Mosaico (Regione Lombardia)
97056	Nibionno	Igm levata 1888 (agg. 1937)	Sist. inf. Dusafud	Mosaico (Regione Lombardia)
97072	Rogeno	Igm levata 1888 (agg. 1937)	Sist. inf. Dusafud	Mosaico (Regione Lombardia)

### Schema del processo di selezione delle variabili ambientali assunte per la misura dell'obiettivo ricognitivo D2





11.2.1. *La misura del grado di sostenibilità delle scelte localizzative comunali: il calcolo degli indicatori morfo-insediativi*

Al fine di perseguire il contenimento della risorsa suolo e della pressione sui sistemi agro-forestali naturali è stato individuato, all'interno della Vas, un protocollo procedurale e operativo per la misura complessiva della sostenibilità delle scelte localizzative, assunte dalla strumentazione urbanistica dei comuni appartenenti al territorio del Parco regionale della Valle del Lambro.

Il grado di sostenibilità delle scelte localizzative è apparso pertanto funzione della misura delle tre macro componenti:

- x) della morfologia perimetrale;
- y) della struttura spaziale insediativa;
- z) della configurazione morfo-insediativa.

Ognuna di queste componenti assunte nel modello viene a sua volta descritta da una batteria di indicatori i quali, successivamente normalizzati e aggregati, forniscono la misura dell'intensità della corrispondente componente.

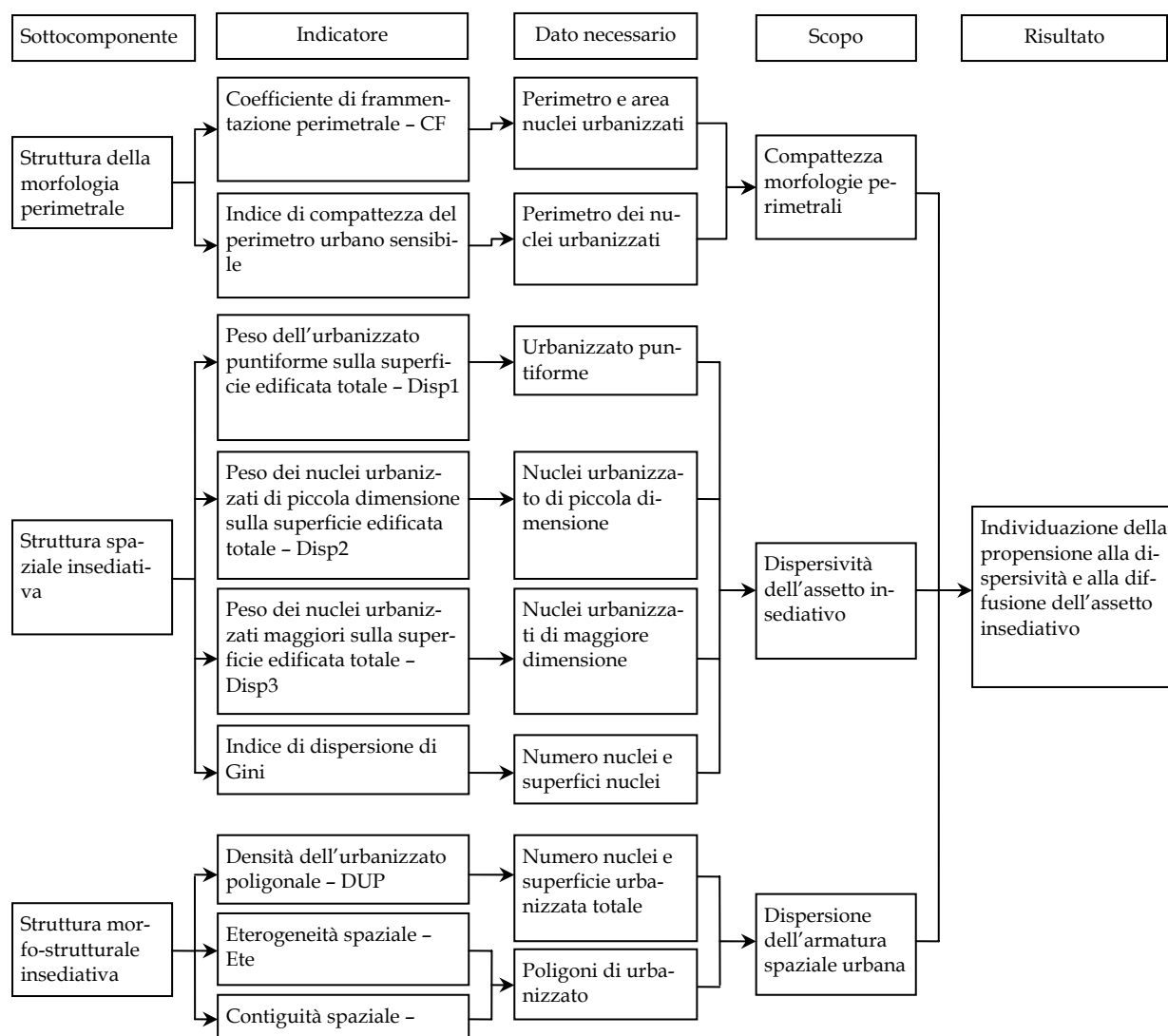
Infine, attraverso l'aggregazione dei valori di intensità delle tre componenti, si ricava la misura della sostenibilità complessiva delle scelte localizzative dei comuni.

È necessario dunque individuare e selezionare un set di indicatori finalizzati a descrivere e a misurare la propensione di ogni singola cella ad attirare nuova dispersività e, dunque, nuovo consumo di suolo.

**Tabella 291** – Sintesi del set di indicatori utilizzati per la descrizione della componente morfo-insediativa per sottocomponenti

Sottocomponente	Indicatore	Obiettivo	Disvalori	Valori
Morfologia perimetrale	Cf	Grado di compattezza della forma urbana	<i>Valori bassi dell'indicatore</i> Forma urbana poco compatta	<i>Valori alti dell'indicatore</i> Morfologia perimetrale compatta
	Comp	Grado di compattezza del perimetro sensibile urbano: frastagliatura del perimetro urbano	<i>Valori bassi dell'indicatore</i> Perimetro urbano molto frastagliato	<i>Valori alti dell'indicatore</i> Perimetro urbano compatto
Struttura spaziale insediativa	Disp1	Peso dell'urbanizzato puntiforme	<i>Valori alti dell'indicatore</i> Elevata polverizzazione dell'armatura insediativa	<i>Valori bassi dell'indicatore</i> Valori bassi: bassa dispersione puntiforme – peso dei nuclei di urbanizzato puntiforme irrilevante o molto basso
	Disp2	Peso dell'urbanizzato dei nuclei minori (fino a 1,5 ha)	<i>Valori alti dell'indicatore</i> Elevata dispersione del sistema insediativo. Maggiore peso degli insediamenti costituiti da piccoli nuclei urbani => logica localizzativi dispersiva (prevalenza di nuclei sparsi)	<i>Valori bassi dell'indicatore</i> Basso peso degli insediamenti costituiti da piccoli nuclei urbani => maggiore compattezza dell'armatura territoriale (carenza dei nuclei sparsi)
	Disp3	Peso dell'urbanizzato dei nuclei maggiori (oltre 1,5 ha)	<i>Valori bassi dell'indicatore</i> Basso peso dei grandi nuclei => assetto insediativo maggiormente disperso	<i>Valori alti dell'indicatore</i> Situazione di compattezza urbanizzativa
	Gini	Indice di dispersione – dispersività dell'assetto insediativo di un territorio comunale	<i>Valori bassi dell'indicatore</i> Modello insediativo massimamente disperso (presenza di tanti centri equidimensionali)	<i>Valori alti dell'indicatore</i> Modello insediativo concentrato (situazione in cui è riconoscibile un centro comunale di maggiori dimensioni e pochi nuclei urbanizzati di piccole dimensioni)
Morfo-infrastrutturale	Dup	Densità dei nuclei urbanizzati, frammentazione della superficie totale	<i>Valori alti dell'indicatore</i> Struttura maggiormente dispersa	<i>Valori bassi dell'indicatore</i> Assetto insediativo poco dispersivo
	Ete	Esprime l'eterogeneità spaziale dell'assetto insediativo; variabilità della disposizione dei nuclei di urbanizzato all'interno della superficie analizzata	<i>Valori bassi dell'indicatore</i> Uniformità della distribuzione spaziale degli insediamenti = massima dispersione	<i>Valori alti dell'indicatore</i> Massima compattezza, i nuclei urbanizzati sono concentrati
	Cont	Continuità del pattern insediativo. Si quantifica la continuità dello sviluppo insediativo, quindi della sua compattezza in base alla relazione di contiguità tra celle urbanizzate.	<i>Valori bassi dell'indicatore</i> Distribuzione insediativa poco continua	<i>Valori alti dell'indicatore</i> Distribuzione insediativa particolarmente continua

Tabella 292 – Schema della procedura seguita per l'analisi della componente morfologica alle tre soglie



### Componente della morfologia perimetrale

La componente della morfologia perimetrale è finalizzata alla descrizione delle forme perimetrali degli insediamenti per stabilire il grado di compattezza delle morfologie perimetrali in termini di frastagliatura del perimetro dell'urbanizzato.

I disvalori e i rischi generati da morfologie perimetrali frastagliate (e quindi poco compatte) sono individuabili in: a) maggiori distanze dai centri; b) elevata interferenza con i continui agricoli o naturali; c) elevati costi sociali, economici e ambientali.

Sono stati utilizzati gli indicatori; i) del coefficiente di forma, ii) dell'indice di compattezza dei perimetri sensibili urbani.

### Calcolo del coefficiente di forma – CF

Il coefficiente di forma è finalizzato a misurare il grado di compattezza delle morfologie perimetrali e di frastagliatura della forma.

Valori prossimi all'unità indicano morfologie perimetrali compatte, se invece sono prossimi allo zero evidenziano morfologie perimetrali poco compatte e frastagliate.

Per il calcolo del coefficiente vengono presi in considerazione il perimetro dei nuclei urbanizzati e la loro area corrispondente, utilizzando la seguente relazione:

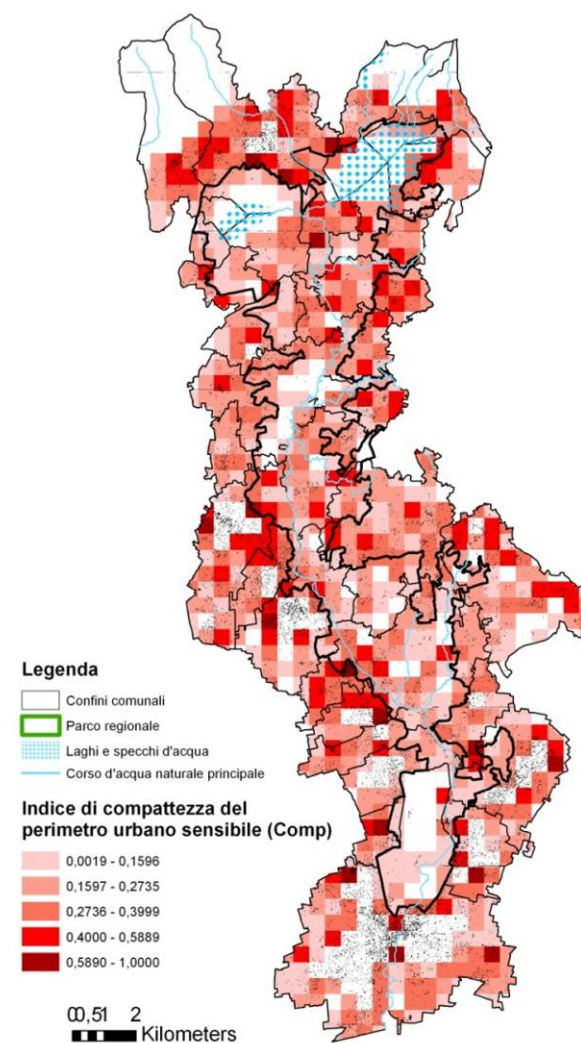
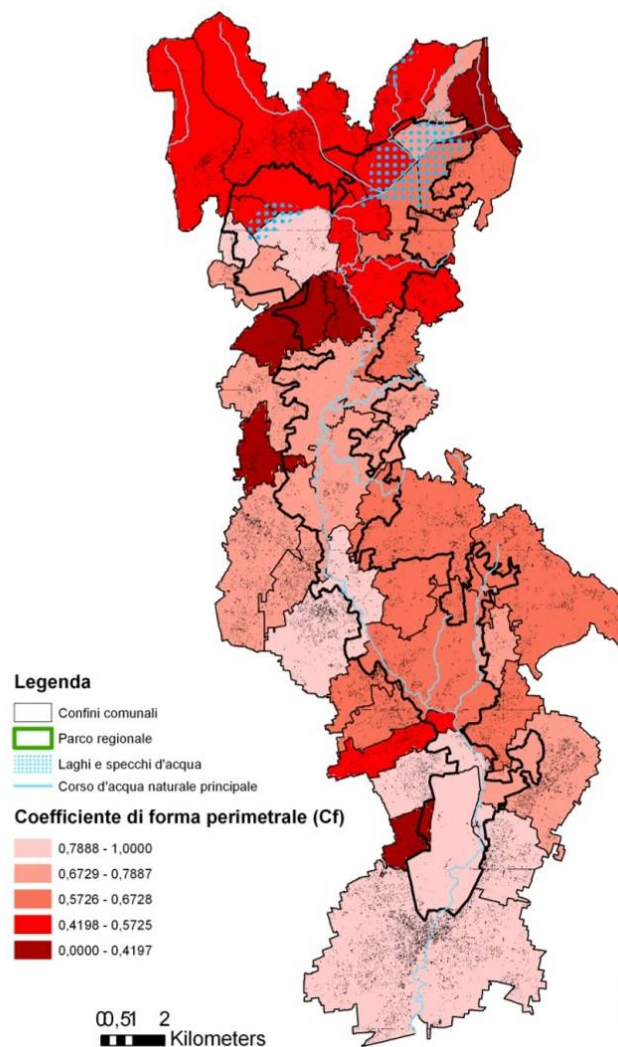
$$CF = Pc / P = 2 * \pi * (A / \pi)^{0,5} / P$$

dove:

P = perimetro dell'*i*-esimo nucleo di urbanizzato

A = area dell'*i*-esimo nucleo di urbanizzato

Nella pagina successiva vengono riportate le risultanze degli indicatori calcolati per la soglia attuale al 2001, finalizzati alla misura della sottocomponente “Struttura del sistema insediativo”.



Dall'analisi del coefficiente di forma dei singoli nuclei emerge come i più estesi nuclei urbanizzati dei comuni dell'area di studio siano in genere caratterizzati da morfologie perimetrali frastagliate e perimetri poco compatti, in corrispondenza dei quali vengono generate elevate pressioni a causa dell'accentuata interferenza con i continui agricoli o naturali, mentre – al contrario – i nuclei di piccola dimensione all'interno dei singoli comuni solitamente presentano perimetri regolari, con elevato coefficiente di forma.

I valori medi comunali più elevati dell'indicatore, localizzati nella parte più settentrionale del territorio consortile, vengono spiegati con un alto grado di frastagliatura della forma perimetrale rispetto a quella originale, dove il limite tra urbanizzato e ambiente rurale sembra essere alquanto indefinito mentre, procedendo verso sud, si evidenzia un'evoluzione del perimetro verso una maggior compattezza al di là del maggior peso dei grandi nuclei urbani, caratterizzati da un basso coefficiente di forma espressivo dell'esistenza di limiti urbani più marcati.

La carta dell'indice di compattezza del perimetro sensibile urbano (nella pagina precedente) individua con colori più intensi gli ambiti caratterizzati da maggiori episodi di frammentazione del perimetro, quantificando puntualmente (e, dunque, non solo fornendo uno stato aggregato di livello comunale) gli episodi più critici nel perimetro urbano sensibile, in coerenza all'obiettivo su cui è stata finalizzata l'analisi della sottocomponente “struttura della morfologia perimetrale”.

#### *Componente della struttura spaziale insediativa*

La componente della struttura spaziale insediativa è finalizzata a misurare la dispersione e/o dispersività degli assetti insediativi; essa rappresenta funzione del numero ed estensione dei nuclei urbanizzati presenti e della loro dispersione nello spazio comunale, ed esprime le modalità di relazione e/o interdipendenza tra il nucleo centrale e gli altri nuclei urbanizzati dello spazio comunale.

La criticità espressa da tale componente insiste in un elevato peso assunto sul complesso della superficie urbanizzata dai nuclei puntiformi o di limitata estensione dell'urbanizzato, in termini tali per cui:

- x) assetto insediativo/armatura territoriale dispersiva → comuni in cui si evidenzia un maggior peso assunto dai nuclei di ridotta dimensione e/o di natura puntiforme;
- y) assetto insediativo/armatura territoriale compatta → comuni in cui si evidenzia un maggior peso assunto dai nuclei di maggiore dimensione.

I disvalori e i rischi di tale componente risiedono nel fatto che scelte urbanizzative in favore di nuclei di ridotta dimensione e/o di natura puntiforme provocano una polverizzazione dell'armatura insediativa, con conseguenti elevati consumi di suolo e maggiori costi ambientali e di trasporto.

Nell'analisi sono stati utilizzati i seguenti indicatori:

- a) indice di dispersione puntiforme – Disp1;
- b) peso dei nuclei urbanizzati di limitata estensione – Disp2;
- c) peso del nucleo maggiore – Disp3;
- d) indice di dispersione di Gini.

#### *Indice di dispersione dell'urbanizzato puntiforme – Disp1*

La finalità dell'indice di dispersione è quella di misurare il peso dell'urbanizzato puntiforme sullo spazio non insediato di un territorio: a valori elevati dell'indice coincide un'elevata polverizzazione della maglia insediativa (e, dunque, un elevato peso dell'urbanizzato puntiforme sulla superficie urbanizzata totale) mentre a bassi valori dell'indice coincide una bassa polverizzazione della maglia insediativa (con un trascurabile peso dell'urbanizzato puntiforme sulla superficie urbanizzata totale); l'indice sarà calcolabile con:

$$Disp1 = \frac{n^{\circ} \text{ nuclei puntiformi} \cdot 625}{10^4 \text{ m}^2 - \text{superficie urbanizzata}}$$

#### *Indice di distribuzione dei nuclei < 15 ha – Disp2*

Il Disp2 è rappresentativo del peso dei piccoli nuclei (< 15 ha) sul totale della superficie urbanizzata comunale; a valori elevati dell'indicatore corrisponde un elevato peso dei nuclei urbanizzati di limitata estensione sul complesso della superficie urbanizzata e, dunque, un'elevata dispersione del sistema insediativo mentre, a

valori bassi dell'indicatore, corrisponde un basso peso dei nuclei urbanizzati di limitata estensione sul complesso della superficie urbanizzata e, pertanto, un sistema insediativo poco disperso.

Questo indice sarà calcolabile con la formula:

$$Disp2 = \frac{S_{picc}}{S_{totale}}$$

dove:

S. picc = superficie urbanizzata di piccola dimensione (è stata scelta una dimensione di 15 ha);

S. totale = superficie urbanizzata totale del territorio comunale.

Alla soglia attuale si riscontra una diminuzione omogenea dei valori del peso dei piccoli nuclei di quasi tutti i comuni, indicativa del processo di concentrazione e agglomerazione che ha coinvolto i nuclei storici, i quali si sono espansi aumentando il loro peso in termini di superficie urbanizzata; tuttavia i valori rimangono nel complesso elevati, a testimonianza del fatto che l'armatura insediativa storica abbia inciso notevolmente per contenere la dispersione dello sviluppo urbanizzativo avvenuto negli ultimi decenni.

#### *Indice di distribuzione dei nuclei > 15 ha – Disp3*

Il Disp3 misura il peso in superficie dei grandi nuclei (>15 ha) sul totale della superficie urbanizzata comunale. Valori elevati descrivono una situazione di elevata compattezza urbanizzativa e un elevato peso del nucleo maggiore sulla superficie urbanizzata totale, mentre valori bassi descrivono una situazione di bassa compattezza urbanizzativa e un basso peso del nucleo maggiore sulla superficie urbanizzata totale, sulla base della formalizzazione:

$$Disp3 = \frac{S_{max}}{S_{totale}}$$

dove:

S. max = superficie urbanizzata dai centri di maggiori dimensioni (oltre 15 ha);

S. totale = superficie urbanizzata totale territorio comunale.

L'esame dell'armatura insediativa in atto fa constatare il generale innalzamento del peso dei nuclei di dimensione maggiore per tutta l'area: sono andati formandosi nodi di entità maggiore rispetto ai primigeni ridotti nuclei che caratterizzavano l'assetto insediativo dell'immediato dopoguerra, denunciando un massiccio processo di agglomerazione che ha portato alla creazione di grossi centri urbani: in particolare, si nota come la formazione dei grossi nodi urbani sia avvenuta lungo la statale Vallassina e a corona del comune di Monza, mentre a nord del bacino considerato i valori più elevati di innalzamento dell'indice si registrano in corrispondenza di Erba, Lurago d'Erba, Lambrugo, Cassago Brianza e Renate; invece, i comuni della fascia centrale del Parco e della corona meridionale dei laghi prealpini sono caratterizzati da un assetto insediativo maggiormente diffuso, in cui prevale il peso dei nuclei di minor dimensione.

#### *Indice di dispersività di Gini*

Per la costruzione dell'indice di Gini, si vedano alcune premesse in Paolillo P.L., a cura di, 2005, *Rendiconti cremonesi. Il contributo del Politecnico di Milano alla conoscenza delle dinamiche evolutive nel territorio di Cremona*, Clup, Milano, pp. 261-286; si veda lo sviluppo dell'intera procedura in Paolillo P.L., 2005, "Il contenimento della dispersione insediativa e l'uso degli indicatori nella valutazione ambientale strategica: un'applicazione in area vasta", in *Urbanistica*, n. 128, pp. 111-123.

Un particolare problema delle analisi di grandi moli di dati (come appaiono, appunto, quelli territoriali) è quello della concentrazione, introdotta da Lorentz e soprattutto da Gini in ambito socio-economico, dove trova tuttora grande applicazione. Quando si parla di concentrazione si fa riferimento innanzitutto alla curva di Lorentz o di Lorentz-Gini: anche in questo caso, la definizione può essere riferita ai dati osservati oppure a un modello di previsione (variabile aleatoria) e, nel suo contesto originario (descrittivo di dati osservati), la curva è costituita da punti che hanno in ascissa la frazione cumulata della popolazione, avendo ordinato la popolazione per reddito crescente, e in ordinata la corrispondente frazione cumulata del reddito totale.

È possibile definire la concentrazione anche in relazione a un modello di previsione. Sia, in tal caso, X la variabile aleatoria che assumiamo per semplicità continua, positiva e dotata di valore atteso  $\mu = E(X)$ , di di-

stribuzione cumulativa  $F$  e con densità  $f$ . Sia inoltre  $F_X^{-1}(x) = \inf_t \{t : F_X(t) \geq x\}$ . La curva di concentrazione di  $X$  si definisce come

$$L(p) = \mu^{-1} \int_0^p F_X^{-1}(t) dt, \quad 0 \leq p \leq 1.$$

Di ritorno, si può vedere che se indichiamo con  $F_X^*(x) = (\# \text{ osservazioni} \leq x) / (\# \text{ totale osservazioni})$  la funzione di distribuzione cumulativa osservata (o empirica), la definizione precedente contiene quella «storica» a patto di sostituire  $F_X^{-1}(x)$  con  $F_X^{*-1}(x)$ . Il punto  $(p, L(p))$  ha come ordinata la frazione dei redditi posseduta dalla frazione  $p$  della popolazione meno abbiente. Infatti  $\int_0^1 F_X^{-1}(t) dt$  è la media  $E(X)$ , che è proporzionale al reddito totale e, se riferito alla distribuzione osservata  $F_X^*(x)$  basata sui dati  $x_1, \dots, x_n$ , lo stesso integrale conduce a

$\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_{(i)}$ , che è la media  $\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$  (mentre  $x_{(i)}$  sono i dati riordinati dal più piccolo al più grande). Questo valore, moltiplicato per il totale della popolazione ( $n$  individui), fornisce il reddito totale.

L'integrale  $\int_0^p F_X^{-1}(t) dt$  è proporzionale (con la stessa costante di proporzionalità del precedente) alla media dei redditi posseduta dalla frazione  $p$  meno abbiente della popolazione. Se riferito, invece, alla distribuzione osservata  $F_X^*(x)$  basata sui dati  $x_1, \dots, x_n$ , conduce al valore  $\frac{1}{n} \sum_{i=1}^{\lfloor np \rfloor} x_{(i)}$  (e  $\lfloor np \rfloor$  è la parte intera inferiore del numero  $np$ ). Ancora, moltiplicando questo valore per  $n$  si ha il reddito totale degli  $\lfloor np \rfloor$  soggetti più poveri.

È dunque evidente che il valore  $L(p)$  coincide con il rapporto  $\frac{\sum_{i=1}^{\lfloor np \rfloor} x_{(i)}}{\sum_{i=1}^n x_i}$  (la definizione originaria). Di più, volendo fare inferenza sul valore  $L(p)$ , pensato in riferimento a una variabile aleatoria  $X$  di cui si è osservato un

campione  $x_1, \dots, x_n$ , l'espressione  $\frac{\sum_{i=1}^{\lfloor np \rfloor} x_{(i)}}{\sum_{i=1}^n x_i}$  ne costituisce una stima, ottenuta con lo stimatore  $\frac{\sum_{i=1}^{\lfloor np \rfloor} X_{(i)}}{\sum_{i=1}^n X_i}$ .

La curva di Lorentz è sempre concava (nel caso osservato i punti della funzione  $L(p)$  hanno ascissa multipla

$\frac{1}{n}$

di  $n$  e vengono congiunti con segmenti di retta, ottenendo una spezzata continua).

L'informazione contenuta nella curva di Lorentz si sintetizza, ovviamente con perdita di informazione, attraverso l'indice di Gini, numero che s'ottiene dalla curva di concentrazione sopra definita calcolandone l'area compresa fra la curva di concentrazione in caso di equidistribuzione (cioè della distribuzione uniforme, che è la bisettrice del primo e terzo quadrante ristretta all'intervallo  $[0,1]$ ) e la curva di Lorentz della popolazione in esame, dividendola per  $1/2$  (l'area sottesa dalla curva di concentrazione in caso di equidistribuzione). Al soli-

$$2 \sum_{j=1}^n \left( X_j - \frac{\sum_{i=1}^j X_{(i)}}{\sum_{i=1}^n X_i} \right) \frac{1}{n}$$

to, se riferito ai dati osservati avrà l'espressione

mentre, se riferita alla variabile aleatoria, sarà

$$2 \int_0^1 \left( p - \left( \mu^{-1} \int_0^p F_X^{-1}(t) dt \right) \right) dp.$$



L'indice non discrimina (per esempio) situazioni con curve di concentrazione simmetriche rispetto all'asse  $y=-p+1$ . D'altra parte l'intera informazione è contenuta nella curva di concentrazione e non in una sua proprietà. È anche possibile una stima indiretta dell'indice di Gini, calcolando dapprima i parametri della densità della popolazione, e poi l'indice in funzione di tale densità.

L'indice di Gini appartiene alla classe delle misure di disuguaglianza fra distribuzioni, e gode delle seguenti proprietà:

(1)

principio di trasferimento: esso afferma che, essendo  $X_1, X_2, \dots, X_n$ , dei «redditi» (che, riordinati, divengono  $X_{(1)}, X_{(2)}, \dots, X_{(n)}$ ), qualora per esempio si trasferisca «reddito» da  $X_{(i)}$  a  $X_{(j)}$ , con  $i > j$ , l'indice diminuisce; la grandezza misurata da  $X_{(i)}$  può anche non rappresentare un reddito, quel che conta è che sia trasferibile da un soggetto a un altro, come accade per i redditi; nel nostro caso la grandezza trasferibile è l'area (urbanizzata);

(2)

indipendenza dalla scala: l'indice non muta se ogni «reddito» viene moltiplicato con lo stesso fattore;

(3)

proprietà di uguale addizione dei redditi: addizionando a ogni reddito un'uguale quantità l'indice diminuisce, sottraendo un'uguale quantità l'indice aumenta;

(4)

proprietà di simmetria: l'indice è invariante nei confronti di ogni permutazione di redditi rispetto ai soggetti ( $X_1, X_2, \dots, X_n$  ha lo stesso indice di  $X_{i_1}, X_{i_2}, \dots, X_{i_n}$ , se  $i_1, i_2, \dots, i_n$ , è una permutazione di indici);

(5)

proprietà di normalizzazione: l'indice varia fra zero (perfetta uguaglianza) e uno (perfetta concentrazione);

(6)

principio di operazionalità: la valutazione dell'indice non dipende da parametri o funzioni che devono essere fissati dallo sperimentatore; partendo quindi dagli stessi dati, sperimentatori differenti ottengono lo stesso risultato indipendentemente dalla loro soggettività.

Tali proprietà, possedute dall'indice di Gini, sono auspicabili per qualsiasi altra misura di disuguaglianza fra distribuzioni; altri indici presenti in letteratura (per esempio il coefficiente di variazione, la deviazione media relativa, gli indici di Theile o di Hirschman, l'indice di informazione generalizzato, il rapporto di Atkinson o quello di Kolm) non godono di tali proprietà e restano confinati in ambiti particolari; perciò l'indice di Gini rimane quello più ampiamente accettato.”

#### *L'indice di Gini come descrittore rilevante della diffusione insediativa*

L'indice di Gini, espresso attraverso una curva di Lorentz<sup>2</sup>, è stato assunto per descrivere l'armatura insediativa del bacino del Parco regionale della Valle del Lambro; la stima della curva genera un coefficiente tra zero e uno, con i casi estremi dell'indice in cui 0 = perfetta uguaglianza<sup>3</sup> (nel caso limite in cui tutti i nodi urbanizzati di un territorio comunale esprimano la medesima superficie tendendo a un modello insediativo disperso = perfetta uguaglianza) e 1 = perfetta disuguaglianza (nel caso corrispondente a un solo nucleo di dimensione misurabile, con tutti gli altri di dimensioni trascurabili); nominando con A l'area tra la linea di perfetta eguaglianza (la bisettrice) e la curva di Lorentz/Gini, e con B l'area sottesa dalla curva di Lorentz il coefficiente di Gini risulterà  $A/(A+B)$ <sup>4</sup>.

In base a quanto detto, a valori bassi dell'indice (bassa concentrazione) corrisponderà un assetto insediativo caratterizzato da elevata dispersività, mentre a valori elevati dell'indice (alta concentrazione) non potrà che corrispondere un assetto insediativo caratterizzato da bassa dispersività.

<sup>2</sup> Come illustrato precedentemente

<sup>3</sup> La curva di Lorentz di equidistribuzione, o distribuzione uniforme, è espressa dalla bisettrice del primo e terzo quadrante ristretto all'intervallo  $[0,1]$ ; in questo caso, se il numero di nodi è elevato,  $A+B \equiv 1/2$

<sup>4</sup> Per l'esemplificazione si rimanda al paragrafo successivo inerente alla costruzione delle curve di Lorentz/Gini per i comuni dell'area di studio

### *Il procedimento di calcolo dell'indice di Gini*

Nel caso del Parco regionale della Valle del Lambro, l'indice di Gini è stato calcolato attraverso l'uso di ArcView® e di MatLab®, utilizzando il file di programmazione che viene riportato di seguito.

Procedimento in ambiente Gis per tutto lo spazio considerato: calcolo dell'area dei singoli poligoni di urbanizzato

In ambiente Excel per ogni comune: *i)* ordinare gli  $n$  poligoni in modo crescente in base all'area; *ii)* assegnare un codice per ogni poligono e ricavare i valori degli assi  $X$  e  $Y$  con le formule:

$$X = \frac{Id\_poligono}{n^{\circ} \max dipoligoni}$$

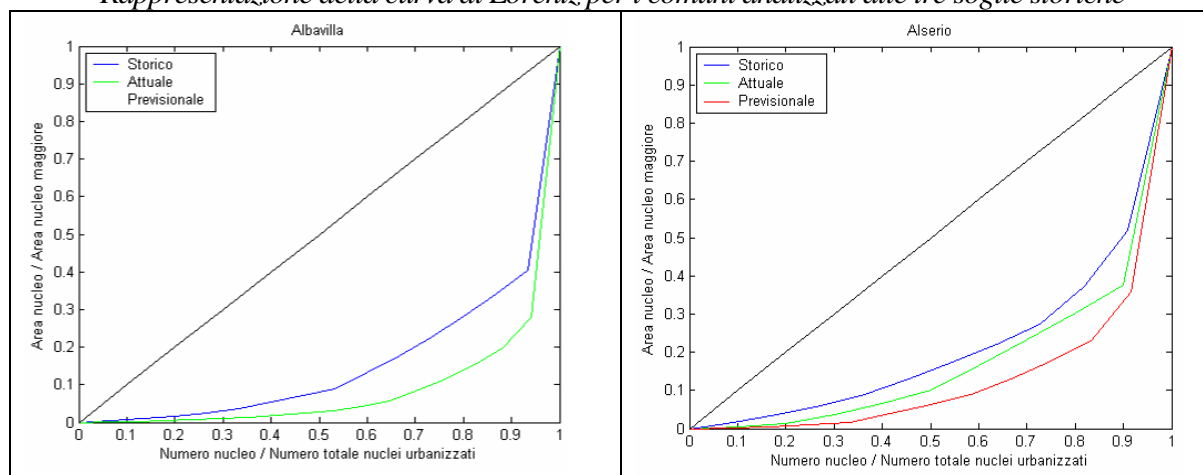
$$Y = \frac{Area\_n^{mo} poligono}{Area\_poligon\_max\_superficie}$$

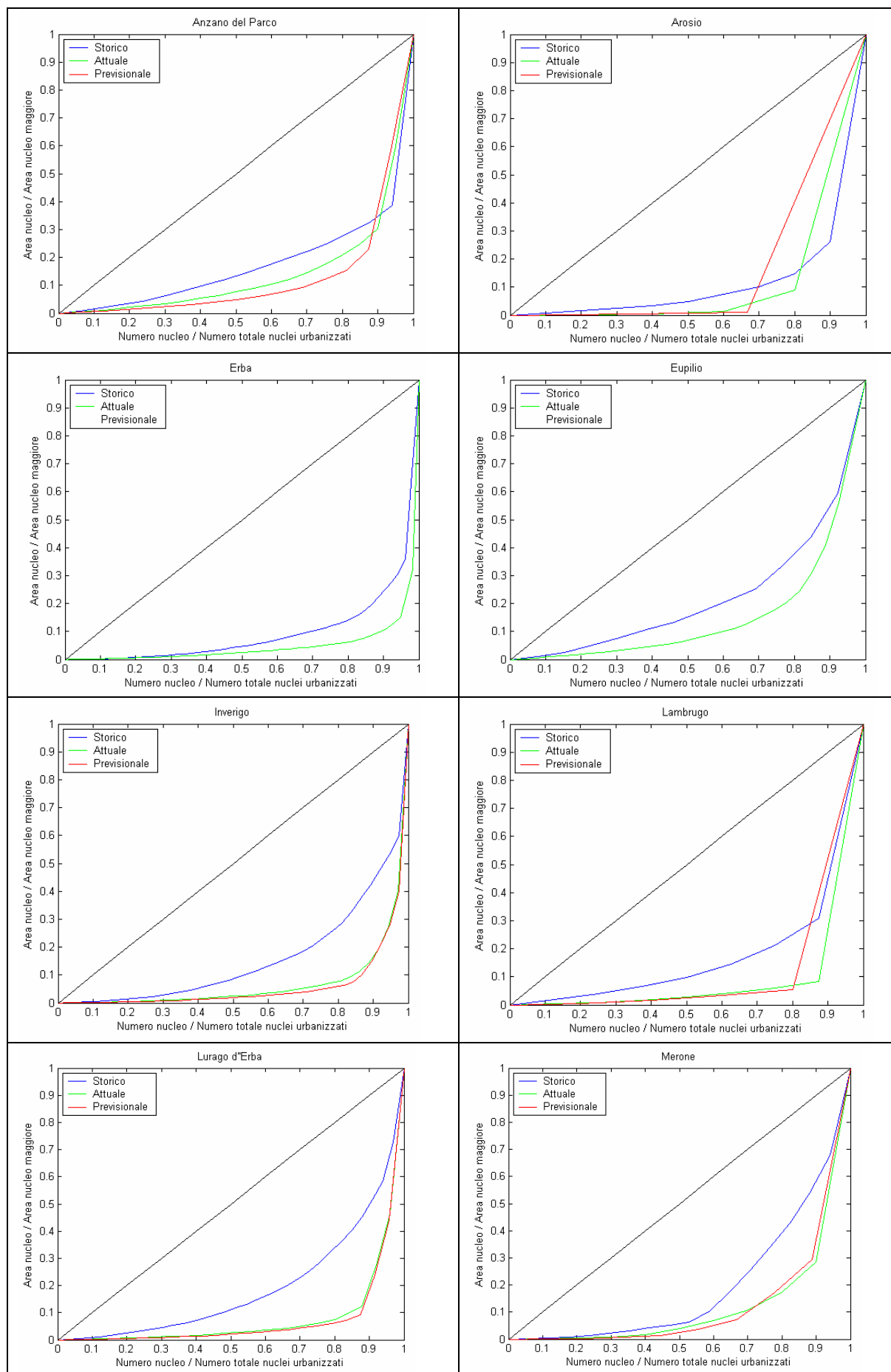
I dati predisposti in forma tabellare vengono così elaborati in ambiente MatLab® con il seguente algoritmo.

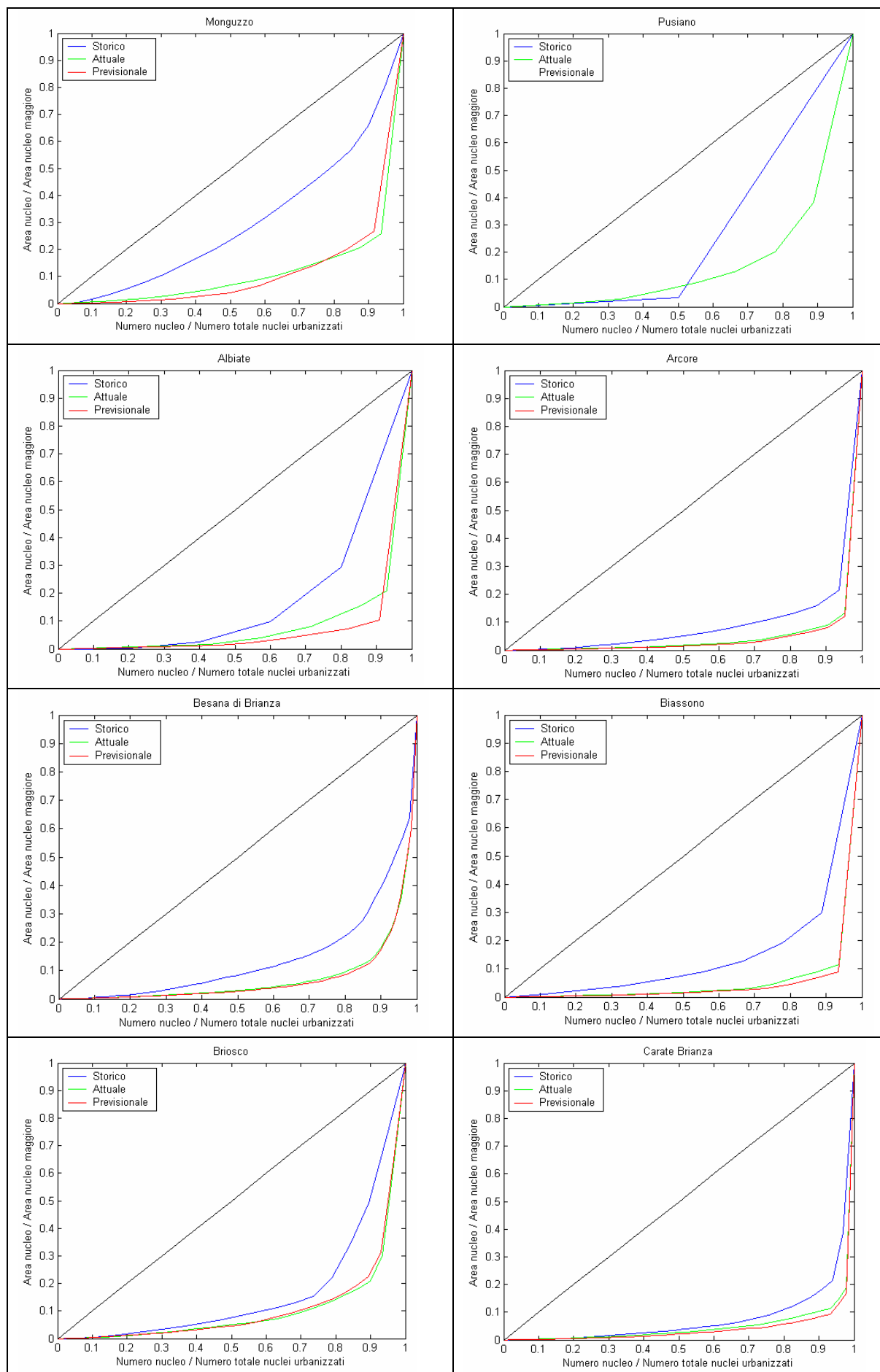
```
Comuni = [15];
for i = Comuni;
A=urb_sto(urb_sto(:,1)==i,:);
B=sortrows(A,2);
x=[0:size(B,1)]/size(B,1);
y=[0;cumsum(B(:,2))/sum(B(:,2))];
z(i,1)=diff(x,1,1)*(y(1:length(y)-1,:)+y(2:length(y),:))/2;
z2 = 1 - 2*z
plot(x,y,'k+-')
hold on
end
hold off
```

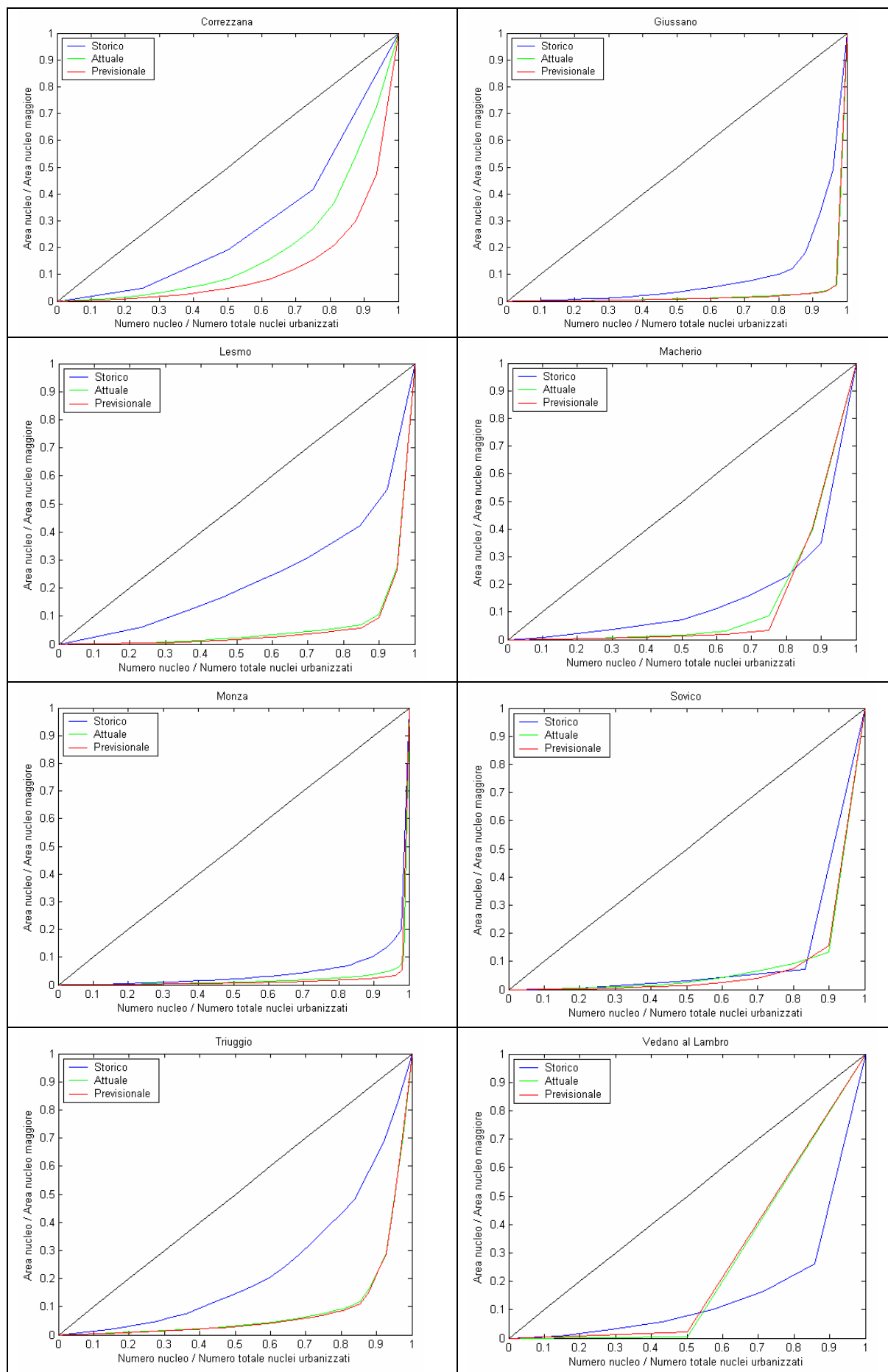
Si riportano nel seguito le curve di Lorentz/Gini, espressive degli andamenti comunali del coefficiente di Gini alla soglia storica, attuale (2001) e previsionale (da Prg), ottenute dalle applicazioni effettuate in ambiente MatLab®.

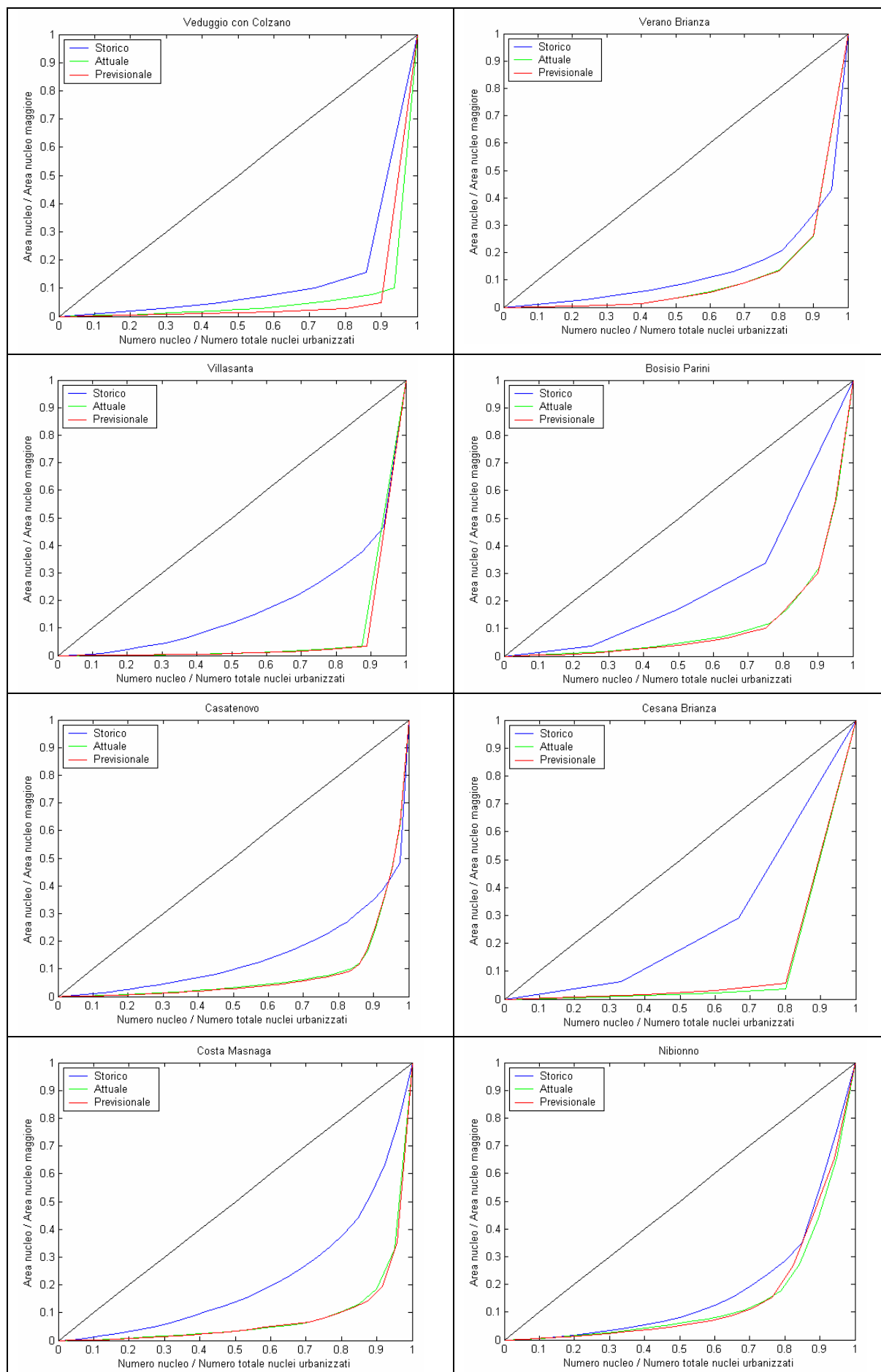
*Rappresentazione della curva di Lorentz per i comuni analizzati alle tre soglie storiche*

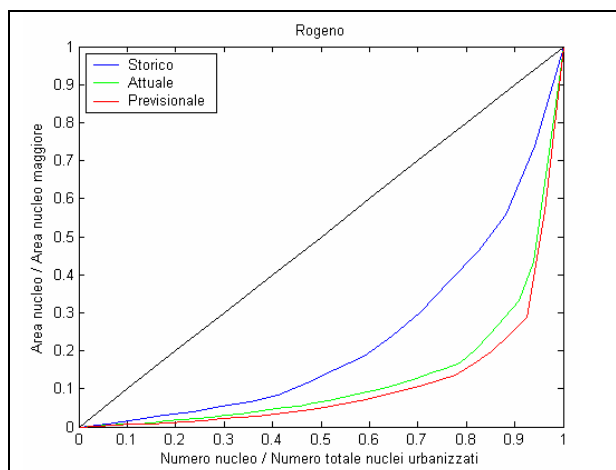












Nei precedenti grafici sono state rappresentate le risultanze dell'indice di Gini per comune, alle tre differenti soglie temporali considerate; in sintesi si ha, pertanto, che:

1. alla soglia dell'immediato dopoguerra i comuni a maggiore indice, caratterizzati da un nucleo centrale di maggior dimensione rispetto ai nodi circostanti, erano Monza (con il valore più elevato di concentrazione insediativa), Arcore, Carate Brianza e Giussano per la provincia di Milano, oltre a Erba a nord del territorio di studio; nei restanti comuni l'assetto insediativo era caratterizzato da bassi valori dell'indice, che significano nodi urbani meno numerosi e tutti grosso modo delle stesse dimensioni, con una distribuzione all'incirca uniforme sul territorio comunale;
2. l'esame dell'armatura insediativa in atto (soglia dei dati al 2001) fa constatare il generale innalzamento dell'indice di Gini per tutta l'area di studio, evidenziando una distribuzione insediativa piuttosto uniforme nei comuni, che pertanto si differenzia assai dalla soglia originaria: sono andati formandosi molti più nodi di maggior entità rispetto ai piccoli nuclei originari generando, attraverso l'aumento dell'indice, una approssimazione alla curva di perfetta disuguaglianza, fattore sintomatico di un modello di sviluppo insediativo diffusivo su tutto il territorio.

Dall'analisi della soglia previsionale, generata dalle zone di espansione dei piani, si evidenzia l'ampliamento del processo urbanizzativo e del corrispondente consumo di suolo – pur se il numero totale di nodi urbanizzati rimane costante – che porta alla dilatazione dei nuclei già esistenti, manifestando processi di concentrazione del nuovo sviluppo urbanizzativo verso i gangli urbani già esistenti.

Nelle pagine seguenti vengono riportate le risultanze degli indicatori, finalizzate alla misura della sottocomponente "Struttura del sistema insediativo" per quanto riguarda la soglia al 2001.



