

GEOCRIMINOLOGIA: L'ANALISI TERRITORIALE PER LO STUDIO E LA  
PREVENZIONE DEL CRIMINE

Matteo CAGLIONI<sup>1</sup>, Giovanni RABINO<sup>2</sup>

1 Università di Pisa - Dipartimento di Ingegneria Civile, via Diotisalvi 2, 56126, Pisa.

2 Politecnico di Milano - DiAP, piazza Leonardo da Vinci 32, 20133, Milano.

**SOMMARIO**

Nel corso degli ultimi anni si è verificata una crescente attenzione dei media e dell'opinione pubblica nei confronti del concetto di "Sicurezza Pubblica". Il senso di insicurezza soggettiva è dato dalla consapevolezza che esistono determinati fenomeni criminali che hanno una dimensionalità locale ed una pericolosità tangibile tali da far presupporre che essi non possano prescindere dalle realtà economiche e socioculturali del luogo in cui avvengono.

In quest'ottica si inserisce il *Crime Mapping*, che si è rivelato essere un supporto decisionale importante per combattere i fenomeni di tipo criminale sul territorio. Lo scopo di questa metodologia sarà quello di sviluppare delle tecniche di analisi spaziale in grado di supportare ed affinare strategie di controllo per la prevenzione della criminalità, isolando ed analizzando l'impatto che il luogo ha sul reato in esso consumato, e consentendo un monitoraggio qualitativo e quantitativo dei fenomeni criminosi.

In questo studio verranno evidenziati i risultati ottenuti da un'analisi condotta sul caso di studio di Sesto San Giovanni, comune della provincia milanese, caratterizzato da sensibili criticità a livello di sicurezza e criminalità.

**RICONOSCIMENTI**

Il presente lavoro è tratto dalla tesi di laurea specialistica di Angela Levanto, che ha eseguito la parte operativa, contribuendo anche alla impostazione teorica e metodologica.

## INTRODUZIONE

Nel corso degli ultimi anni si è verificata una marcata attenzione dei media e dell'opinione pubblica verso il concetto di "Sicurezza Pubblica". Il senso di insicurezza soggettiva è dato dalla consapevolezza che esistono determinati fenomeni criminali che hanno una dimensionalità locale ed una pericolosità tangibile, come prima detto, tali da far presupporre che essi non possano prescindere dalle realtà economiche e socioculturali del luogo in cui avvengono. La prospettiva è quindi quella di sviluppare degli interventi a tutto campo che risultino efficaci per il contrasto della criminalità, sotto l'ipotesi che la distribuzione dei reati sul territorio non sia geograficamente casuale, ma dipenda da diverse tipologie di fattori, caratterizzati da rilevanti differenze degli aspetti socioeconomici della popolazione locale.

E' stata sviluppata una serie di tecnologie e discipline, che fungono da supporto allo studio dei reati. In questo filone si inserisce una metodologia specifica di intervento che tiene conto, da un lato, di una dimensionalità territoriale su diversa scala e, dall'altro, delle relazioni tra territorio e sicurezza. Scopo di questa metodologia sarà quello di sviluppare delle tecniche di analisi spaziale in grado di supportare ed affinare strategie di controllo per la prevenzione della criminalità, isolando ed analizzando l'impatto che il luogo ha sul reato in esso consumato, e consentendo un monitoraggio qualitativo e quantitativo dei fenomeni criminosi.

L'analisi territoriale richiede una specifica conoscenza dei fenomeni non soltanto dal punto di vista oggettivo (numero, tipologia del reato, luogo, tempo e modalità) ma anche soggettivo, e cioè con riferimento sia agli autori del reato (per capire chi sono, dove, perché e con quali modalità operano) che alle vittime (per capire perché vengono scelte).

In quest'ottica si inserisce lo strumento di validità generale del Crime Mapping, che si rivela essere un supporto decisionale importante per il contrasto dei fenomeni di tipo criminale sul territorio.

## IL CRIME MAPPING

Molti fattori, dal richiamo di certi obiettivi potenziali alla semplice convenienza geografica per il criminale, influenzano il luogo dove una persona sceglie di infrangere la legge. Per questo la comprensione del luogo e del motivo per cui i crimini sono commessi potrebbe migliorare l'attività di prevenzione di un fenomeno criminale. In questo senso le mappe generate con uno strumento specifico offrono una rappresentazione grafica di determinati problemi legati a tale fenomenologia. Questo strumento viene identificato nel *Crime Mapping*, che racchiude in sé una serie di tecniche di analisi spaziali utili a questo scopo.

I vantaggi di questo strumento sono visti in un'ottica di strategia di osservazione e controllo del territorio; esso sviluppa infatti dei prodotti di *intelligence* utilizzabili dalle Autorità competenti, tra cui:

- *intelligence* integrativa, che comprende la visualizzazione, l'interazione, l'esplorazione e la comprensione di un crimine;

- *intelligence* tattica, ovvero un supporto per analisi investigative e tattiche attraverso l'uso di strumenti dinamici tipo GIS;
- *intelligence* valutativa, ovvero uno strumento capace di formulare valutazioni sulla situazione attuale e di definire le problematiche di un'area colpita.

Un'analisi condotta con questa procedura avanzata, inoltre, abbassa l'errore di "misura": studi hanno infatti dimostrato che la percezione da parte delle Forze di Polizia del luogo in cui i reati avvengono non corrisponde al luogo in cui di fatto questi si verificano. Basare le decisioni di impiego delle pattuglie sulla sola base della percezione può risultare inattendibile per una serie di motivi legati ad informazioni sbagliate, ad una insensibilità alle problematiche emergenti, ad una visione frammentata dell'insieme.

Il nutrito set di analisi in cui si dispiega il *Crime Mapping* permette un'elaborazione dei dati inerenti ai reati sia nel tempo che nello spazio: la domanda che spesso le Autorità si pongono è la seguente: *come è cambiato il crimine in questa zona nell'ultima settimana o mese o anno?* Il tempo quindi, come è ovvio, è un elemento fondamentale in questa tipologia di analisi, e questo è dovuto anche al fatto che nei Dipartimenti di Polizia tutto è organizzato secondo quello che in letteratura viene chiamato *tempo strutturato*, cioè secondo una turnazione. L'analisi temporale si pone dunque come uno strumento in più in grado di offrire un'analisi approfondita sia dei reati che delle priorità tipiche della zona di interesse, permettendo di attuare una politica di prevenzione del reato mediante precise allocazioni di risorse e di strumenti.

Nella realizzazione di mappe della criminalità, si deve tener conto, da un lato, delle finalità dell'analista, e, dall'altro, della dimensionalità dell'informazione, caratterizzata da attributi spaziali (superficie di studio), temporali (periodo di analisi), tematici (contesto socioeconomico e culturale); attraverso l'utilizzo di software GIS si producono mappe che risultano allora essere "multifunzioni" e "multitematiche", con il duplice scopo di consentire la formulazione di una cornice diagnostica e di sviluppare una teoria esplicativa.

## LA CARTOGRAFIA CRIMINALE

E' stato ampiamente dimostrato che sussistono delle interazioni tra il crimine ed il territorio: l'obiettivo di un approccio geografico come quello della geocriminologia sarà allora quello di spiegare le variazioni spaziali della criminalità su quel territorio, sotto l'ipotesi dell'esistenza di una partizione geografica, spaziale e sociale della criminalità.

La modellizzazione della distribuzione dei reati sotto questa ipotesi costituirà un strumento operativo per le Forze dell'Ordine, e permetterà di rispondere alle seguenti domande che gli operatori si porranno: *il crimine è concentrato in quei quartieri che comportano delle caratteristiche sociali particolari?* o ancora, *il crimine avviene in luoghi particolari nelle reti viarie urbane ed è correlato ad un certo paesaggio urbano?* o ancora, *il crimine è concentrato in certi orari che corrispondono a dei modelli di comportamento sociale?*

La sfida della geocriminologia sarà dunque legare il fenomeno criminale oggettivo al suo contesto: la presenza di fermate del trasporto pubblico, di infrastrutture sportive, di parcheggi, di strade residenziali o commerciali può generare un insieme di reati e dimostra l'esistenza di un'interazione tra questi e gli elementi urbani. Il cosiddetto "passaggio all'atto criminale" sarà infatti il risultato della combinazione tra il movente e l'opportunità.

Per ciascuno spazio di attività all'interno di una città, o più in generale di un territorio, può essere infatti modellizzata una struttura di opportunità per determinare un indice di attrazione. In base a questo, è possibile stabilire quali siano le zone più sensibili e di maggiore opportunità dal punto di vista del criminale (zone attrattive o zone generatrici). Di fatto, questi sono molto sensibili alle misure dissuasive come la sorveglianza, attuata dalla Forze di Polizia attraverso il controllo, la coesione sociale, la densità di popolazione, il numero delle attività commerciali e dei luoghi di ritrovo, o ancora al sistema di trasporto, che permetterà ai criminali di viaggiare più o meno indisturbati.

I fattori urbani e sociali appena elencati mutano sia nel tempo, definendo una certa stagionalità, che nello spazio, comportando delle differenti concentrazioni spaziali dei fenomeni criminali. Occorre condurre allora uno studio spazio-temporale di tali concentrazioni, attraverso le tecniche di cui dispone il *Crime Mapping*, in grado di analizzare le proprietà di una distribuzione di eventi, sia in termini di "posizione" e "dispersione", sia in termini di "densità".

Uno dei maggiori limiti di cui è affetta la cartografia criminale è quello di possedere un certo grado di soggettività, spalmata nelle tre fasi cruciali del processo di modellizzazione: nella fase di memorizzazione dei dati, possono essere commessi errori nel processo di raccolta e gestione degli stessi, nella fase di identificazione dell'area di studio, occorre necessariamente rivolgersi alle Autorità competenti, ed infine nella fase di definizione del raggio di ricerca, occorre evitare un eventuale appiattimento dei picchi ed una eventuale eliminazione dei *cluster*. Tuttavia, un'analisi territoriale condotta su piccole porzioni di territorio può tranquillamente ovviare a questi errori.

## IL CONTROLLO DEL TERRITORIO

Il Controllo del Territorio è uno dei compiti svolti nell'ambito della Pubblica Sicurezza ed è quella organizzazione, condivisa da Polizia di Stato e Carabinieri, il cui scopo è la prevenzione generale ed il soccorso pubblico.

Tratteremo in particolar modo il servizio svolto dalla Squadra Volante, ovvero di quel dispositivo con il quale le singole Questure e Commissariati intervengono sul territorio e che si occupa, in assenza di emergenze in atto, del pattugliamento del territorio, ossia

dell'osservazione ripetuta e mirata del territorio da parte di personale a conoscenza delle realtà peculiari di ciascuna zona di competenza, e nelle condizioni di poter intuire lo svolgimento in corso di eventi delittuosi riconoscendo circostanze particolari che, per tempo o per luogo, destano attenzione. Nel caso applicativo il controllo del territorio viene svolto da una pattuglia automontata composta da due operatori, che copre il servizio di Squadra Volante in maniera continuativa (lungo l'intero arco delle 24 ore ed in tutti i giorni della settimana a prescindere da eventuali festività particolari).

Il territorio sul quale è stata condotta l'analisi è definito dai limiti amministrativi del Comune di Sesto San Giovanni. Esso è stato caratterizzato da un repentino sviluppo e successivamente da un altrettanto repentino abbandono delle fabbriche, soprattutto metallurgiche. Ad oggi, una vastissima porzione del territorio sestese risulta investita dalla dismissione industriale. Molto deve essere ancora fatto per una riqualificazione urbana di queste aree, che si estendono per la maggior parte nella zona Nord Orientale, in particolare nelle circoscrizioni 4 e 5.

Fondamentale risulta la realizzazione di tre stazioni metropolitane e di una stazione ferroviaria; quest'ultima, così come le grandi arterie di comunicazione, attraversano longitudinalmente il territorio di Sesto San Giovanni, creando idealmente una sorta di suddivisione tra le aree di degrado a Est (circoscrizioni 4 e 5), e le aree economicamente "attive" a Ovest (circoscrizioni 1, 2, 3), dove sono dislocati i maggiori obiettivi sensibili.

#### LE TECNICHE DI ANALISI SPAZIALE

Possiamo individuare, all'interno dell'insieme complessivo delle tecniche di analisi spaziale utilizzate nel *Crime Mapping*, tre grandi famiglie. La prima, la *Point Pattern Analysis*, analizza la particolare configurazione e disposizione che una distribuzione di punti assume nello spazio; la seconda, la *Spatially Continuous Data Analysis*, comprende un'analisi dei dati qualitativi associati ad ogni punto (es. temperatura), al fine di prevedere i valori della variabile negli altri punti; la terza, la *Area Data Analysis*, raccoglie infine le tecniche di analisi di dati spaziali di tipo areale, allo scopo di scoprire eventuali anomalie.

Nel caso di applicazione saranno considerate solo le tecniche previste dalla *Point Pattern Analysis*, in quanto i dati trattati nel campo della geocriminologia sono di tipo puntiforme (localizzazioni dei reati, obiettivi sensibili, centroidi delle sezioni di censimento). Ogni "evento" è definito da una coordinata X e una coordinata Y.

##### **1.1 Statistiche centrografiche**

Costituiscono la classe più semplice di indici per la descrizione delle caratteristiche generali di una distribuzione e delle sue proprietà di primo ordine, suddividendosi in "indici di posizione" e "indici di dispersione". I primi comprendono le definizioni di centro medio e centro di minima distanza, mentre i secondi, utili per analizzare quanto i valori di una distribuzione siano dispersi attorno al valore medio, comprendono le definizioni di deviazione standard, di distanza standard e di ellissi di deviazione standard.

**Centro medio.** Detto anche centro di gravità o baricentro, esso è dato la media delle coordinate X e Y. Spesso gli eventi di una distribuzione sono caratterizzati da un'importanza diversa l'uno dall'altro: per tener conto di queste peculiarità si introduce il cosiddetto centro medio pesato ottenuto, appunto, pesando ciascuna coordinata per un'altra variabile  $W_i$ .

**Centro di minima distanza.** Nel caso 2D, esso è definito come il punto in cui la somma delle distanze da tutti gli altri eventi è minima. Non esistendo una formula per il calcolo di questo punto è necessario ricorrere ad algoritmi iterativi in grado di determinare in maniera approssimata questa localizzazione.

**Deviazione Standard.** Nel caso 2D, la definizione è quella classica per una singola variabile applicata separatamente ad X e Y. Essa presenta però due problemi. Innanzitutto non produce una singola statistica sintetica della dispersione dei punti, ma due statistiche separate, la dispersione rispetto ad X e la dispersione rispetto ad Y; in secondo luogo l'unità di misura di questa statistica è quella del sistema di riferimento delle coordinate.

**Distanza Standard.** Una misura che elimina questo tipo di problemi è la deviazione standard della distanza o distanza standard. Essa rappresenta la media delle distanze di ciascun evento dal centro medio, ed è espressa nelle unità di misura della lunghezza.

**Ellissi di deviazione standard.** Esprime il grado e la direzione di dispersione di una distribuzione in 2D, nel caso questa fosse anisotropa. L'asse Y risulta avere un certo angolo di rotazione  $\theta$ , in modo tale che la somma dei quadrati delle distanze tra i punti e gli assi fosse minima.

## **1.2 Autocorrelazione spaziale**

Si parla di autocorrelazione spaziale di una distribuzione quando ogni punto non è statisticamente indipendente l'uno dall'altro. In particolare si parla di autocorrelazione spaziale positiva o attrazione quando valori simili di una variabile tendono a raggrupparsi in prossimità l'uno dell'altro, a formare cioè cluster più o meno grandi. Viceversa si parla di autocorrelazione spaziale negativa o repulsione quando valori simili di una variabile tendono ad essere separati o dispersi sul territorio.

La maggior parte dei fenomeni sociali è spazialmente autocorrelata. Anche i reati spesso si raggruppano in quelli che in gergo vengono chiamati *Hot Spots*. Questa distribuzione non casuale permette agli organi di controllo di "etichettare" certe aree e di individuare quelle dove maggiore è la concentrazione degli eventi criminali, al fine di agire tempestivamente sul territorio con strumenti idonei alla problematica.

Due sono gli indici maggiormente utilizzati per misurare l'autocorrelazione spaziale: l'indice "I" di Moran e l'indice "c" di Geary.

**Indice "I" di Moran.** Esso è uno degli indicatori più utilizzati nell'autocorrelazione spaziale di un set di dati, e può essere applicato a zone oppure a punti che abbiano una variabile continua associata, cioè un valore di intensità. Compara i cross-prodotti tra i valori della variabile nelle diverse localizzazioni, prese due alla volta, con la varianza della variabile. Il

suo valore varia tra -1 e +1; si parlerà di autocorrelazione positiva quando il valore di “I” è maggiore della media teorica  $E(I) = -1/(N-1)$ , di autocorrelazione negativa al contrario.

**Indice “c” di Geary.** Simile alla precedente, ma in questo caso le interazioni da considerare non sono i cross-prodotti delle deviazioni (nei valori dell’intensità) rispetto alla media, ma delle deviazioni dell’intensità di ciascuna localizzazione rispetto ad un’altra. Può assumere valori compresi tra 0 e 2 ed un valore teorico pari a 1, valori compresi tra 0 ed 1 indicano autocorrelazione spaziale positiva mentre valori maggiori di 1 indicano autocorrelazione spaziale negativa. L’indice di Geary risulta più sensibile dell’indice “I” di Moran al *clustering* locale, ovvero alle differenze esistenti in piccoli quartieri o sezioni.

**Correlogramma di Moran.** Rappresenta una semplice applicazione dell’indice di Moran è un grafico di “I” in diversi intervalli di distanza: esso indica come è distribuita o concentrata l’autocorrelazione spaziale, in funzione della “scala” di un determinato fenomeno.

### 1.3 Analisi basate sulle distanze

Questa tipologia di tecniche analitiche mettono in evidenza le proprietà di *secondo ordine* di una distribuzione, le quali si riferiscono a disposizioni “particolari” degli eventi a livello locale, disposizioni che normalmente dipendono dalle caratteristiche ambientali, socioeconomiche della zona piuttosto che dall’andamento generale della distribuzione stessa.

**Nearest Neighbor Index.** Compara le distanze tra gli eventi più vicini e quelle che ci si aspetterebbe se la loro distribuzione fosse casuale. Viene calcolato tramite il rapporto

$$NNI = \frac{d(NN)}{d(ran)}$$

dove  $d(NN)$  è la *nearest neighbor distance*, e rappresenta la media su N della distanza minima tra gli eventi, con N numero di eventi, in cui la distanza considerata è quella tra ogni evento, preso singolarmente, e l’evento più vicino. La seconda misura,  $d(ran)$ , rappresenta invece il valore atteso della medesima grandezza quando si considerino gli eventi distribuiti in maniera puramente casuale. Quando l’indice NNI assume valore minore di uno gli eventi sono più vicini tra loro di quanto ci si aspetterebbe. Al contrario, quando l’indice assume un valore maggiore di uno gli eventi risultano più dispersi di quanto ci si sarebbe aspettato sulla base del caso.

**K-Order Nearest Neighbor.** In questo caso saranno considerate e rapportate alla distanza media “attesa” le distanze minime tra un punto e tutti gli altri punti del K-esimo ordine, attraverso il seguente algoritmo: **1.** si calcolano, e si ordinano in maniera crescente, le distanze tra l’evento  $i$  e gli altri (N-1) eventi della distribuzione; si seleziona la k-esima delle distanze; **2.** si calcolano, e si ordinano in maniera crescente, le distanze tra l’evento  $j$  ( $j \neq i$ ) e gli altri (N-1) eventi della distribuzione ( $i$  compreso). La k-esima delle distanze così ordinate viene selezionata e sommata a quella selezionata al punto 1; **3.** si procede come ai punti 1 e 2 per tutti gli eventi della distribuzione. Si ricava quindi la media  $d(K_{NN})$  delle distanze selezione sugli N eventi della distribuzione; **4.** si calcola la distanza media “attesa” di ordine K, come:

$$d(K_{ran}) = \frac{K(2K)!}{(2^K K!)^2 * \sqrt{N/A}}$$

si ricava il *K-Order Nearest Neighbor Index* di ordine K dal rapporto:

$$NNI(K) = \frac{d(K_{NN})}{d(K_{ran})}$$

L'utilità di questo indice può essere apprezzata in una valutazione circa l'esistenza o meno di *cluster* e di concentrazioni spaziali di eventi appartenenti ad una distribuzione, come pure per il confronto tra due diverse distribuzioni.

**K-function.** Il principale difetto del *Nearest Neighbor Index* è che, basandosi esclusivamente sulle minime distanze tra gli eventi, fornisce informazioni sul comportamento della distribuzione solo alla scala più piccola. La *K-function*, o statistica "K" di Ripley permette di superare questo tipo di problema poiché vengono considerate contemporaneamente tutte le scale, dalla più piccola alla massima compatibile con l'area della regione di interesse.

Posto un cerchio di raggio pari ad una unità sopra l'evento *i* vengono conteggiati tutti gli eventi diversi da *i* che vi ricadono all'interno. La procedura viene ripetuta per tutti gli N eventi che compongono la distribuzione, sommando di volta in volta i valori ottenuti. A questo punto il raggio del cerchio viene incrementato di una unità e si effettuano nuovamente i passaggi appena descritti. Procedendo in questo modo, sino a quando il raggio del cerchio che "visita" ogni evento non raggiunge un valore pari a  $t_s$ , si ottiene una somma complessiva che, riscalata del valore  $(A/N^2)$ , fornisce la stima della *K-function*,  $K(t_s)$ . Una volta determinato il valore di K, per comprendere se si hanno fenomeni di *clustering* o meno, questo viene confrontato con quello teorico, ottenuto in condizioni di "*complete spatial randomness*". La soluzione più immediata consiste nel diagrammare valori di  $L(t_s)$  rispetto alla distanza, dove:

$$L(t_s) = \sqrt{\frac{K(t_s)}{\pi}} - t_s$$

$L(t_s)=0$  è la condizione di *complete spatial randomness*, Valori positivi nel grafico denotano attrazione, o *clustering*, tra gli eventi; valori negativi denotano invece repulsione, o dispersione, tra gli eventi stessi.

#### 1.4 Analisi dei cluster

Con il termine *clustering* si indica la situazione in cui parte degli eventi di una distribuzione mostra una certa concentrazione in punti particolari della regione di interesse, che si estendono su una piccola superficie, formalmente chiamati *Hot Spots*. Con l'esperienza negli



anni le Forze dell'Ordine hanno imparato che esistono particolari ambienti che “attraggono” e “generano” il crimine in misura maggiore di quanto ci si potrebbe aspettare, i cosiddetti *crime attractors* e *crime generators*. Scopo delle tecniche di analisi dei *cluster* è quello di individuare detti ambienti, su cui focalizzare l'attenzione nel servizio di pattugliamento.

**Nearest Neighbor Hierarchical Clustering.** I singoli eventi della distribuzione in esame vengono riuniti in gruppi di due o più elementi in funzione di determinati criteri, solitamente di prossimità (*nearest neighbor*). I *cluster* così individuati sono detti *cluster* di primo ordine. A questo punto procedendo in maniera identica, utilizzando come base i *cluster* di primo ordine si possono individuare *cluster* di ordine maggiore. Il processo termina quando tutti i punti, o i *cluster* di ordine precedente, sono raggruppati in un unico *cluster*, oppure quando i criteri specificati falliscono. Si tratta allora di definire una soglia e compararla con le distanze per tutte le coppie di punti. Solo i punti che sono più vicini tra loro rispetto alla soglia vengono selezionati per il *clustering*.

**LISA (Local Indicator of Spatial Association).** Questa tecnica richiede che i dati vengano aggregati in zone; un indice *LISA* è infatti un indicatore dell'estensione alla quale il valore di una osservazione è simile o differente dalle osservazioni nell'immediata vicinanza. La sua utilità consiste nell'identificazione di zone molto dissimili (i cosiddetti *outliers*) dalle zone nelle immediate vicinanze.

### 1.5 Tecniche di interpolazione

Sono strumenti di analisi spaziale dei dati che consentono di generalizzare il verificarsi di una serie di eventi ad un'intera regione. Esistono moltissime tecniche di questo tipo, tutte formulate per elaborare campioni di dati in cui è stata definita una certa intensità per ogni localizzazione. Al contrario, la tecnica di interpolazione della *Kernel Density Estimation*, che sarà illustrata nel prossimo paragrafo, si rivela idonea allo studio di distribuzioni di punti, come le singole localizzazioni dei reati, in cui non necessariamente è stata definita una intensità. Lo scopo degli analisti è infatti quello di ottenere una superficie omogenea e continua in modo da visualizzare l'andamento del crimine anche in quei *gap* tra la localizzazione di un reato e quella di un altro.

**Kernel Density Estimation.** La procedura è la seguente. Alla regione *R* viene sovrapposta una griglia regolare, arbitrariamente scelta, che viene “visitata” da una superficie simmetrica tridimensionale “fluttuante”, avente una certa larghezza di banda, cioè ampiezza. Le distanze tra gli eventi  $s_i$ , che ricadono nella zona di influenza della superficie, e i punti  $s$  su cui di volta in volta la superficie stessa è centrata vengono misurate e contribuiscono alla definizione dell'intensità della distribuzione nel punto  $s$ . Questa viene infatti stimata sommando le funzioni *kernel* individuali in ogni localizzazione. Occorre evidenziare che le funzioni individuali sono sommate su tutti i punti, non solo nelle singole localizzazioni, e questo permette di ottenere una funzione di densità cumulativa continua su tutta la regione di interesse.

La Kernel Density Estimation è quindi una funzione di densità continua: la superficie viene calcolata su tutte le localizzazioni, e permette all'analista di visualizzare, mediante l'utilizzo di elaborazioni GIS, i diversi valori della densità, interpolati su ogni cella di cui è composta la griglia, e di identificare gli *hot spot* senza che questi vengano definiti arbitrariamente da un'ellissi. Nella pratica essa rappresenta un modo valido di identificare quelle zone con un'elevata concentrazione di reati e di pianificare azioni di prevenzione in quelle zone con elevate probabilità di rischio.

## LA PREVENZIONE DEL CRIMINE: IL CASO DI SESTO SAN GIOVANNI

In questa sezione verranno applicate su scala amministrativa le metodologie di analisi territoriale descritte precedentemente. Valuteremo in particolare l'efficacia del servizio di prevenzione del crimine sul territorio, stimando il rapporto esistente tra la distribuzione dei reati e la distribuzione delle localizzazioni della pattuglia della Polizia di Stato. Tratteremo il problema nelle due diverse fasce orarie 08-20 (diurna) e 20-08 (notturna), fasce in cui convenzionalmente sono stati suddivise le localizzazioni dei reati e delle posizioni di "Squadra Volante".

### **1.6 I dati**

**I reati.** E' stato utilizzato l'elenco dei reati contro il patrimonio avvenuti sul territorio di Sesto San Giovanni nel periodo giugno-dicembre degli anni 2004 e 2005, elenco estratto dalla Banca Dati Interforze cartacea. Per sviluppare l'analisi territoriale sono state da questa estrapolate solo le informazioni circa la tipologia di reato, il luogo (inteso come l'indirizzo ed il numero civico o come l'incrocio tra due strade), il giorno e l'ora in cui esso è avvenuto; questi dati non risultano statisticamente trattabili, pertanto è stata necessaria una georeferenziazione puntuale degli stessi sul territorio.

**Il controllo del territorio.** Per condurre l'analisi è stato necessario predisporre anche di un elenco delle varie posizioni assunte dalla pattuglia di "Squadra Volante" durante il servizio di perlustrazione per il controllo del territorio. Allo scopo è stato utilizzato apposito navigatore satellitare in grado di fornire le coordinate geografiche del punto.

**Il Comune di Sesto San Giovanni.** La cartografia del territorio su cui è stata svolta l'analisi è prodotta in scala nominale 1:2000, ed è disponibile presso l'Ufficio Tecnico competente in formato cd-ROM; la rappresentazione è quella conforme di Gauss-Boaga.

**Le sezioni di censimento della popolazione.** E' stato utilizzato un elenco dei 316 centroidi delle sezioni di censimento presenti sul territorio comunale, ad ognuno dei quali è stato attribuito il numero degli abitanti residenti nella sezione, ottenuto mediante una serie di elaborazioni tramite foglio elettronico. Le coordinate geografiche di ogni centroide sono state ottenute tramite un processo di georeferenziazione.

**La georeferenziazione.** Tutti i dati prima elencati sono stati georeferenziati sul territorio. Per sviluppare tale processo sono state utilizzate le mappe "TeleAtlas". Le posizioni degli eventi di ognuna delle distribuzioni sono state fornite nelle coordinate geografiche di latitudine e

longitudine in gradi sessagesimali, poi trasformate in gradi sessadecimali, e proiettate secondo la rappresentazione ed il sistema di riferimento di Gauss-Boaga, avvalendosi di un semplice algoritmo.

**I software.** Tramite il software GIS ESRI ArcMap sono stati creati, sulla base cartografica del territorio di Sesto San Giovanni, i *layer* relativi alle posizioni campionarie delle pattuglie, alle localizzazioni dei reati e dei centroidi delle sezioni di censimento. Il software utilizzato per l'elaborazione statistica dei dati è il *freeware CrimeStat*, programma di statistiche spaziali il cui obiettivo è quello di fornire strumenti statistici supplementari e di supporto per il controllo del territorio e per la sicurezza pubblica, in un'attività di *crime mapping*. Interfacciandosi con i GIS, si presta per tal motivo allo scopo del presente lavoro.

### **1.7 I risultati**

Introduciamo la valutazione esaminando i valori caratteristici ed i relativi grafici delle *statistiche centrografiche*. Questa semplice classe di tecniche analitiche, abbiamo detto, fornisce un quadro generale delle caratteristiche di primo ordine: confrontiamo allora la più semplice misura di posizione, il centro medio, e la più immediata misura di dispersione, la distanza standard. Nelle figure sottostanti sono riportati i risultati nelle due fasce orarie.

Poiché il centro medio è il fulcro attorno al quale tutti gli eventi di una distribuzione sono bilanciati, è interessante porre dapprima in evidenza lo scostamento della posizione assunta dal tale statistica nei diversi casi: nella fascia oraria diurna, il centro medio dei reati è localizzato esattamente al confine tra le circoscrizioni 1 e 3, in corrispondenza della stazione metropolitana centrale, mentre quello delle posizioni assunte dalla pattuglia di “Squadra Volante” è traslato in direzione NordEst-Est verso il centro storico del comune di Sesto San Giovanni, dimostrando, nel percorso da essa effettuato, una presenza costante in questa zona e nelle aree adiacenti.

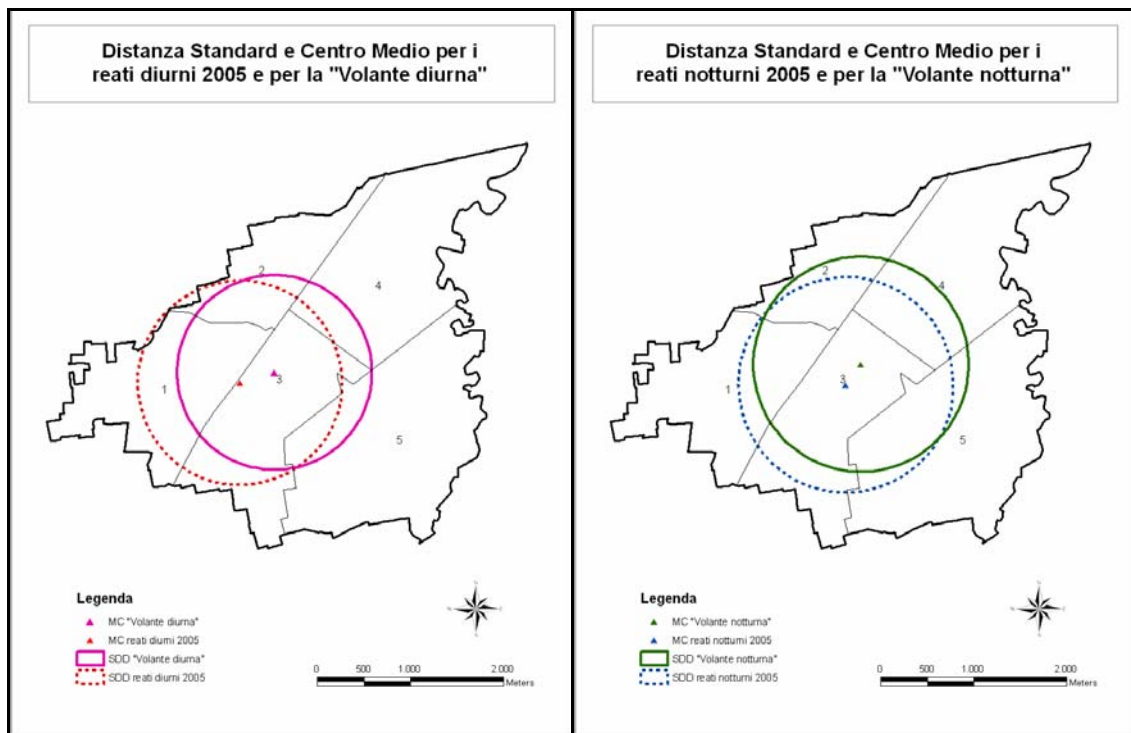


Figura 1a e 1b: Distanza Standard e Centro Medio delle distribuzioni dei reati diurni 2005 e della "Volante diurna" (a), e delle distribuzioni dei reati notturni 2005 e della "Volante notturna" (b).

La dispersione della "Volante diurna" attorno al centro medio si rivela pressoché simile alla dispersione dei reati diurni, con una diminuzione del 5% della distanza standard della pattuglia rispetto a quella dei reati. Nella fascia oraria notturna invece la traslazione della posizione del centro medio della "Volante notturna" rispetto a quella della stessa statistica relativa ai reati notturni avviene su un asse orientato verso Nord-NordEst, di conseguenza, si assiste ad uno spostamento nella stessa direzione del cerchio definito dalla distanza standard. In questi caso la variazione di dispersione attorno al fulcro è poco significativa.

Abbiamo inoltre visto, nei paragrafi precedenti, come le distribuzioni delle localizzazioni della pattuglia in entrambe le fasce siano altamente isotrope, e come i reati tendano invece a distribuirsi lungo una certa direzione piuttosto che in un'altra. L'analisi finora effettuata dimostra dunque una prima differenza di carattere generale, tra le distribuzioni considerate, ma nulla ci dice sulle caratteristiche più profonde di ognuna di esse.

Approfondiamo allora l'analisi servendoci delle tecniche statistiche basate sulle distanze. Valutiamo dapprima i risultati ottenuti dall'elaborazione dei dati con la tecnica del *K-Order Nearest Neighbor*. Come sempre, confrontiamo i valori degli indici per ogni ordine, calcolati nelle due diverse fasce orarie. Nelle figure seguenti sono stati diagrammati tali valori.

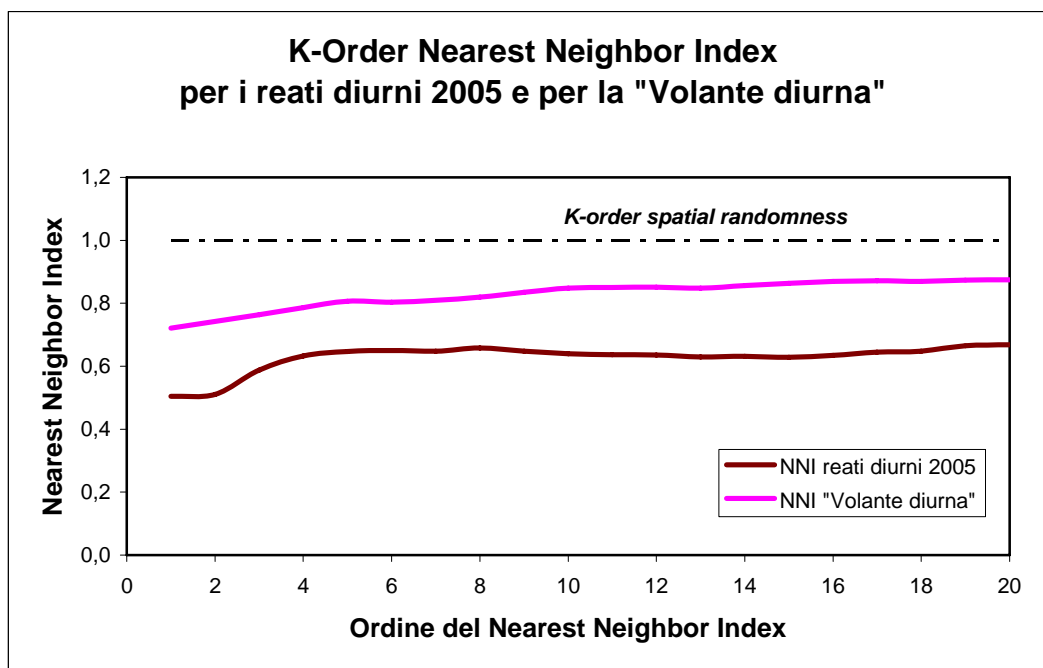


Figura 2: K-Order Nearest Neighbor Index per le distribuzioni dei reati diurni 2005 e delle localizzazioni della "Volante diurna".

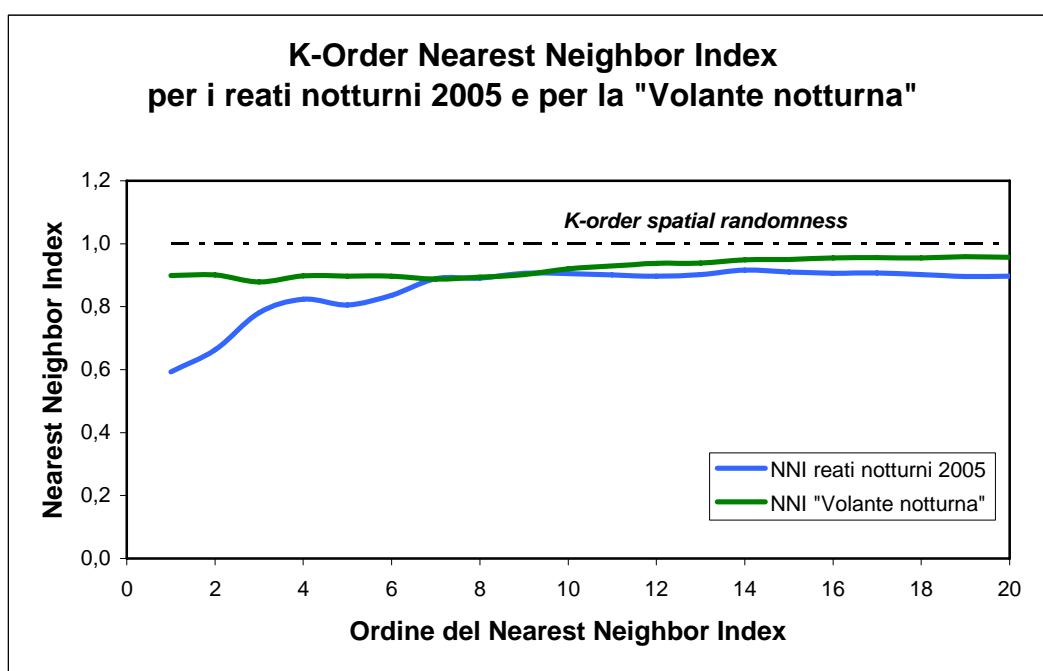


Figura 3: K-Order Nearest Neighbor Index per le distribuzioni dei reati notturni 2005 e delle localizzazioni della "Volante notturna".

Per costruzione, il valore dell'indice, calcolato per ogni ordine K, rappresenta una misura di aggregazione o dispersione tra gli eventi appartenenti alle distribuzioni. In questo caso, considerando separatamente i due grafici sopra riportati, possiamo affermare che nella fascia

08-20 le localizzazioni della pattuglia sul territorio appaiono “distribuite”, ad ogni scala, in maniera più aggregata di quanto ci si sarebbe potuti aspettare sulla base di una distribuzione completamente casuale, tuttavia rispetto ai reati consumati, esse sono meno concentrate: la presenza delle Forze dell’Ordine sul territorio sembrerebbe dunque estendersi, almeno in termini di distribuzione, in un’area più vasta rispetto alla zona “visitata” dai reati, mettendo in tal modo in atto tutte quelle strategie di prevenzione, non già di repressione, per la salvaguardia della sicurezza pubblica. Nella fascia oraria 20-08 gli andamenti degli indici relativi alle due distribuzioni sono invece praticamente indistinguibili, a qualsiasi ordine di distanza, con l’eccezione dei primi due ordini: nelle ore serali e notturne dunque la pattuglia effettuerebbe il proprio servizio di perlustrazione, sempre in termini di distribuzione, in una zona la cui estensione è compatibile con quella in cui vengono consumati i reati.

La *statistica “K” di Ripley*, di cui non riportiamo tuttavia i grafici dei valori della statistica  $L(d)$  ottenuti per ogni distribuzione, fornisce un’informazione aggiuntiva, e pone in evidenza un aspetto piuttosto interessante: per la fascia diurna, la distribuzione delle localizzazioni della Squadra Volante appare molto più dispersa di quella dei reati, almeno fino ad una distanza di circa 500m, oltre la quale i valori di  $L(d)$  sono pressoché simili: ci aspetteremmo allora in questo caso che il controllo del territorio si manifesti, in termini meramente statistici, in un numero minore di *cluster* rispetto a quello in cui si possano aggregare i reati, che, abbiamo visto, risultano essere distribuiti in un’area più ristretta.

Si tratta ora, attraverso la *Nearest Neighbor Hierarchical Clustering*, di identificare i *cluster* e di porli in relazione al contesto fisico, in maniera tale da spiegare le concentrazioni spaziali della criminalità su quel territorio in un confronto strategico con l’attività di controllo e di sorveglianza diretta.

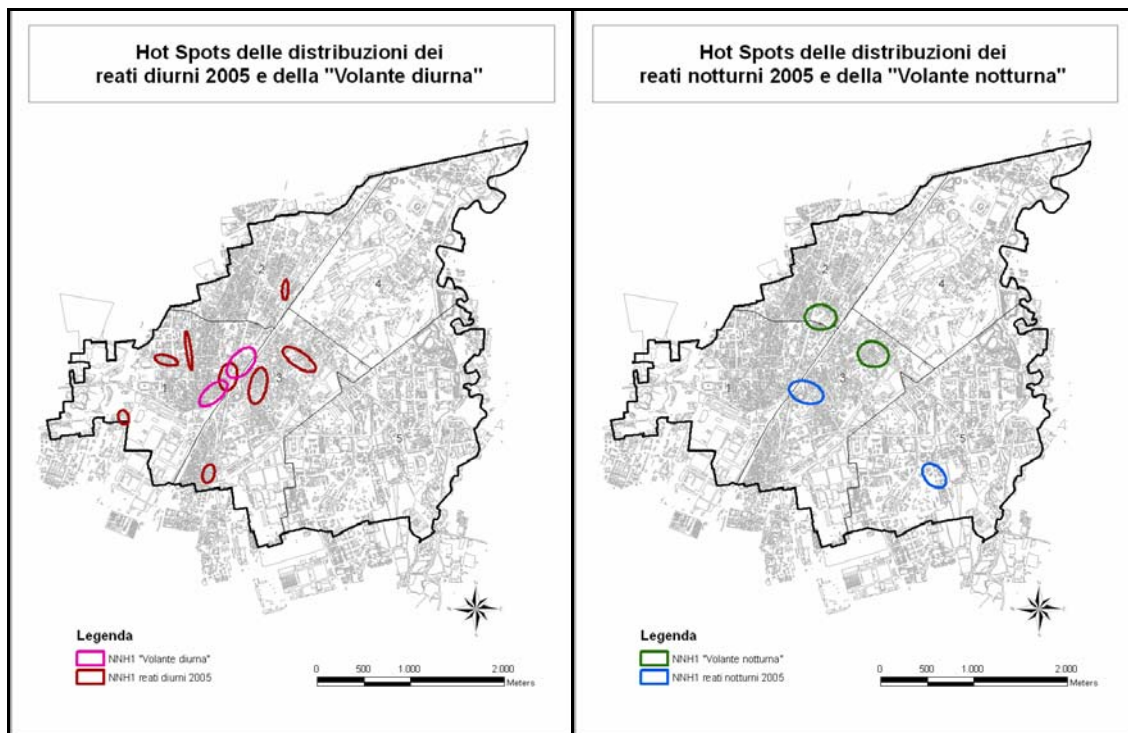


Figura 4a e 4b: *Hot Spots* delle distribuzioni dei reati diurni 2005 e della “Volante diurna” (a), e delle distribuzioni dei reati notturni 2005 e della “Volante notturna” (b).

Valutiamo i risultati alla luce di quanto detto finora: nelle ore diurne, la distribuzione geografica dei reati è tale da far ritenere che esistano tante piccole porzioni di territorio in cui la concentrazione della criminalità sia così elevata da giustificare un controllo assiduo e frequente da parte delle Forze dell’Ordine. Ma sappiamo che questo non accade: la sorveglianza, come si evince dalla fig. 4a, si “concentra” solo su due particolari porzioni di territorio, quelle che comprendono il centro socioeconomico e infrastrutturale del comune, e che rappresentano in realtà solo una piccola parte di quelle zone in cui i crimini sono commessi.

Nelle ore notturne l’analisi fino a questo punto condotta aveva dimostrato che le caratteristiche generali di dispersione sul territorio relative alle due diverse distribuzioni di eventi non presentavano divergenze interessanti; l’applicazione della tecnica del Nearest Neighbor Hierarchical Clustering approfondisce invece l’aspetto della spazialità dei *cluster*, poiché fornisce informazioni circa la loro localizzazione sul territorio comunale. Ecco quindi che si manifestano le differenze sostanziali tra una e l’altra distribuzione: mentre la commissione dei reati prevede come sfondo urbano zone situate, da un punto di vista strategico e di opportunità, in porzioni di territorio ben distinte e separate, rispettivamente centrale e periferica, il pattugliamento risulta più attivo e “concentrato” in aree adiacenti al centro ed alla stazione ferroviaria, ben lontane dalle zone ad alta densità criminale astrattamente delimitate dalle ellissi di colore blu in fig. 4b.

Utilizziamo ora un tipo di rappresentazione che meglio espliciti il livello di concentrazione dei punti appartenenti alle distribuzioni oggetto di studio: la *Kernel Density Surface*. Nelle figg. 5a e 5b sono riportate le superfici di interpolazione relative alla fascia oraria 08-20, mentre nelle successive figg. 6a e 6b quelle della fascia oraria 20-08. I valori di densità sono stati interpolati su tutto il territorio con l'obiettivo ultimo di ottenere una superficie continua, in grado di superare quei limiti spaziali e settoriali che la tecnica precedente poneva. La gradazione dei colori utilizzata dimostra a prima vista che esistono, senza dubbio, delle differenze importanti tra le zone in cui si esplica, in maniera più o meno evidente, l'attività criminale, e le zone in cui gli operatori di Squadra Volante presenti sul territorio focalizzano la loro sorveglianza ed il loro controllo.

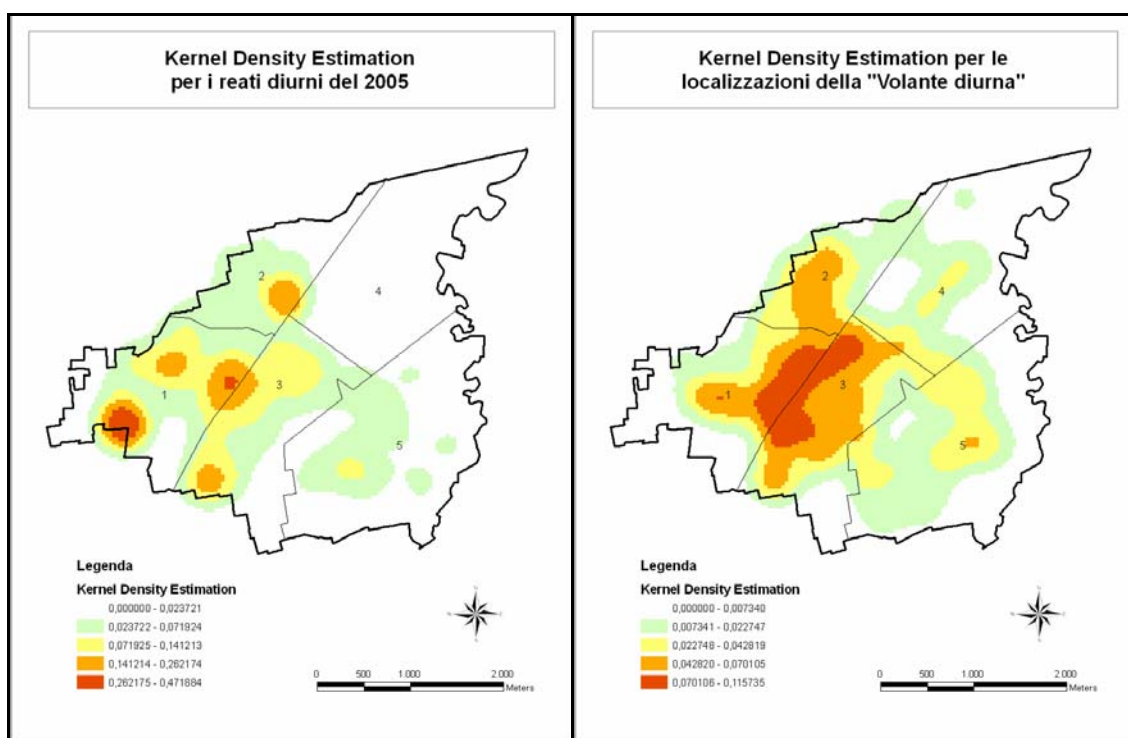


Figura 5a e 5b: *Kernel Density Estimation* per i reati diurni 2005 (a) e per la "Volante diurna" (b).



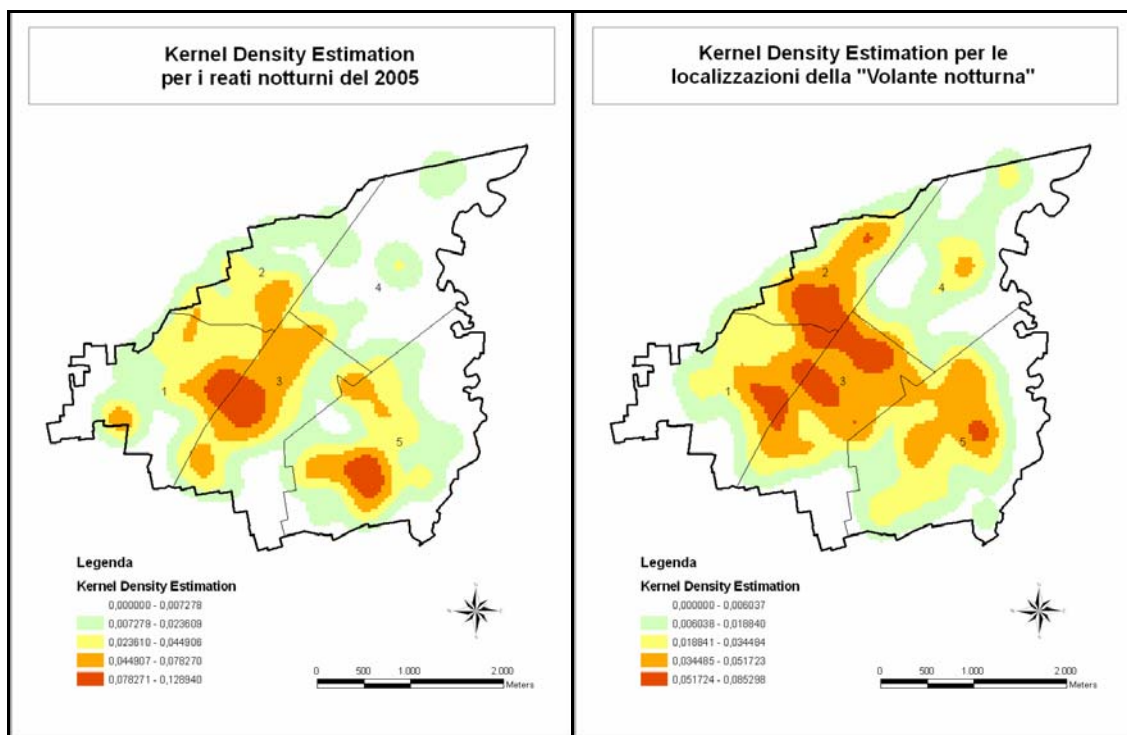


Figura 6a e 6b: *Kernel Density Estimation* per i reati notturni 2005 (a) e per la “Volante notturna” (b).

Le figure soprastanti sono una chiara dimostrazione del fatto che, nel caso del comune di Sesto San Giovanni, ciò che la percezione da parte delle Forze di Polizia del luogo in cui i reati avvengono non corrisponde al luogo in cui di fatto questi si verificano. Ne è un chiaro esempio la circoscrizione 4, caratterizzata da un lato, dalla presenza cospicua di aree dimesse, molto spesso adibite a luoghi di dimora precarie, dall’altro, dalla mancanza di infrastrutture adeguate, per cui sarebbe lecito pensare sia un luogo in cui la commissione dei reati venga agevolata dalla struttura urbana intrinseca. Questo giustifica la presenza, seppur moderata, della pattuglia in tale zona, la quale, contro ogni aspettativa, si dimostra invece un mero quartiere di “transizione” tra la periferia ed il centro.

La diversa percezione delle aree ad alto rischio da parte delle Autorità sono quindi frutto di una convinzione errata, dettata da informazioni sbagliate ed influenzata da fattori storici insensibili a nuove situazioni socioeconomiche emergenti, capaci in realtà di variare la distribuzione geografica delle attività delittuose.

#### CONCLUSIONI E SVILUPPI FUTURI

L’interesse del Dipartimento della Pubblica Sicurezza per la raccolta ed analisi dei dati statistici sulla criminalità ha avuto il suo sviluppo a seguito della realizzazione di sistemi finalizzati al trasporto dati in tempo reale. Ad oggi la raccolta dei dati statistici sulla criminalità è svolta a livello nazionale, ed i dati sulla criminalità vengono aggregati a livello di Comune, consentendo quindi di realizzare mappe della fenomenologia criminale a livello esclusivamente nazionale o regionale.

Con il presente lavoro è stato dimostrato che la mappatura del crimine, intesa come strumento di supporto alle decisioni, è in grado da un lato di suggerire metodologie di intervento sul territorio, e dall'altro, di verificare il raggiungimento degli obiettivi prefissati. I risultati conseguiti hanno inoltre dimostrato la piena applicabilità del metodo anche a livello di realtà territoriali piccole quanto il Comune di Sesto San Giovanni. Il lavoro svolto può essere utilizzato come spunto per lo sviluppo di nuove metodologie di raccolta ed analisi dei dati statistici sulla criminalità da svolgersi con una prospettiva "locale" anziché regionale o nazionale.

La gestione attenta di questi dati comporterà lo sviluppo di banche dati efficienti e tecnologicamente avanzate, in grado di mappare il trend del crimine e la sua eventuale aggregazione in "punti caldi". In questo modo, attraverso una politica di apprendimento (*learning*), sarà più gestibile ed efficace il pattugliamento del territorio, al fine di monitorare "ex post" quelle aree più esposte a rischio, le quali potranno emergere solo dallo sviluppo di un'analisi oggettiva di questo tipo. Al fine di ottenere l'applicabilità del presente metodo a livello locale, sarebbe sufficiente organizzare il database del sistema informativo interforze munendolo dell'elenco delle vie di ciascun Comune e di un campo separato per il numero civico, modifica peraltro ad oggi già prevista dal Ministero dell' Interno nell'ambito del progetto di interconnessione del database S.D.I. con altri sistemi di raccolta dati quali il MIPG-WEB o l'Archivio Nazionale delle Denunce della Polizia di Stato, nonché di un sistema di georeferenziazione del tipo di quelli disponibili sui più noti portali Web o di quello già implementato nell'ambito del progetto denominato C.E.T.S.

## BIBLIOGRAFIA

- Abbott A., "Of time and space: The contemporary relevance of the Chicago school", 1997, Social Force.
- Anselin L., J. Cohen, D. Cook, W. Gorr, G. Tita, "Measuerment and Analysis of crime and justice", 2000, Criminal Justice.
- Bachi R., "Statistical Analysis of Geographical Series", 1957, Central Bureau of Statistic, Kaplan School, Jerusalem.
- Bailey T.C. e A.C. Gatrell, "Interactive Spatial Data Analysis", 1995, Longman Scientific & Technical: Burnt Mill, Essex, England.
- Baumer e Wright R.T., "Crime seasonality and serious scholarship", 1996, British Journal of Criminology.
- Besson, J.L., "Les cartes du crime", Giugno 2005, Puf.
- Blears, H., "Crime Mapping: Improving Performance. A good practise guide for front line officers", Aprile 2005, Home Office, Police Standards Unit.

- Block C.R., "Statistical Analysis Center", 1995, Illinois Criminal Justice Information Authority.
- Brantingham P. e Brantingham P., "Criminality of place: Crime generators and crime attractors", 1995, Criminal Police and Research.
- Brantingham P. e Brantingham P., "Nodes, path and edges: Consideration of the complexity of crime and physical environment", 1993, Journal of Environmental Psychology.
- Burt J.E., "The Young Delinquent", 1925.
- Burt J.E. e G.M. Barber, "Elementary Statistic for Geographers", 1996, The Guilford Press, New York.
- Buxton T., "GIS Expected to Meet Micromarketing Challenge", 1992, GIS World, n. 5.
- Charpak e Broch, "Devenez sorciers, devenez savants", 2002, Parigi.
- Clark P. e F.C. Evans, "Distance to the nearest neighbor as a measure of spatial relationship in populations", 1954, Ecology, n. 35.
- Cressie N., "Statistics for Spatial Data", 1991, Wiley & Sons, New York.
- Ebdon D., "Statistic in Geography", 1988, Blackwell, Oxford.
- Eck, J.E., S. Chainey, J.G. Cameron, M. Leitner, R.E. Wilson, "Mapping Crime: Understanding Hot Spots", Aprile 2005, U.S. Department of Justice, Office of Justice Programs, National Institute of Justice.
- Furfey, P.H., "A note on Lefever's Standard deviational ellipse", 1927, American Journal of Sociology.
- Geary, R., "The contiguity ratio and statistical mapping", 1954, The Incomp. Statistician, n. 5.
- Getis A. e Ord K.J., "Local spatial autocorrelation statistics: Distributional issues and applications", 1995, Geographical Analysis.
- Getis A. e Ord K.J., "The analisys of spatial association by use of distance statistic", 1992, Geographical Analysis;
- Glyde, "Localities of crime in Suffolk", 1856.
- Gorr e Olligschlaeger G., "Short term forecasting of crime for police application", 2002, NCRJS.
- Griffith, D.A., "Spatial Autocorrelation: A Primer", 1987, Resource Publications in Geography, The Association of American Geographers: Washington, DC.
- Harries, K., "Mapping Crime: Principle and Practise", Dicembre 1999, U.S. Department of Justice, Office of Justice Programs, National Institute of Justice.
- Joelson e Fishbine, "The Display of Geographic Information in Crime Analisis", 1980, New York, Columbia University Press.
- Kuhn H.W. e R.E. Kuenne, "An efficient algorithm for the numerical solution of the generalized Weber problem in spatial economics", 1962, Journal of Regional Science, n. 4.
- Langworthy, R.H. e E. Jefferis, "The utility of standard deviational ellipses for project evaluation", 1998, Discussion paper, National Institute of Justice: Washington, DC.

- Levine N., "CrimeStat. A Spatial Statistic Program for the Analysis of Crime Incident Locations", 1999, Ned Levine and Associates, Annadale, VA.
- Linell, "The Geographic Distribution of Hot Spots of Rape, Robbery and Automobile Thefts in Minneapolis", 1991.
- Maltz, Gordon, Lebailly, Friedman, Buslik, Casey, "Crime Statistic in the small: Mapping individual events", 1987.
- Mazzucato M.T., "Globo terrestre", 1996, Birama Galliera v. Padova.
- Moran, P., "The interpretation of statistical maps", 1948, Journal of the Royal Statistical Society, n.10.
- Neft D.S., (1962). "Statistical Analysis for Areal Distributions", 1962, Ph.D. dissertation, Columbia University: New York.
- Piazza L., "Probabilità e Statistica", 1998, Progetto Leonardo, Bologna.
- Plint," Crime in England", 1851.
- Ratcliffe, J.H. e M.J. McCullagh, "The perception of crime hot spots: A spatial study of Nottingham, U.K.", 1998, Crime Mapping Case Studies: Successes in the field. Washington, D.C., Police Executive Research Forum.
- Roncek, "Using small area data for analyzing crime patterns, issues and resolutions", 2003, International Crime Mapping Research Conference, Boston.
- Rossmo K., "Geographic Profiling", 2000, Boca Raton, CRC Press.
- Shaw C.R. e McKay H.D., "Juvenile Delinquency and Urban Areas", 1969, U. C. Press.
- Sherman L.W., Gratin, Buerger, "Hot Spots of predatory crime: Routine activities and the criminology of place", 1989, Criminology.
- Snyder J.P., Sickmund, Poe-Yamataga, Pittsburgh, National Center for Juvenile Justice, 1996.
- Stauffer-Steinnocher P., Leitner M., "Kernel Density Estimation: The Application of Point Pattern Analysis Techniques to Geomarketing", 2001, Vienna University of Economics and Business Administration, Vienna.
- Stephenson L., "Centrographic analisys of crime", 1980, In D. George-Abeyie and K. Harries (eds), Crime, A Spatial Perspective, Columbia University Press: New York.
- Tobler W., "A computer movie simulating urban growth in the Detroit region", 1970, Economic Geography.
- Upton G. e B. Fingleton, "Spatial Data Analysis by Example – Volume 1: Point Pattern and Quantitative Data", 1985, Wiley & Sons, New York.
- Vasilev, I., "Design issues to be considered when mapping crime", 1996, Geographic Design: Theoretical and Practical Perspective. Chichester, U.K., John Wiley & Sons.
- Weisburd D., Sherman L.W., Maher, "Contrasting Crime General and Crime Specific Theory: The Case of Hot Spots Crime", 1991.

## **ABSTRACT**

In the last years an increasing attention, paid by public opinion and media, on the concept of “Public Security” has been observed. The sense of insecurity is given by the awareness that some kinds of criminal phenomena exist, which have such a local dimension and tangible dangerousness we think they can’t exist without a correlation with economical and socio-cultural situations of the area where they take place.

Crime Mapping fits exactly this issue and it is an important tool for decision making, in order to fight criminal phenomena on the territory. The goal of this methodology will be the development of spatial analysis techniques, suitable for management and control of criminal prevention strategies, isolating and analysing the impact of the territory on the crime which take place in it, and allowing a qualitative and quantitative monitoring of criminal phenomena.

In this work will be highlighted the results obtained from an analysis made on the case study of Sesto San Giovanni, municipality of Milano province, characterized by considerable criticalities at security and criminality level.