

THEO-GIS-V.02: STRUMENTO GIS DI SUPPORTO PER LA PIANIFICAZIONE URBANISTICA E VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ TERRITORIALE PER AZIENDE RIR IN REGIONE LOMBARDIA

Sesana Giulio (ARPA Lombardia), Valota Matteo (ARPA Lombardia).

ARPA: Agenzia Regionale per la Protezione dell' Ambiente della Lombardia Settore attività industriali, controlli e coordinamento laboratori, U.O. Rischi industriali. Viale Restelli 3/1, 20124, Milano. Rif: m.valota@arpalombardia.it, 02/6966.6390 - 6232

SOMMARIO

Lo strumento informatico THEO-GIS-V02 viene impiegato per la valutazione integrata del rischio d' area. È stato programmato nel linguaggio Visual Basic, utilizzando librerie della "ESRI Arcmap Object library" per l' interfaccia di georeferenziazione. Il programma, oltre a una sessione indipendente, è predisposto per l'integrazione con Arcview 9.0, che consente il diretto inserimento dei top event nella banca dati geografica predisposta dal sistema. Consente, in particolare, tramite opportune elaborazioni matriciali, la valutazione della compatibilità tra aziende a rischio di incidente rilevante e il territorio circostante, utilizzando come parametri per la valutazione, i riferimenti normativi, e consente di determinare il numero di persone interessate dagli effetti dei top events di una o più aziende. Il programma è strutturato in 2 sezioni distinte: la prima è integrata in Arcview (tramite pulsante su apposito menù), mentre la seconda è una applicazione di calcolo geografico, totalmente indipendente e "stand-alone". Per l'introduzione dei top events nel sistema, viene utilizzata la prima sezione, che consiste in un pulsante posizionato e integrato sulla barra degli strumenti di Arcview; tale soluzione consente di inserire direttamente il top event in formato Shapefile, lasciando al GIS la collocazione geografica delle coordinate dell'incidente e la conseguente vettorializzazione dell' area degli effetti. Tale metodologia di inserimento consente, in particolare, di caricare supporti raster (ad esempio la CTR, ortofoto e/o planimetria in CAD dello stabilimento) al fine di posizionare precisamente il top e localizzarlo all' interno dello stabilimento. La seconda sezione, invece, è stand alone e indipendente dalla presenza di Arcview, tale funzionalità del programma svolge tutti i calcoli analitici e geografici per produrre i risultati necessari: l' inviluppo delle curve di iso-letalità, l' Analisi di compatibilità territoriale in riferimento alla normativa e la valutazione numerica della popolazione potenzialmente coinvolta dai top events. Durante la fase di esecuzione, il programma crea un apposito file log, in cui vengono riportate tutte le informazioni di input e output e le modalità di calcolo, al fine di consentire all' utente una migliore leggibilità dell' attività svolta dal sistema.

1. BANCHE DATI

1.1. Banca Dati Aziende a Rischio di Incidente Rilevante della Lombardia

La principale banca dati del sistema è la georeferenziazione di tutte le aziende a Rischio di Incidente Rilevante, presenti sul territorio della Regione Lombardia, opportunamente suddivise per tipologia di azienda, classe di pericolo (art. 6 o art. 8) e categoria merceologica, con numerose altre dettagliate informazioni. La georeferenziazione, rispetto alla versione 01 del programma, è poligonale (vedi figura 1) e individua l' intero perimetro dello stabilimento. Il formato di questa banca dati è lo Shapefile (.shp), necessario per l' interfaccia con strumenti GIS. L' aggiornamento dati è trimestrale.



Figura 1: Aziende RIR in Regione Lombardia: georeferenziazione dell' area dello stabilimento

Ad oggi sul territorio della Regione Lombardia vi sono 279 aziende a Rischio di Incidente Rilevante, interamente georeferenziate e così ripartite nelle province:

Provincia	Art. 6	Art. 8	Tot
BG	21	29	50
BS	21	23	44
CO	7	2	9
CR	8	4	12
LC	5	3	8
LO	3	7	10
MI	44	43	87
MN	3	8	11
PV	7	11	18
SO	3		3
VA	14	13	27
Tot.	136	143	279

Tabella 1: numero di aziende RIR in Regione Lombardia.

1.2. Banca dati popolazione Residenti della Regione Lombardia

Rispetto alla versione **V.01**, nella nuova versione **V.02** del programma, è stata utilizzata una banca dati più dettagliata e specifica per la collocazione della popolazione. Tale banca dati è in formato Shapefile e individua la posizione puntuale dei residenti della Regione Lombardia; è stata utilizzata come fonte dei dati la banca dati degli assistiti sanità del Servizio Sanitario Regionale (Carta dei Servizi della Regione Lombardia). Qui sono riportati tutti gli assistiti del servizio sanitari regionale con informazioni sugli indirizzi di residenza. La collocazione puntuale della popolazione è stata elaborata attraverso una specifica procedura di "Address Matching", a partire, cioè, dall' indirizzo di residenza, si è proceduto attraverso specifiche interpolazioni con la rete Tele-Atlas alla collocazione puntuale del residente. Il risultato di tale elaborazione costituisce la base per la valutazione numerica della interazione fra Aziende a Rischio di Incidente Rilevante e la popolazione (vedi figure 2 e 3):



Figura 2: esempio del Database georeferenziato della popolazione.



Figura 3: esempio di posizione puntuale della popolazione con informazioni numeriche sui residenti.

La banca dati vede 9.395.300 assistiti corrispondenti a 2.253.012 indirizzi così suddivisi per province:

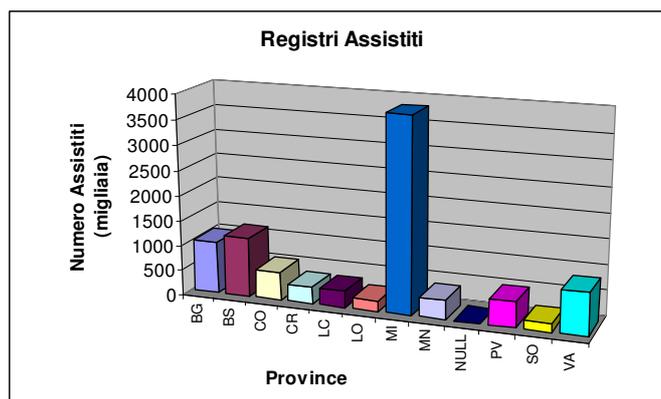


Figura 4: Suddivisione assistiti per provincia

La georeferenziazione mediante Address Matching è un processo semi-automatico che porta al posizionamento degli elementi di una tabella in mappa, mediante la attribuzione di una coppia di coordinate in un sistema di riferimento geografico. Tale processo si realizza mediante due fasi. La prima fase prevede una normalizzazione dei dati, cioè, vengono resi omogenei gli indirizzi civici e individuati eventuali errori di digitazione degli stessi indirizzi, mentre la seconda fase utilizza tali risultati e, sfruttando le informazioni relative all'indirizzo postale, attribuisce secondo un procedimento piuttosto complesso una coppia di coordinate geografiche. Una volta georeferenziata l'intera base dati è possibile inserire tali informazioni all'interno di un Sistema Informativo Geografico. Si ottiene così la distribuzione degli abitanti della Lombardia con un'accuratezza di gran lunga superiore a quella dei dati statistici aggregati in sezioni di censimento e quindi molto più utili per procedere con elaborazioni di tipo spaziale (vedi figura 4a e 4b). Questa banca dati prevede un aggiornamento quinquennale.



Figura 4a e 4b: esempio di applicazione della metodologia Address Matching per la georeferenziazione della posizione della popolazione.

1.3. Banca dati Top Event

Questa banca dati contiene le informazioni inerenti le ipotesi degli scenari incidentali così come sono stati individuati nei Rapporti di Sicurezza. Tali informazioni sono interamente gestite dal programma; in particolare, è prevista una specifica funzionalità con cui è possibile georeferenziare, attraverso l'uso di una maschera, tutti i top events associati a ciascuna azienda in esame, con una procedura molto semplice. Questa banca dati è anch'essa in formato Shapefile e racchiude, oltre ad informazioni sulle sostanze coinvolte nell'incidente, anche le rispettive distanze di danno. È attraverso l'utilizzo di questa banca dati che vengono calcolate e generate le aree di compatibilità territoriale. In Tabella 2 vengono riportate le informazioni contenute nel database. Questa banca dati è in costante aggiornamento in quanto è frutto della attività istruttoria dell'Agenzia.

Tabella 2: informazioni che costituiscono la banca dati dei Top Events.

Tipologia Dato	Descrizione Dato
Testo	Identificativo della ragione sociale dell' azienda
Testo	Riporta la tipologia del top. Esplicitando se si tratta di un incendio, di una dispersione di gas tossico, di flash fire, di UVCE o VCE.
Testo	Viene riportato, per ogni linea, quale è l' effetto indotto dal top (se si tratta ad esempio di incendio, in questo campo vengono riportate le caratteristiche degli effetti: 12 KW/m ² oppure 7 KW/m ² ecc..).
Testo	Riportate le categorie di pericolo associate agli effetti (Elevata Letalità, Inizio Letalità, Lesioni Irreversibili, Lesioni Reversibili).
Numerico	Distanza in metri dell' impatto del top
Numerico	Numero progressivo aziendale del top
Data	Data di inserimento del top
Numerico	Frequenza del top espressa come occasioni/anno
Testo	Viene riportata la sostanza coinvolta e una descrizione del top.

1.4 Banca dati di compatibilità territoriale

Questa più che una banca dati pre-caricata è un output del sistema, in quanto vengono qui riportate le categorie territoriali compatibili con lo stabilimento, archiviate in formato georeferenziato Shapefile (.shp). Tali informazioni vengono poi gestite dal sistema per elaborare l'output di compatibilità. Questa banca dati è interamente gestita dal programma ed è frutto di elaborazioni geografiche e numeriche.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La normativa su cui è stato sviluppato il programma riguarda tutta quella legislazione che fa riferimento alla pianificazione territoriale in presenza di Aziende a Rischio di Incidente Rilevante, e nel dettaglio:

- **DM 9-5-2001:** Requisiti minimi di sicurezza in materia di pianificazione urbanistica e territoriale per le zone interessate da stabilimenti a rischio di incidente rilevante;
- **DM 15-05-1996:** in caso di stabilimenti con GPL;
- **DM 20-10-1998:** per depositi di liquidi facilmente infiammabili e/o tossici
- **DGR 10-12-2004 n° 7/19794 (Regione Lombardia):** Linee guida per la predisposizione dell' ERIR per comuni con stabilimenti a rischio di incidente rilevante.

3. ANALISI TERRITORIALE

La prima funzionalità del programma (vedi figura 5) consente di individuare, attraverso la specifica banca dati georeferenziata, gli stabilimenti RIR oggetto dell' analisi. La banca dati contiene l' elenco aggiornato degli impianti georeferenziati, sia puntualmente (all' ingresso dello stabilimento) che per l'intero perimetro. Successivamente il programma individua, in base alla tipologia di azienda, la normativa di riferimento da utilizzare per la valutazione della compatibilità territoriale e ne richiede i parametri necessari ad individuare le zone di compatibilità; ad esempio, per aziende e/o depositi che trattano GPL, il programma richiede i parametri specifici di quella normativa (come ad esempio la classe); oppure per depositi di sostanze liquide tossiche e/o infiammabili vengono richiesti ulteriori specifici parametri che quella normativa prevede. Inoltre, per la classificazione territoriale di tutte le altre tipologie di aziende, il programma consente la scelta fra la normativa DM 9-5-2001 e la DGR regionale e, in base alla scelta dell' utente il programma ne calcola i risultati.

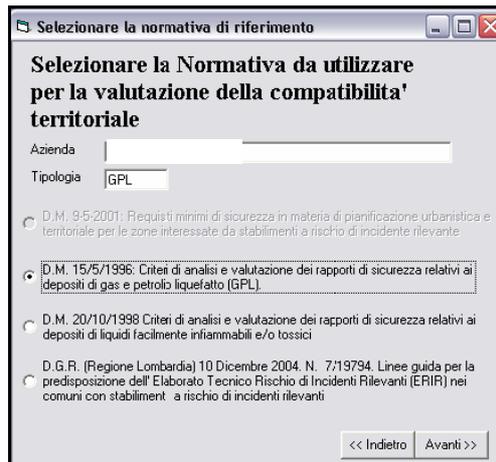


Figura 5: schermata per la selezione della normativa.

Il programma consente l'inserimento automatico degli scenari incidentali direttamente in ambiente GIS, attraverso una specifica interfaccia di integrazione con Arcview. Tale archiviazione prevede l'inserimento delle aree di impatto, e il sistema le suddivide automaticamente per categorie di effetti (Elevata Letalità, Inizio Letalità, Lesioni Irreversibili, Lesioni Reversibili), prevede inoltre l'inserimento delle sostanze coinvolte, la descrizione dello scenario e la frequenza di accadimento. Tale funzionalità non prevede l'utilizzo di algoritmi per la simulazione di scenari incidentali, ma esclusivamente l'archiviazione di informazioni riportate in documentazione ufficiale (come Rapporti di Sicurezza, ERIR o schede di istruttoria). Tale funzionalità consente di predisporre il sistema per le successive fasi di calcolo sia per la compatibilità territoriale che per il conteggio della popolazione. Il sistema non è vincolato a specifici algoritmi di calcolo proprio al fine di consentire la massima elasticità nelle fonti di reperimento dei top events.

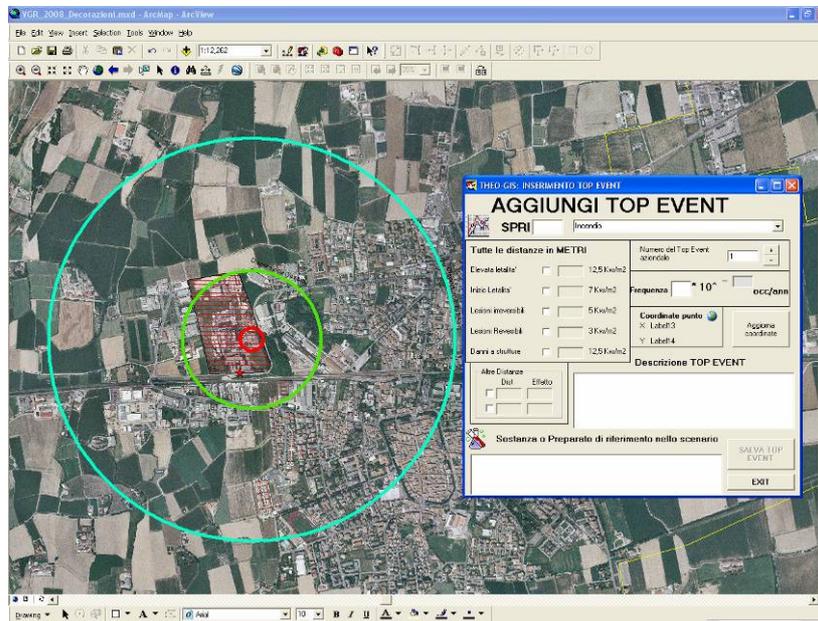


Figura 6: maschera per l'inserimento top events integrata con Arcview

3.1. Curve di isoletalità

La prima fase di analisi consiste nella creazione automatica di uno Shapefile, realizzato involupando le aree dei top eventi la medesima tipologia di categoria di effetto. Vengono individuate per ciascun top event, le categorie di letalità così come suddivise dalla normativa, creando delle nuove curve di iso-effetto, integrazione di tutte le linee dei top; la produzione di tali isolinee di letalità è suddivisa nelle seguenti 4 classi: Elevata letalità, Inizio letalità, Lesioni Irreversibili e Lesioni Reversibili. Per curve di iso-letalità si

intendono tutte quelle linee associate ai top events, le cui conseguenze non sono fisicamente omogenee, ma che hanno come effetto lo stesso grado di pericolosità: tali classi sono dettagliatamente individuate dalla normativa (Vedi tabella 3 sotto).

Tabella 3: suddivisione delle conseguenze degli scenari incidentali, così come individuate dalla normativa.

Scenario incidentale	Categoria effetti			
	Elevata letalità	Inizio Letalità	Lesioni Irreversibili	Lesioni Reversibili
Incendio (radiazione termica stazionaria)	12.5 KW/m ²	7 KW/m ²	5 KW/m ²	3 KW/m ²
BLEVE/Fireball (radiazione termica variabile)	Raggio Fireball	359 KJ/m ²	200 KJ/m ²	125 KJ/m ²
Flash-fire (radiazione termica istantanea)	LFL	½ LFL		
VCA (Sovrapressione di picco)	0,3 bar (0,6 spazi aperti)	0,14 bar	0,07 bar	0,03 bar
Rilascio tossico (dose assorbita)	LC ₅₀ (30 min, hmn)		IDLH	

L'inviluppo delle curve a parità di categoria di letalità viene eseguito da specifici moduli geografici, presenti in questa funzionalità del programma. In figura 7 è schematizzata la modalità di inviluppo e integrazione degli effetti, svolto dal sistema.

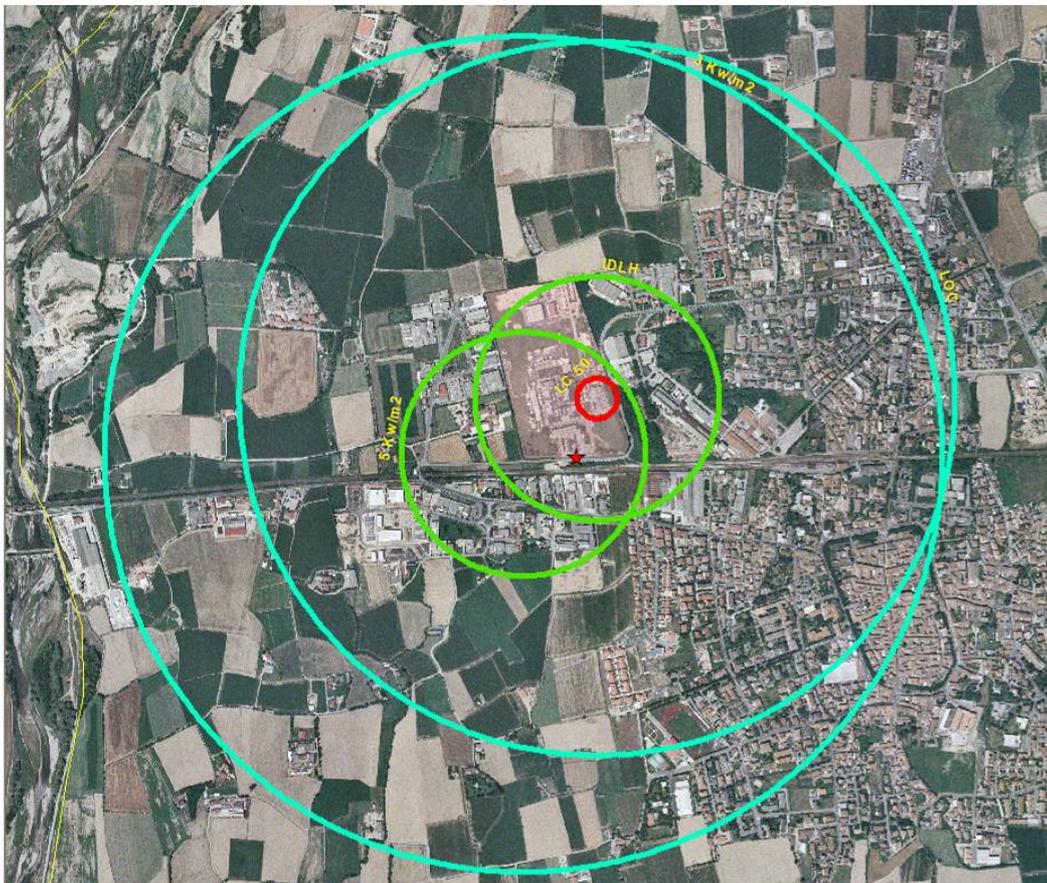




Figura 7a e 7b. esempio di calcolo geografico per la creazione di curve di iso-letalità.

Questa sezione del programma ha la funzione di creare le basi per le successive analisi, rendendo omogenei (come sopra descritto) tutti i diversi top events dell' azienda. Questa funzionalità del programma non necessita, in fase di elaborazione, della presenza di Arcview per svolgere i calcoli geografici.

3.2. Analisi di compatibilità territoriale

Il programma, inoltre, sulla base della normativa interessata e sulla base delle informazioni inserite dall' utente, elabora uno Shapefile dove vengono riportate le categorie territoriali compatibili con lo stabilimento così come suddivise dalla normativa stessa (Cat. A, B, C, D, E, F), collocandole direttamente su mappa GIS.



Figura 8: Elaborazione geografica compatibilità territoriale

Questa sezione del programma crea uno specifico file georeferenziato, in cui vengono riportate tutte le categorie territoriali compatibili con l'azienda.

3.3. Analisi popolazione coinvolta

Infine, l'ultima funzionalità del programma consente, in base alla tipologia e alle distanze di impatto dei top events, di calcolare il numero esatto dei RESIDENTI interessati dagli effetti di tutti i top. Tale valutazione viene svolta dal programma dopo una sovrapposizione vettoriale fra gli effetti omogenei dei top e la banca dati degli assistiti del Servizio Sanitario Regionale. Per ciascuna categoria di effetto viene vettorializzata l'area di impatto e viene conteggiato il numero di residenti che sono interessati dalla categoria di effetto. Il sistema conta e archivia il numero di persone potenzialmente coinvolte da quella tipologia di effetto attraverso la seguente formula:

$$N_{Effetto(EL,IL,LI,LR)} = \sum_1^k (P_i - P_{sup}) \quad (1)$$

Con: $N_{effetto}$: N° di persone interessate dalla categoria di effetto (Elevata Letalità, Inizio Letalità, ecc.); P_i : N° di persone presenti in un punto, colpite dal top con specifico grado di letalità; k : N° di punti afferenti al grado di letalità; P_{sup} : persone toccate da grado di letalità superiore rispetto al calcolato.

L'illustrazione seguente mostra come si interfacciano le banche dati e il sistema di elaborazione:

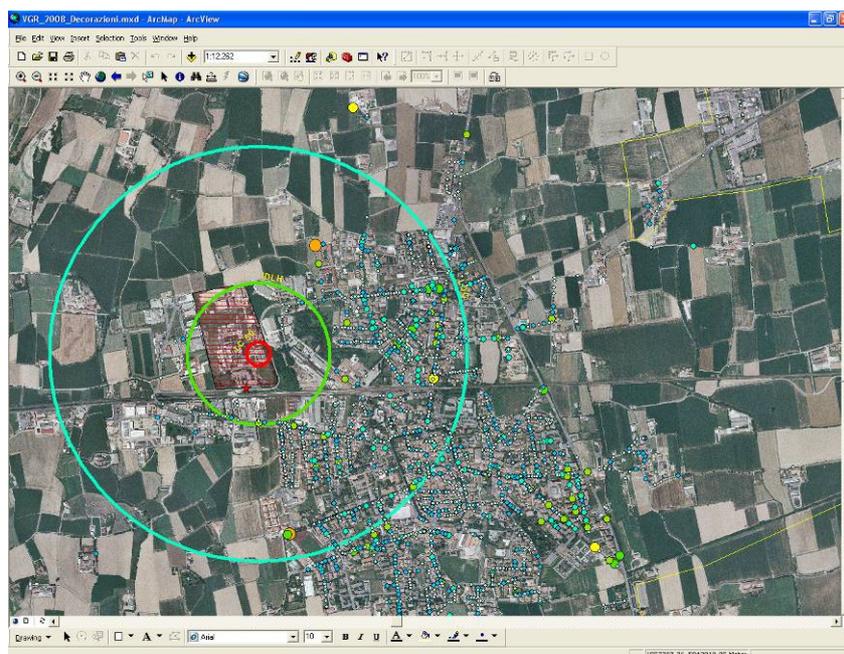


Figura 9: metodologia di calcolo delle persone interessate dal top. Valutazione della presenza di residenti nelle zone di impatto dei top events aziendali e relativo conteggio.



Figura 10: dettaglio della banca dati numerica dei residenti in rapporto ai top per la predisposizione della elaborazione numerica.

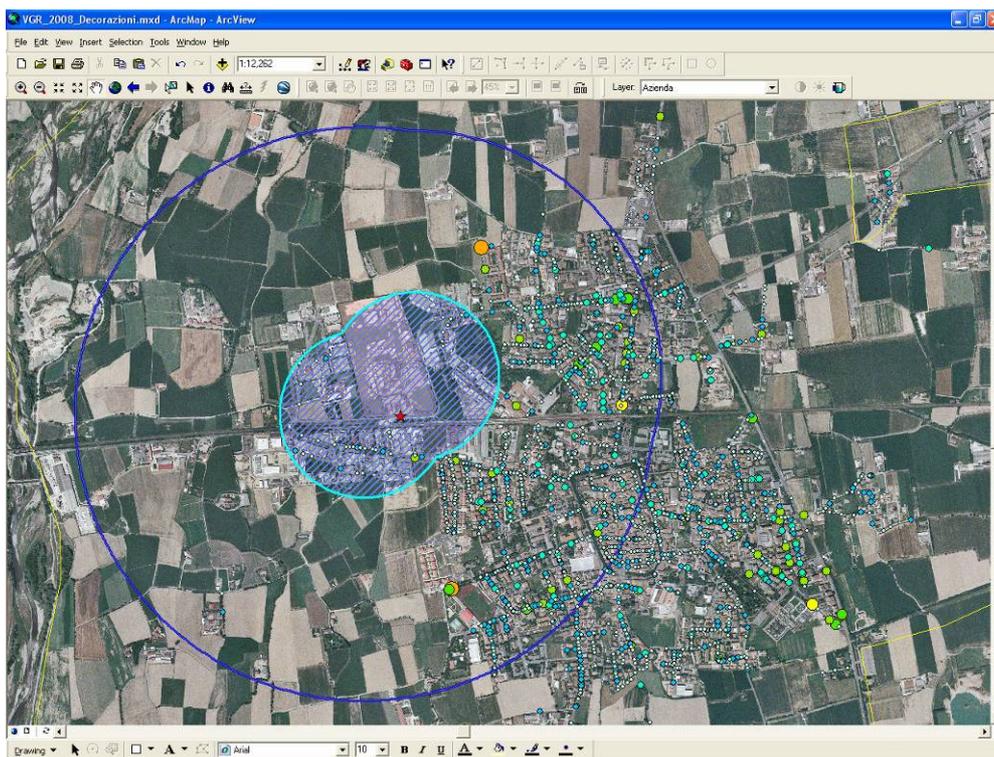


Figura 11: esempio di applicazione con più top events interessati.

4. OUTPUT

I risultati di calcolo vengono inseriti in una apposita sezione del progetto dove sono anche inseriti tutti i file geografici frutto dell' analisi georeferenziata (in formato .shp). Il programma produce un file in Excel dove sono riportati tutti calcoli sulla popolazione interessata. Di seguito si riportano esempi di tali files.

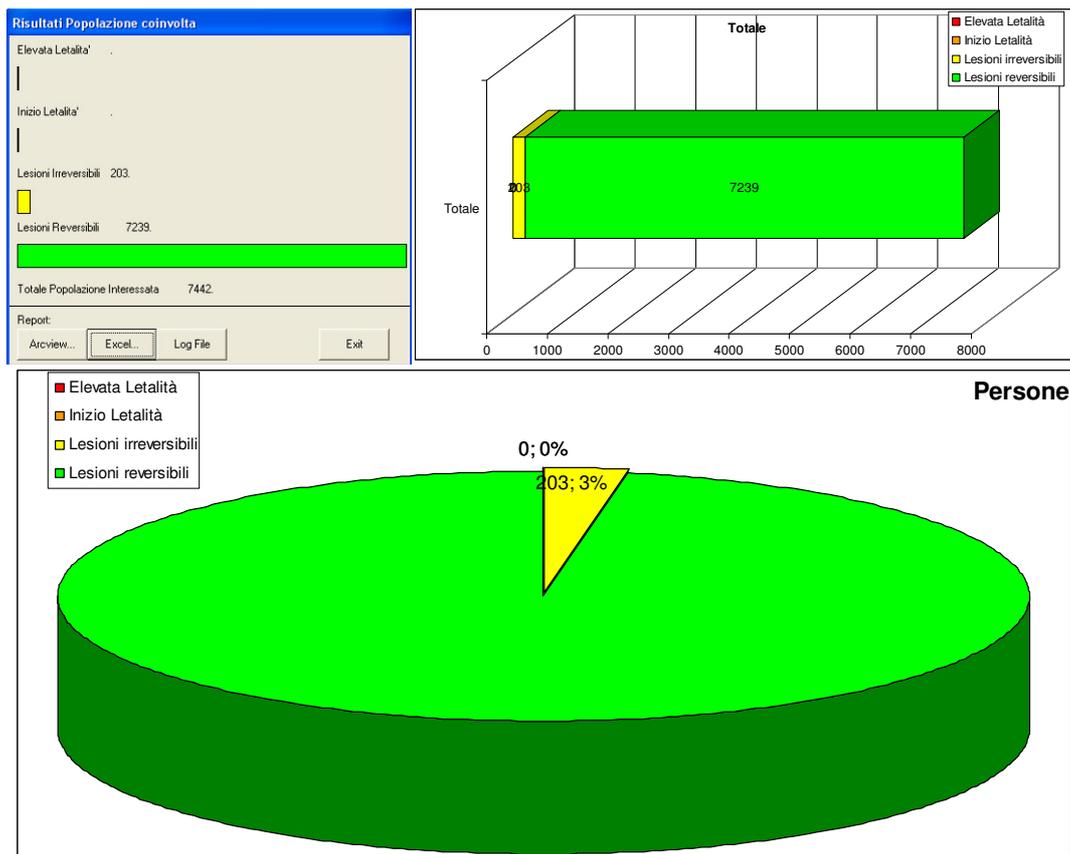


Figura 12 a,b,c: outputs numerici del programma (in formato Excel e a video).

RIFERIMENTI

- [1] “Georeferenziazione dell’ Archivio Assistiti”. Settore Sistemi informative ambientali. ARPA Lombardia (Doc. interno). Dott. Menin Alessandro.
- [2] DM 9/5/2001. Requisiti minimi di sicurezza in materia di pianificazione urbanistica e territoriale per le zone interessate da stabilimenti a rischio di incidente rilevante.
- [3] DM 15/05/1996. Criteri di analisi e valutazione dei rapporti di sicurezza relativi ai depositi di gas e petrolio liquefatto (GPL).
- [4] DM 20/10/1998. Criteri di analisi e valutazione dei rapporti di sicurezza relativi ai depositi di liquidi facilmente infiammabili e/o tossici.
- [5] DGR 10/12/2004 n° 7/19794 (Regione Lombardia). Linee guida per la predisposizione dell’ ERIR per comuni con stabilimenti a rischio di incidente rilevante.
- [6] Arcobject Developer Kit. By ESRI.
- [7] “Exploring Arcobject” Vol. 1 e vol. 2 GIS by ESRI edited by Michael Zeiler.
- [8] Using Arcmap GIS by ESRI di Michael Minami.
- [9] “Esportazione dati da VBA in Excel e relativi link”, G. Messina. Ed. Achi.