Comune di Messina

Università degli Studi di Messina
Dipartimento di Ingegneria Civile

ACCORDO DI PROGRAMMA TRA

COMUNE DI MESSINA - STAFF PROTEZIONE CIVILE

E

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MESSINA - DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA CIVILE

Valutazione della pericolosità idraulica dei torrenti: Galati, Mili, Larderia, Zafferia, San Filippo, Cumia-Bordonaro, Bisconte-Catarratti e Papardo nel territorio comunale di Messina

ALLEGATO 7
(BACINO DEL TORRENTE BISCONTE-CATARRATTI)

REDAZIONE
Prof. Ing. Giuseppe Tito ARONICA

COLLABORATORI:
Dott. Ing. Brunella Bonaccorso per gli studi idrologici
Dott. Ing. Giusina Brigandì per gli studi idrologici
Dott. Ing. Susanna Naso per gli studi idraulici

Il Responsabile Scientifico
Prof. Ing. Giuseppe Tito ARONICA

Il Direttore del Dipartimento
Prof. Ing. Antonino D'ANDREA

Messina, febbraio 2013

1 INQUADRAMENTO TERRITORIALE

DESCRIZIONE E FINALITÀ DELLA RICERCA

Il bacino del torrente Bisconte-Catarratti ricade all'interno del bacino del torrente Camaro-Zaera (Figura 1), localizzato in prossimità del centro del Comune di Messina, all'interno della III Circoscrizione.

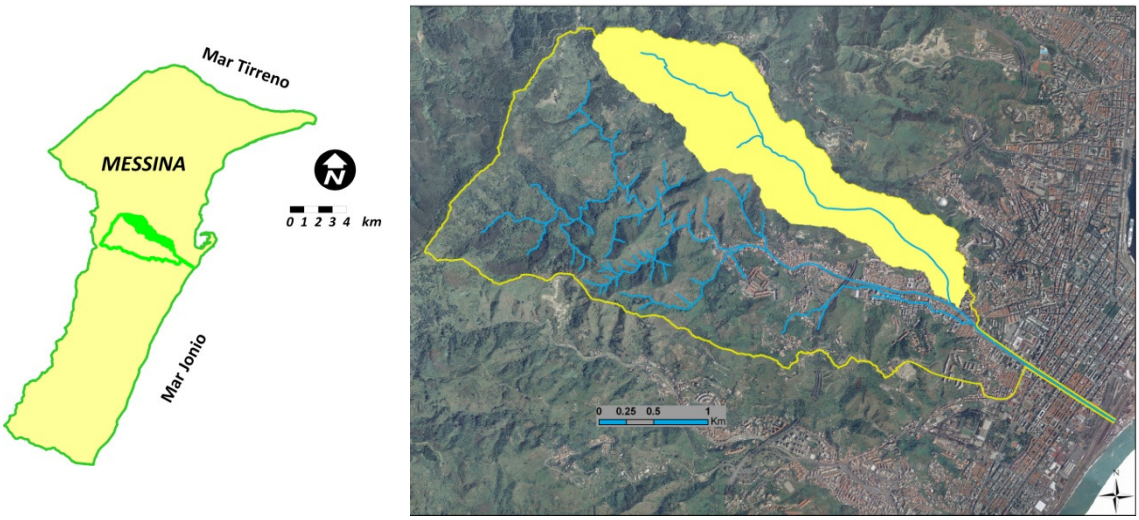

Figura 1 *– Provincia di Messina e localizzazione del bacino del torrente Bisconte-Cataratti (campito in giallo) all'interno del bacino del torrente Camaro-Zaera.*

Il Bisconte-Cataratti, che rappresenta il ramo sinistro del Camaro-Zaera, ha origine dal monte Molimenti e, dopo avere attraversato un ambiente boschivo, costeggia i villaggi di

Catarratti e Bisconte, protetto da argini spesso discontinui, attraversamenti a guado con tubi di sezione modesta o con argini costituiti dagli stessi edifici.

Il bacino di competenza si estende per una superficie complessiva di circa 2.49 Km^2. La lunghezza dell'asta principale del bacino è pari a circa 4.62 Km, con una pendenza media del 7.81 %. La pendenza media e altitudine media del bacino risultano pari rispettivamente a 54.60 % e 286.38 m.

Il ramo destro (Camaro) è invece quasi interamente coperto nelle parti in cui attraversa gli insediamenti abitativi del quartiere Camaro (Figura 2).

Dopo la confluenza dei torrenti Bisconte-Catarratti e Camaro, il torrente Zaera prosegue il suo corso, interamente coperto, in un area fortemente urbanizzata (Viale Europa), attraversando le linee ferroviarie costiere fino alla foce (PAI Regione Sicilia, 2002).

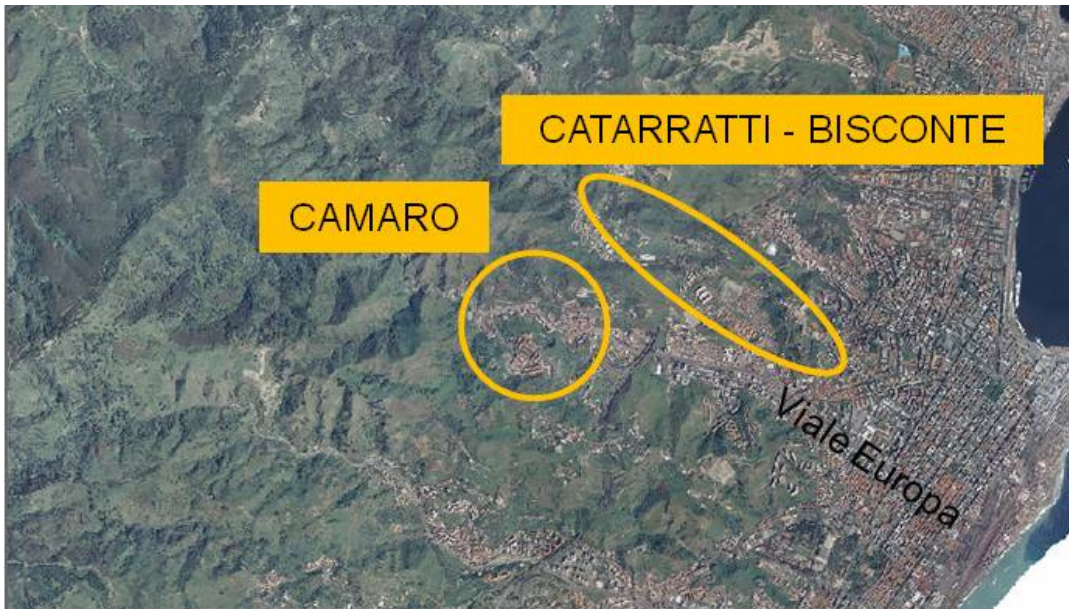

Figura 2 *– Localizzazione dei villaggi Catarratti e Bisconte e del quartiere Camaro.*

Il bacino del torrente Camaro-Zaera si estende invece per una superficie complessiva di circa 9.72 Km^2 alla foce. La lunghezza dell'asta principale del bacino è pari a circa 7.96 Km, con una pendenza media del 8.64 %.

Per la caratterizzazione altimetrica e topografica del bacino è stato utilizzato il Modello Digitale del Terreno ATA0708 con risoluzione orizzontale di 2 metri realizzato per l'Assessorato Regionale Territorio e Ambiente della Regione Sicilia e messo a disposizione dall'Amministrazione Comunale (Figure 3 e 4).

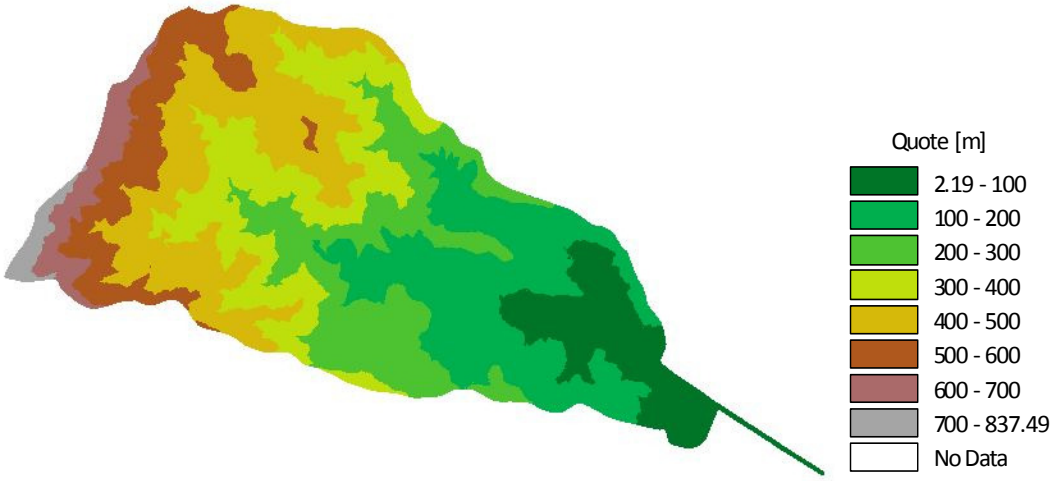

Figura 3 *– Modello digitale del terreno per il bacino del torrente Camaro-Zaera (2 m ris).*

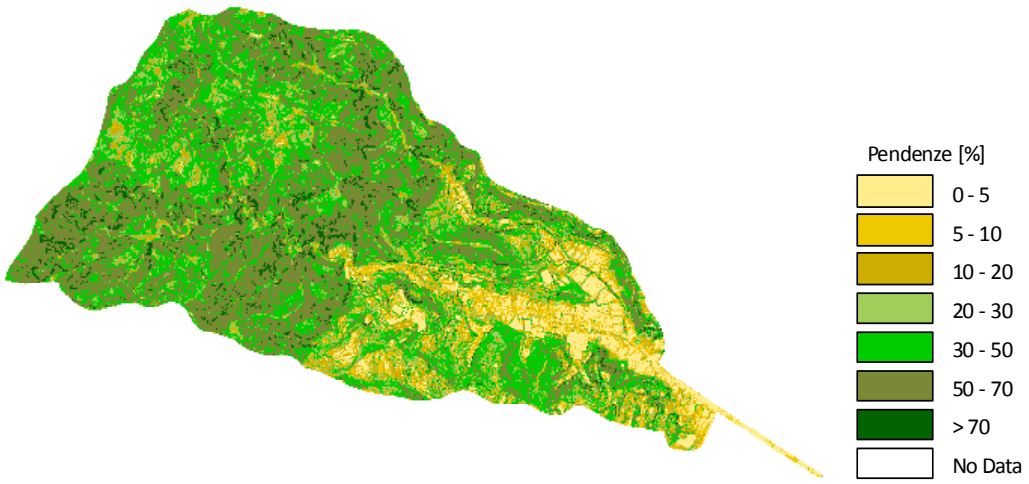

Figura 4 *– Mappa delle pendenze del bacino del torrente Camaro-Zaera.*

CRITICITÀ IDRAULICHE

In riferimento alle possibili criticità idrauliche, il torrente Bisconte-Catarratti, nel tratto che costeggia la via Direzione Artiglieria attraversando le frazioni di Catarratti e Bisconte e inserendosi poi nel tratto coperto (viale Europa) tramite un imbocco situato all'incrocio con la via Camaro, è quello che tuttavia desta maggiori preoccupazioni (Figura 5).



Figura 5 *– Imbocco della copertura del torrente Bisconte-Catarratti al suo sbocco nel torrente Zaera.*

In questo tratto il torrente infatti è separato dalla strada da un muretto di altezza variabile tra i 0.5 e i 2 metri che presenta diverse interruzioni nella parte più a monte, sino ad interrompersi nel tratto finale urbanizzato, dove strada ed alveo non sono in pratica più distinguibili (cfr. le figure 6 e 7).



Figura 6 *– Argini in muratura del torrente Bisconte-Catarratti.*



Figura 7 *– Parte di alveo a monte del torrente, totalmente sprovvista di argini.*

Sia in destra che in sinistra idraulica, ai muri d'argine si alternano delle abitazioni le cui stesse mura perimetrali fungono da sponda dell'alveo (cfr. Figura 8).



Figura 8 *– Edifici presenti in destra e sinistra idraulica lungo l'alveo del torrente Bisconte-Catarratti.*

Le maggiori criticità restano tuttavia quelle legate alla presenza di numerosi ponticelli e passerelle (di accesso ad abitazioni private) che, attraversando il torrente, ne restringono

pericolosamente la sezione rappresentando una possibile causa di rigurgiti della corrente ed esondazione di volumi (Figura 9).



Figura 9 *– Passerelle di accesso ad abitazioni private presenti lungo l'alveo del torrente.*

2
RISULTATI

SOTTOBACINI ANALIZZATI

Per quanto riguarda il torrente Bisconte-Catarratti è stata individuata come unica sezione critica la sezione di chiusura del corrispondente bacino, posizionata subito a monte della confluenza con il torrente Camaro-Zaera (Figura 1). Per completezza nel seguito vengono anche riportati i risultati, in termini di piogge e portate di progetto per i diversi tempi di ritorno considerati, relativi anche all'intero bacino del torrente Camaro-Zaera (con sezione di chiusura alla foce).

IETOGRAMMI DI PROGETTO E PORTATE DI PIENA

Per quanto riguarda i tempi di corrivazione stimati con la formula di Wooding, nella tabella di seguito riportata sono indicati i tempi relativi ai bacini analizzati per i diversi tempi di ritorno T considerati.

Tabella 1*: Tempi di corrivazione relativi ai bacini dei Torrenti Bisconte-Catarratti e Camaro-Zaera*

Bacini	**Tempi di corrivazione (minuti)**		
	(T= 50 anni)	**(T= 100 anni)**	**(T= 300 anni)**
Bisconte-Catarratti	59.2	54.0	47.0
Camaro-Zaera	101.4	92.5	80.6

Nel caso del Bisconte-Catarratti, poiché i tempi di corrivazione risultano sempre inferiori all'ora, per il calcolo delle altezze di pioggia di fissato tempo di ritorno T è stata utilizzata la

formula di Ferreri e Ferro, mentre nel caso del Camaro-Zaera i valori sono stati estratti dalla curva di probabilità pluviometrica ottenuta nell'ipotesi di invarianza di scala.

Si osservi che il valore di *a* e di *n*, ottenuti per interpolazione spaziale dei corrispondenti valori locali calcolati per le singole stazioni pluviometriche prese in considerazione, risultano rispettivamente pari a 35.595 ed 0.275 per entrambi i bacini.

La tabella 2 illustra i valori di pioggia totale e pioggia nette ottenuti per i tre sottobacini con riferimento ad i tre tempi di ritorno considerati. Sono, altresì, riportati i valori di CN utilizzati.

***Tabella 2**: Precipitazioni totali e nette (in mm) corrispondenti ai bacini dei Torrenti Bisconte-Catarratti e Camaro-Zaera e valori di Curve Number utilizzati per la stima delle perdite idrologiche.*

Bacini	**Precipitazioni totali (mm)**			**CN**	**Precipitazioni nette (mm)**		
	T = 50	**T = 100**	**T = 300**		**T = 50**	**T = 100**	**T = 300**
Bisconte-Catarratti	86.34	98.10	118.81	83	49.44	59.55	77.92
Camaro-Zaera	99.25	113.92	140.09	82	58.72	71.53	95.10

Noti i valori delle precipitazioni nette e le durate critiche degli eventi di pioggia, poste pari ai tempi di corrivazione precedentemente calcolati, risultano definite anche le intensità di pioggia nette.

In particolare, nel caso del bacino del torrente Bisconte-Cataratti si è ipotizzato che l'intensità di pioggia si mantenga costante durante tutta la durata dell'evento (ietogrammi di progetto di tipo rettangolare), mentre nel caso del torrente Camaro-Zaera sono stati considerati ietogrammi di progetto emi-simmetrici rispetto alla distribuzione delle fasce isocorrive ricavabili dalla curva aree-tempi. Successivamente le portate di piena al colmo, per i diversi tempi di ritorno considerati, sono state calcolate con il metodo di corrivazione.

Nella tabella 3 sono riportati i valori delle portate di piena al colmo e dei volumi di piena relativi ai sottobacini considerati per i diversi tempi di ritorno.

***Tabella 3**: Portate di piena al colmo e volumi di piena relativi ai bacini dei torrenti Bisconte-Catarratti e Camaro-Zaera.*

Bacini	**Portate al colmo (m^3/s)**			**Volumi piena ($10^3 m^3$)**		
	T = 50	**T = 100**	**T = 300**	**T = 50**	**T = 100**	**T = 300**
Bisconte-Catarratti	34.70	45.82	68.83	123.58	150.74	201.70

Camaro-Zaera	126.41	154.05	209.15	647.83	768.13	925.44

Per completezza si riportano, altresì, gli idrogrammi di piena calcolati con il metodo di corrivazione relativi ai due bacini analizzati (Figure 10 e 11).

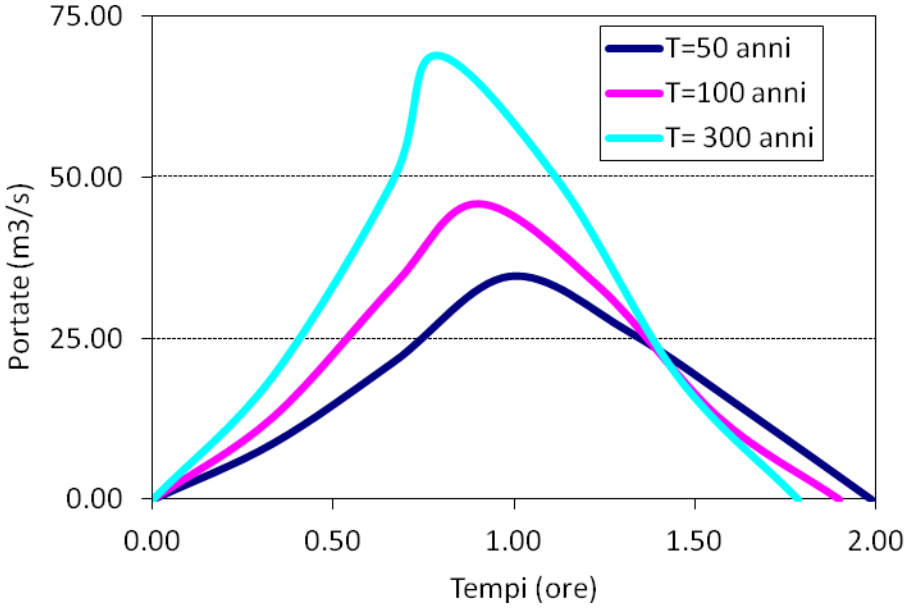

***Figura 10** – Idrogrammi di piena relativi al bacino del torrente Bisconte-Catarratti.*

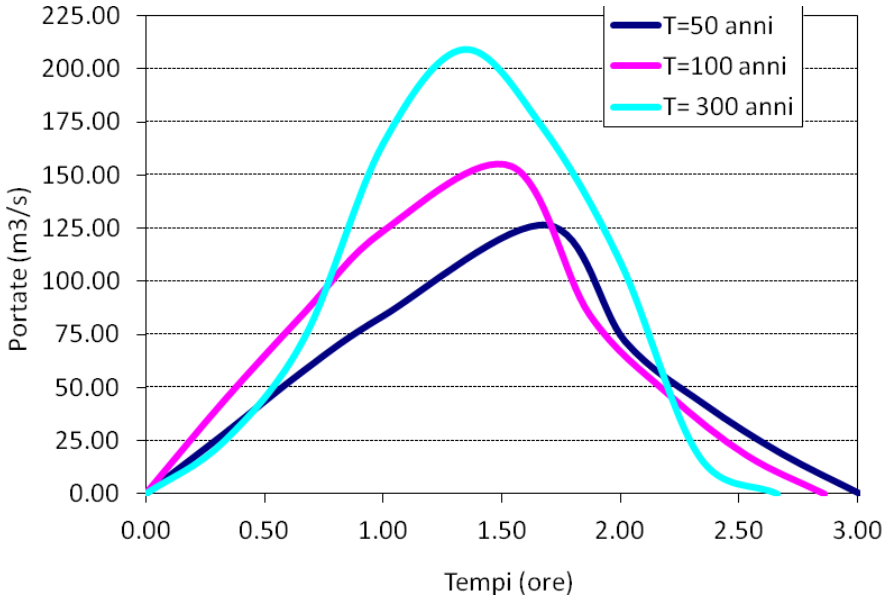

***Figura 11** – Idrogrammi di piena relativi al bacino del torrente Camaro-Zaera.*

ANALISI IDRAULICHE

Lo studio idraulico sul torrente Bisconte-Catarratti si è sviluppato su due livelli: un primo livello relativo all'analisi delle condizioni di deflusso sul ramo principale, volta a verificare le sezioni maggiormente critiche a causa degli argini inadeguati e della presenza dell'imbocco della tombatura; un secondo livello relativo alla propagazione, lungo il reticolo stradale sia

lateralmente all'alveo stesso sia a valle dell'imbocco della copertura (viale Europa), dei volumi di piena che fuoriescono dall'alveo del torrente stesso.

Per questi motivi è stato necessario modellare i due tratti in maniera diversa e, in particolare, utilizzando un modello monodimensionale (Hec-RAS) per il ramo principale fino alla sezione di imbocco della copertura (confluenza torrente Zaera) e un modello bidimensionale per le aree esterne all'alveo del torrente. I due modelli sono stati "accoppiati" idraulicamente considerando le portate di esondazione dal Bisconte-Cataratti ottenuta dal modello Hec-RAS come input per la modellazione bidimensionale nelle aree esterne.

Modellazione monodimensionale

La modellazione monodimensionale del corso d'acqua è stata condotta utilizzando il codice di calcolo HEC-RAS. I dati di input geometrici utilizzati per la modellazione di HEC-RAS sono stati estratti sia dal Modello Digitale del Terreno LIDAR con risoluzione a 2 metri messo a disposizione dall'Amministrazione Comunale oltre che dalla cartografia di base a scala 1:2000.

Il tratto modellato è stato discretizzato in sezioni trasversali. Le caratteristiche geometriche degli attraversamenti e delle coperture, cosi come delle opere presenti in alveo che possono avere una qualunque influenza sul moto delle correnti di piena, sono stati rilevate da misure dirette di campo durante opportuni sopralluoghi.

In Hec-RAS sono state quindi aggiunte, le informazioni così rilevate relative ai muri d'argine, agli attraversamenti e alla copertura del tratto terminale (Figura 12).

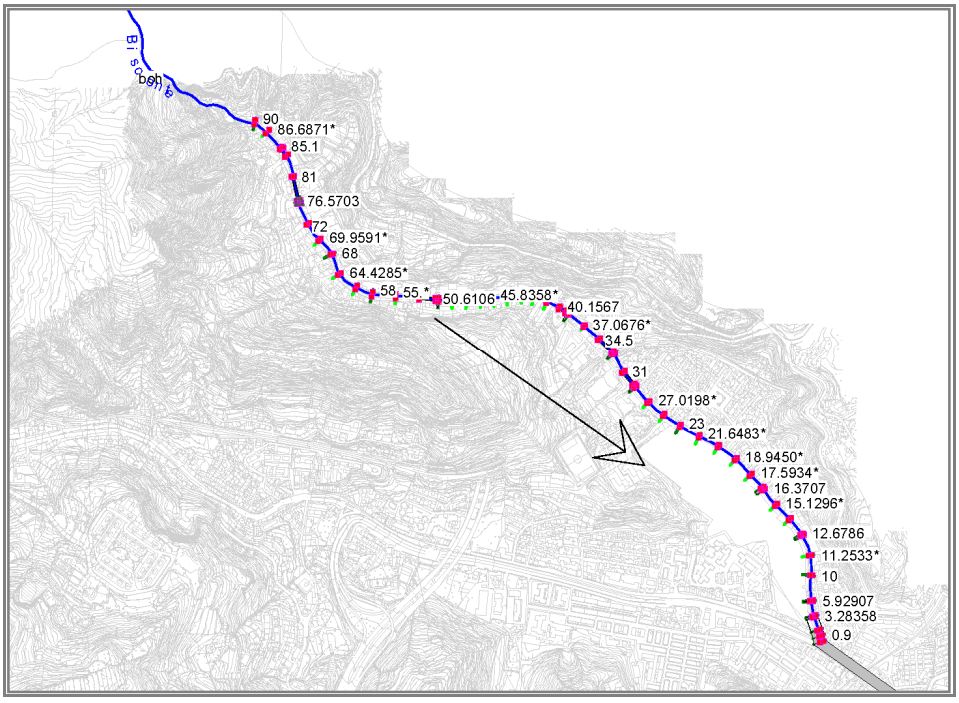

***Figura 12** – Geometria del modello realizzato in Hec-RAS.*

Per la simulazione idraulica il modello monodimensionale è stato applicato nell'ipotesi di regime di moto permanente. Sono state condotte tre simulazioni, una per ogni portata al colmo di piena per fissato tempo di ritorno (50, 100 e 300 anni) anni per il sottobacino "**Bisconte-Catarratti**" per i soli deflussi liquidi.

***Tabella 4**: Sintesi delle portate utilizzate nelle simulazioni ai diversi tempi di ritorno, per le simulazioni con il modello monodimensionale.*

T (anni)	50	100	300
Portate (m^3/s)	34.70	45.82	68.83

Relativamente alle caratteristiche di resistenza idraulica è noto che esse si differenziano secondo che la sede di deflusso sia l'alveo stesso o le aree ad esso esterne (aree di allagamento).

Nel primo caso, le caratteristiche dipendono principalmente dalle dimensioni del materiale di fondo, dalla presenza e qualità della vegetazione fluviale e dalla morfologia plano-altimetrica delle sezioni e del tracciato fluviale. Per le superfici limitrofe e di allagamento giocano un ruolo determinante la natura del suolo, la copertura vegetale, la densità delle infrastrutture e delle costruzioni (macro rugosità) e le irregolarità naturali della superficie.

I parametri di scabrezza utilizzati nel modello monodimensionale sono stati dedotti dall'esame delle Ortofoto ATA 07/08 e dalle osservazioni fatte in occasione dei sopralluoghi effettuati. Quanto detto ha condotto alla scelta dei valori del coefficiente di Manning riportati nella Tabella 5. Si fa notare che nelle aree esterne sono stati utilizzati valori del coefficiente di Manning più contenuti rispetto a quelli in alveo poiché si tratta di aree caratterizzate da superfici molto lisce (pavimentazioni stradali). In generale però i valori scelti sono più elevati di quelli normalmente proposti in letteratura poiché si tiene conto del fatto che il moto della corrente avviene spesso in condizioni di macroscabrezza e con un possibile trasporto di materiali grossolani (detriti vari, vegetazione, rifiuti solidi, ecc.).

***Tabella 5**: Scabrezze utilizzate nella simulazione monodimensionale.*

Coefficienti di Manning ($m^{-1/3}$ s)	
Alveo	0.050
Aree esterne	0.025

Per ogni simulazione sono stati quindi ricavate la massime quote raggiunte del pelo libero e l'andamento spaziale delle massime velocità medie della corrente in ciascuna sezione trasversale.

L'esito delle verifiche idrauliche effettuate è mostrato nella Figura 13 che riporta i profili di corrente in moto permanente per le diverse portate di calcolo.

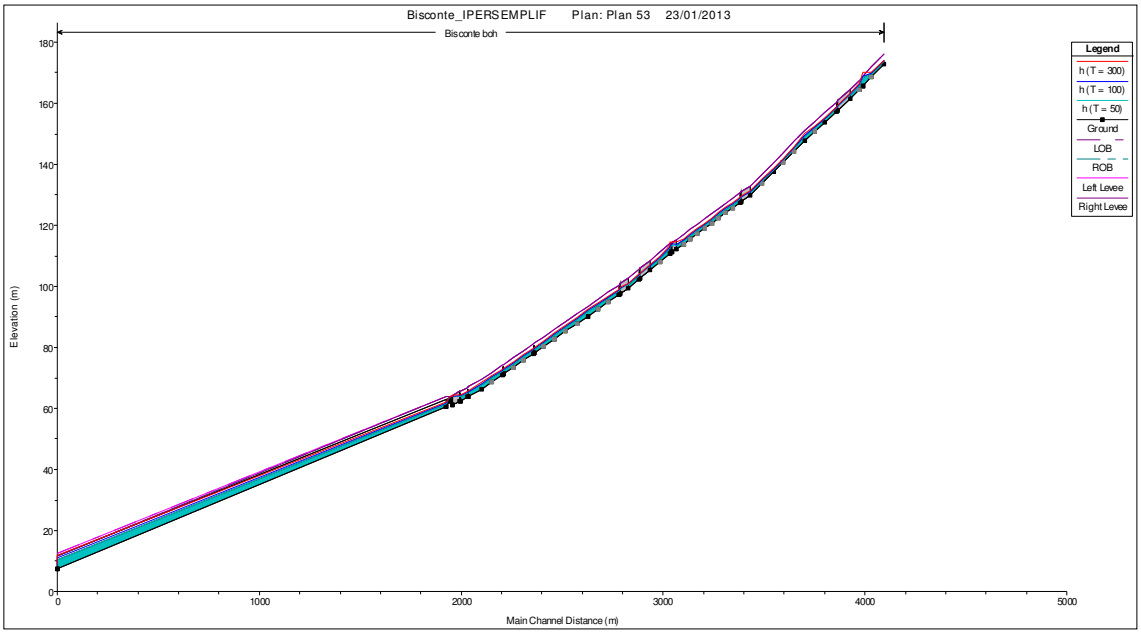

Figura 13 *– Andamento profili di corrente lungo il tratto modellato.*

Le verifiche idrauliche hanno anche permesso di identificare un certo numero di sezioni insufficienti (critiche) al convogliamento delle portate liquide e nelle quali, quindi, si manifesta una fuoruscita di volumi idrici che il modello monodimensionale restituisce come valori di portate di esondazione e utilizzate come input idrodinamico al modello bidimensionale (cfr. tabella 6). Le sezioni critiche sono localizzate: (1) in corrispondenza di una apertura arginale nell'abitato di Catarratti, (2) in corrispondenza di una passerella di accesso ad abitazioni provate lungo il corso del Bisconte (Via Direzione Artiglieria), (3) in corrispondenza dell'imbocco della tombatura del Bisconte-Catarratti in ingresso al torrente Zaera.

Modellazione bidimensionale

Con l'analisi ed il rilievo dei luoghi, è stato possibile definire i contorni dell'area potenzialmente inondabile, indicata in Figura 14.

L'applicazione del modello bidimensionale (cfr. Relazione Generale) ha richiesto la generazione di una griglia (mesh) a elementi triangolari che comprendesse l'area potenzialmente allagabile e descrivesse correttamente la topografia e la morfologia dell'area in studio.



Figura 14 *– Dominio di calcolo utilizzato per il modello bidimensionale, con indicazione delle zone di ingresso delle portate.*

Diversi studi hanno messo in evidenza che errori nella definizione delle quote topografiche dei nodi di calcolo possono portare a inaffidabilità e incertezza nelle risposte del modello. La mesh è state costruite con l'ausilio del software ArgusOne. Infine, nel posizionare i nodi si è considerata prioritaria la corretta riproduzione del corso d'acqua principale, delle sponde e dei muri d'argine e di tutte le infrastrutture presenti in alveo (tombini, attraversamenti). L'area è stata discretizzata con una mesh costituita da 28061 elementi triangolari sulla base di 17547 nodi con una dimensione media dell'elemento pari a circa 12.2 m^2. In tabella 7 si sintetizzano le caratteristiche del dominio e della mesh.

Tabella 7*: Riepilogo delle caratteristiche della mesh di calcolo.*

Area totale (km^2)	**Elementi**	**Numero di nodi**	**Area media degli elementi (m^2)**
0.34	28061	17547	12.22

Per la caratterizzazione altimetrica del dominio di calcolo è stato utilizzato il Modello Digitale del Terreno LIDAR con risoluzione a 2 metri messo a disposizione dall'Amministrazione Comunale (Figura 13). Sono state inoltre implementate nel modello, in virtù delle basse pendenze lungo il ramo Catarratti e della notevole distanza dei versanti attivi dall'alveo (che rende nullo un loro contributo in termini di materiale solido) le leggi di scabrezza relative alla propagazione di acqua chiara su fondo fisso (cfr. Relazione Generale).

Le condizioni al contorno riguardano i valori delle portate entranti nel dominio di calcolo e la conseguente forma degli idrogrammi di piena. Nelle simulazioni effettuate è stata considerata una condizione di moto permanente, condizione per la quale l'idrogramma di piena risulta a portata costante nel tempo. Le portate utilizzate sono quelle ottenute per valori del tempo di ritorno di 50, 100, e 300 anni dal modello monodimensionale come portate di esondazione (Figura 14).

***Tabella 6**: Sintesi delle portate utilizzate nelle simulazioni ai diversi tempi di ritorno, per le simulazioni con il modello bidimensionale.*

Portate utilizzate nelle simulazioni			
	T = 50 anni	T = 100 anni	T = 300 anni
	Q_I (m^3/s)	Q_I (m^3/s)	Q_I (m^3/s)
Catarratti	23.79	37.83	41.45
Bisconte (passerella)	0.0	0.0	2.04
Bisconte (imbocco)	0.0	0.0	0.41

Acqua chiara su fondo fisso

REDAZIONE DELLE MAPPE

I risultati delle diverse simulazioni condotte hanno permesso di redigere delle mappe che riportano la distribuzione spaziale di tutte le informazioni idrodinamiche relative al passaggio dell'onda di piena, per fornire una completa informazione sulla pericolosità idraulica sotto le diverse condizioni per l'area oggetto di studio.

Di seguito sono riportati nelle figure 15-20 i risultati relativi alle simulazioni effettuate per i tempi di ritorno di 50, 100, e 300 anni, ovvero le mappe che riportano l'inviluppo delle massime altezze d'acqua e dei massimi prodotti altezza idrica-velocità media della corrente che si manifestano nei nodi e negli elementi del dominio d'integrazione durante l'intero svolgersi della simulazione.

In accordo con la metodologia indicata nel P.A.I., la definizione dei livelli di pericolosità presenti sull'area oggetto di studio, con riferimento all'entità delle inondazioni valutate, è stata effettuata in base al valore dei tiranti idrici e del tempo di ritorno (Figura 21).

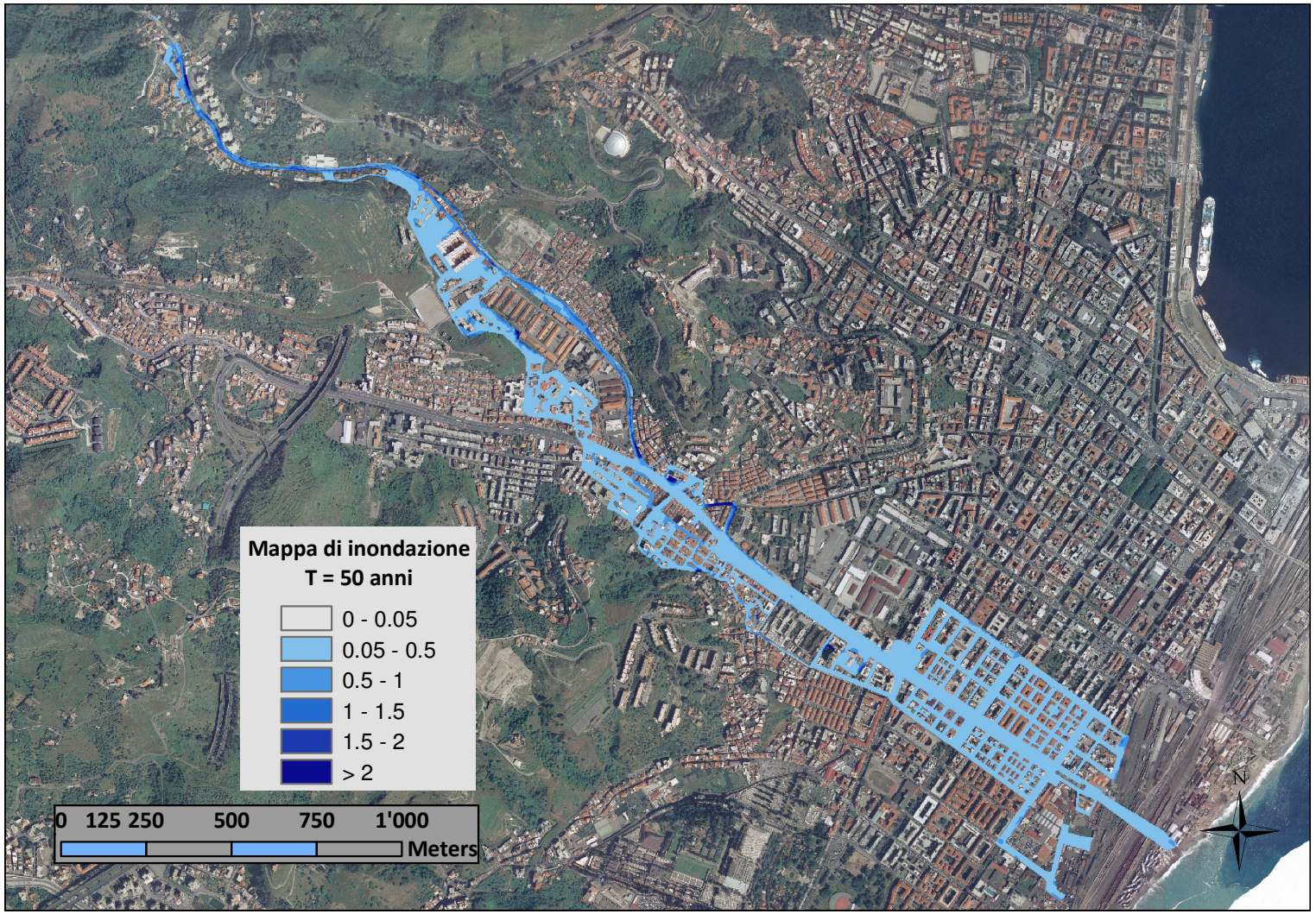

Figura 15 *– Mappa di inondazione (T = 50 anni).*

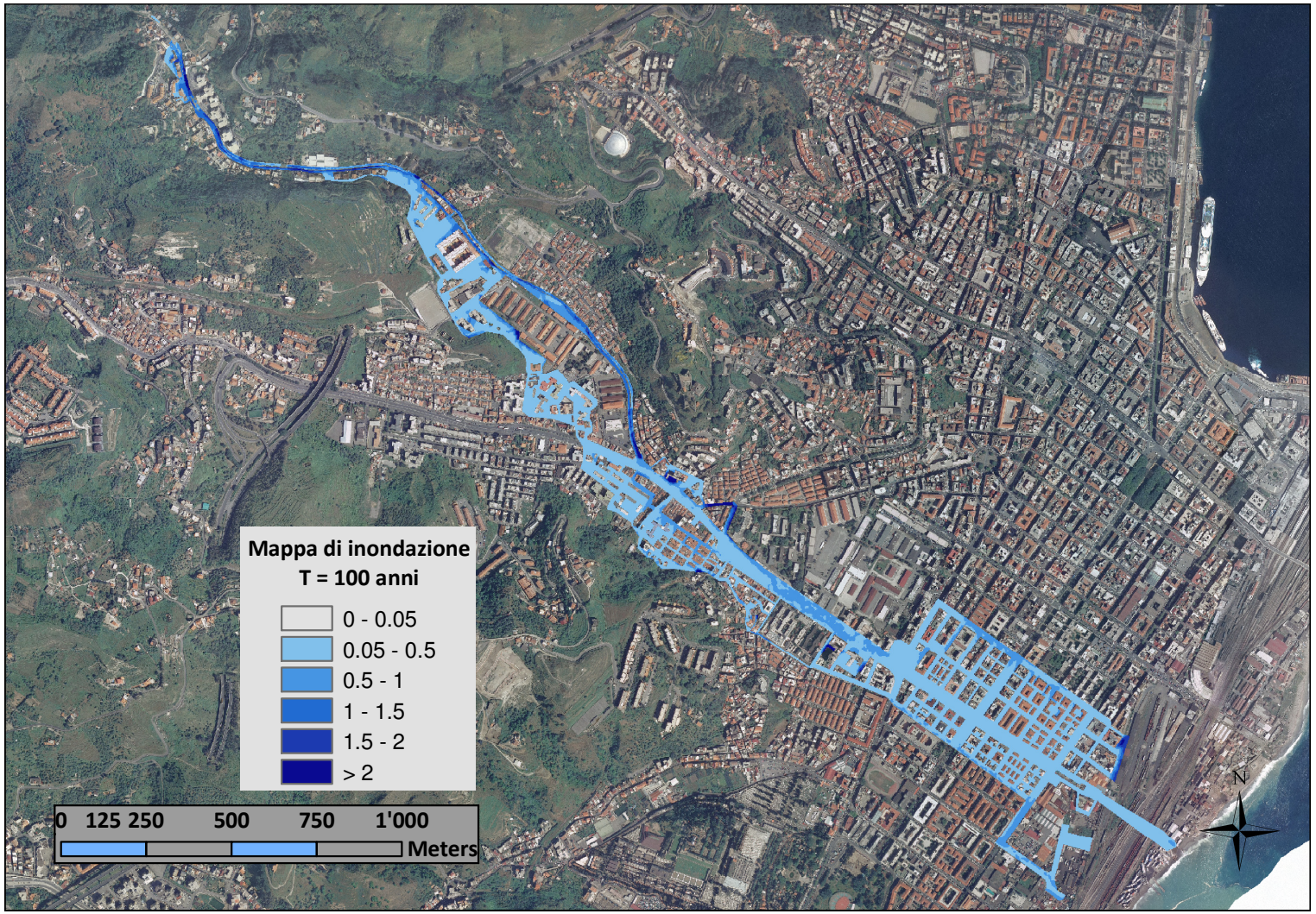

Figura 16 *– Mappa di inondazione (T = 100 anni).*

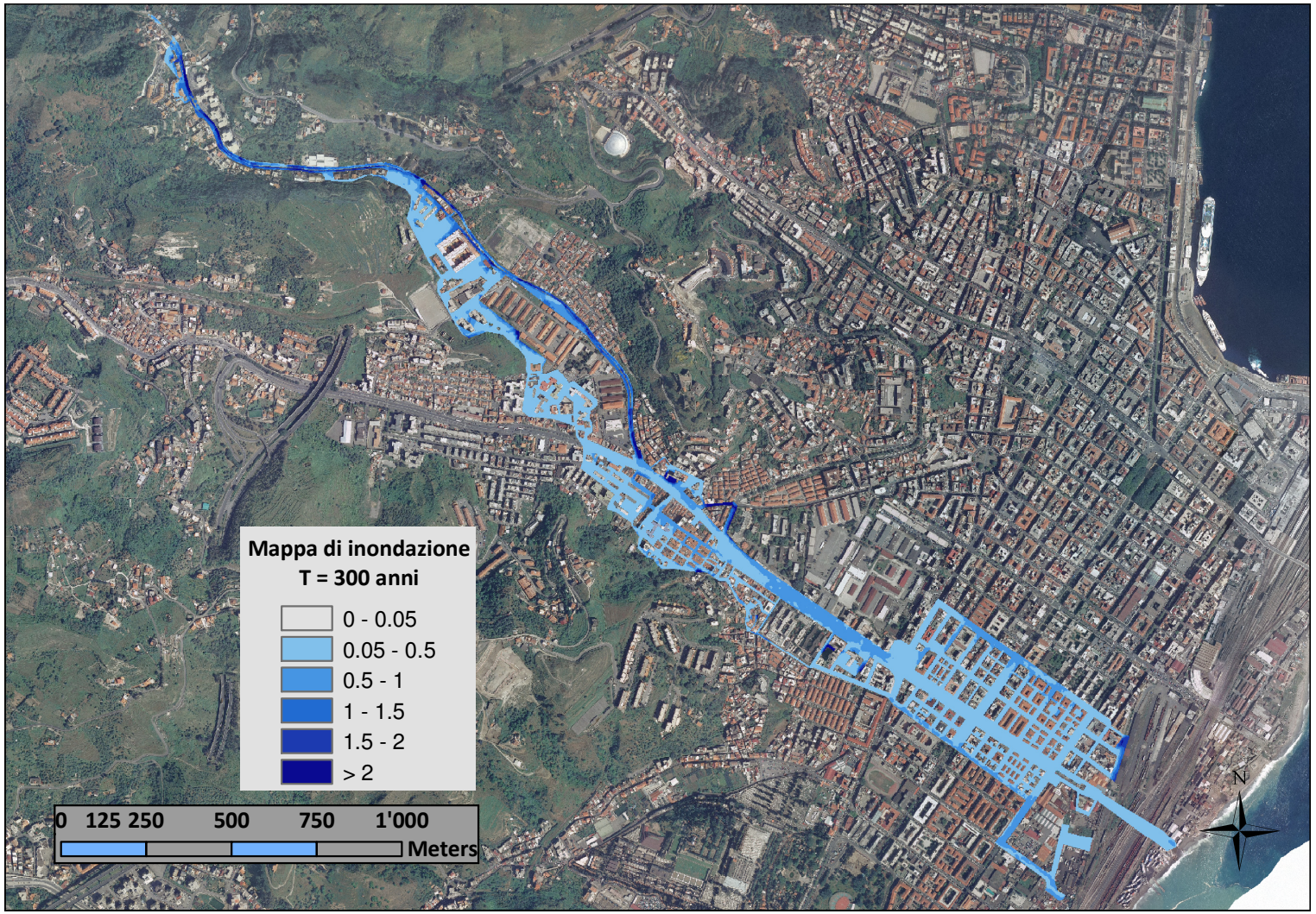

Figura 17 *– Mappa di inondazione (T = 300 anni).*

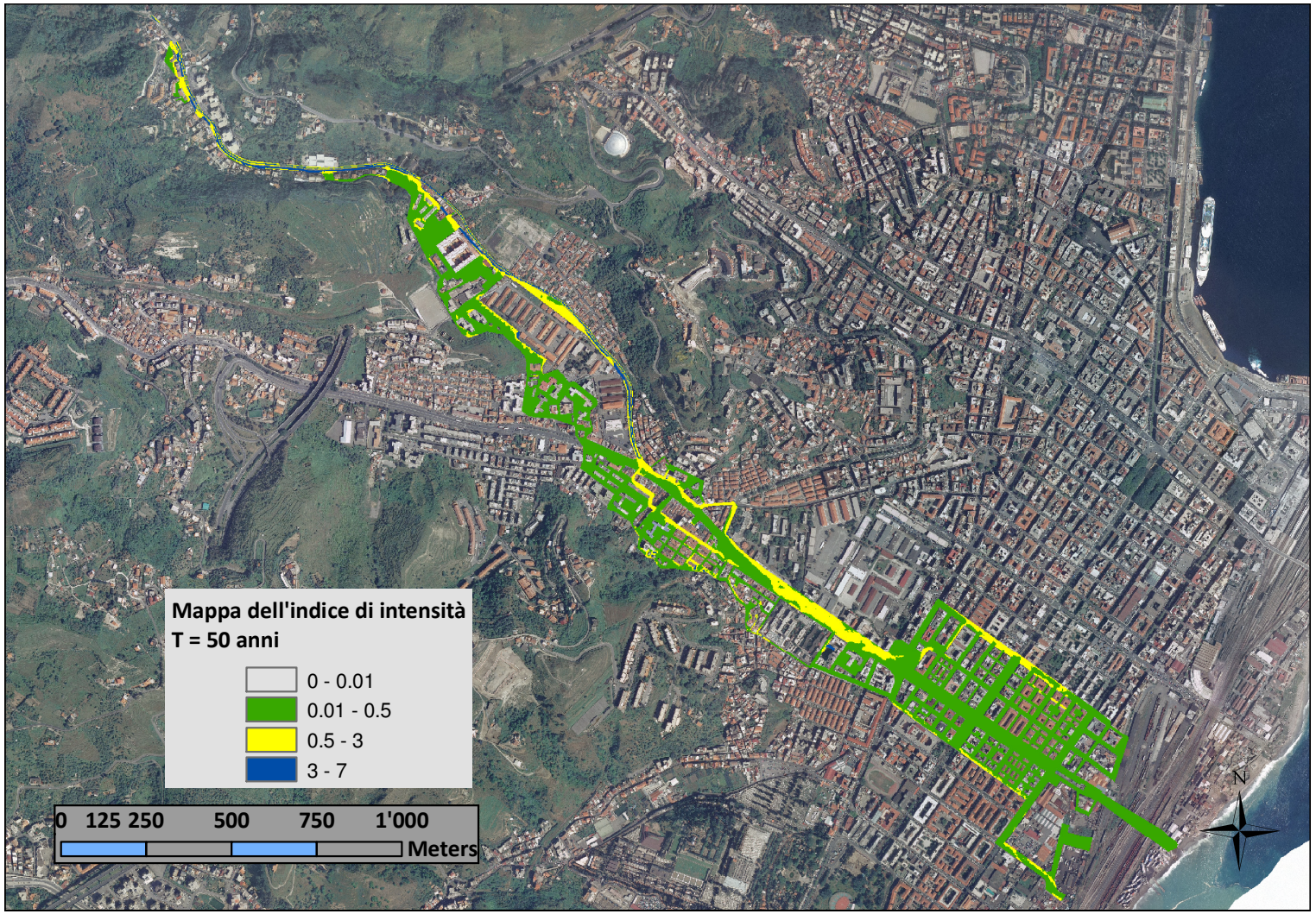

Figura 18 *– Mappa dell'indice di intensità (T = 50 anni).*

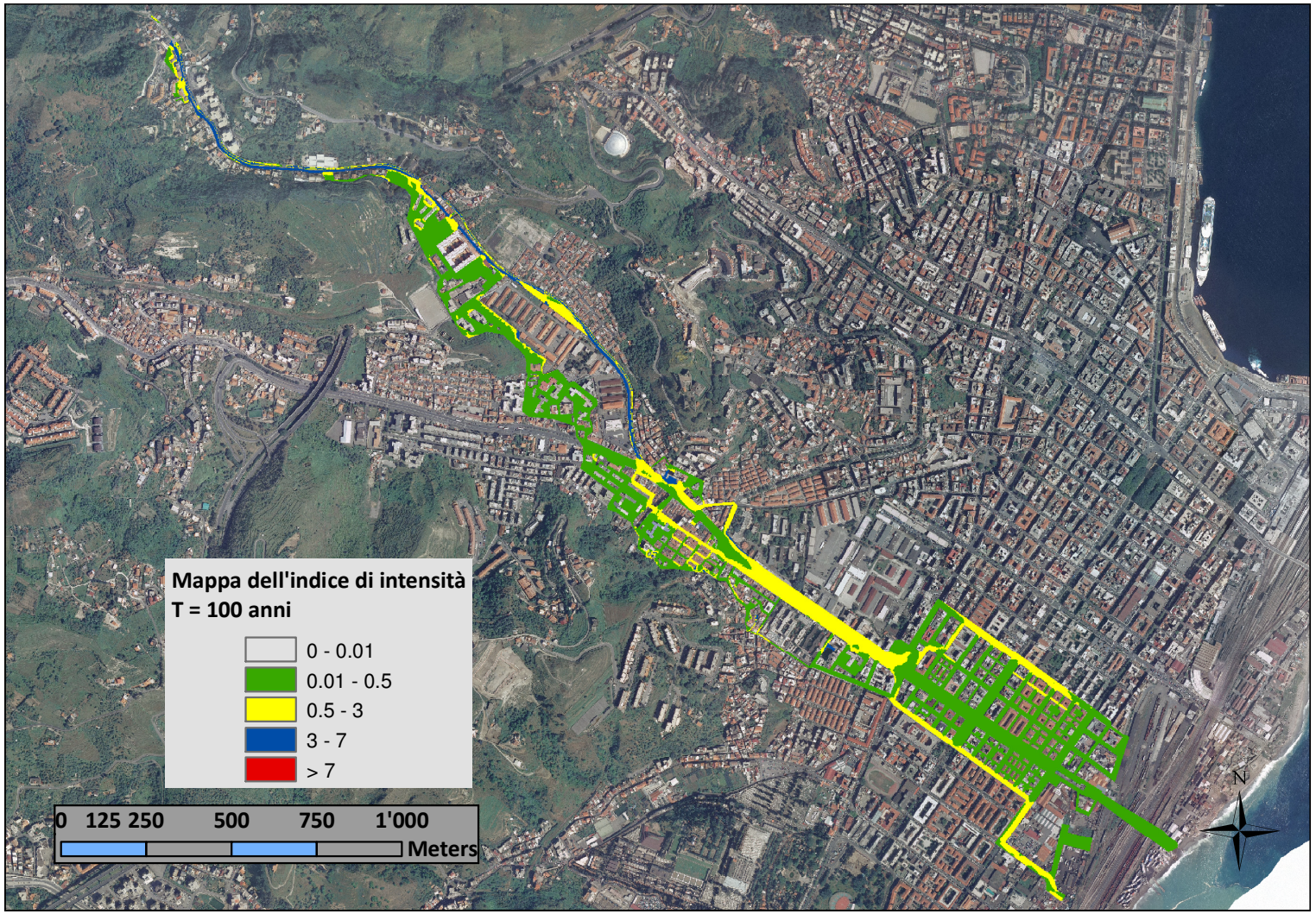

Figura 19 *– Mappa dell'indice di intensità (T = 100 anni).*

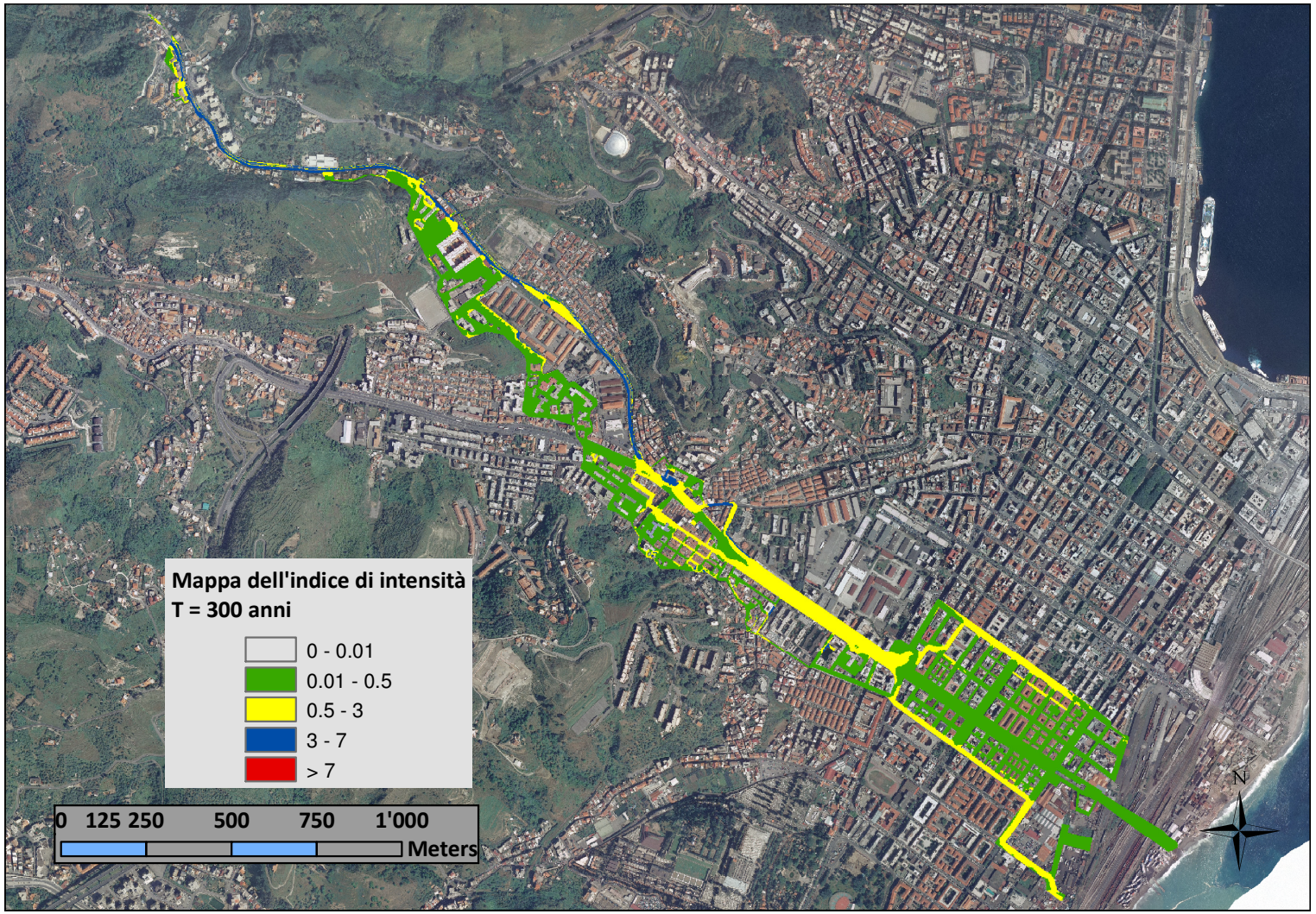

Figura 20 *– Mappa dell'indice di intensità (T = 300 anni).*

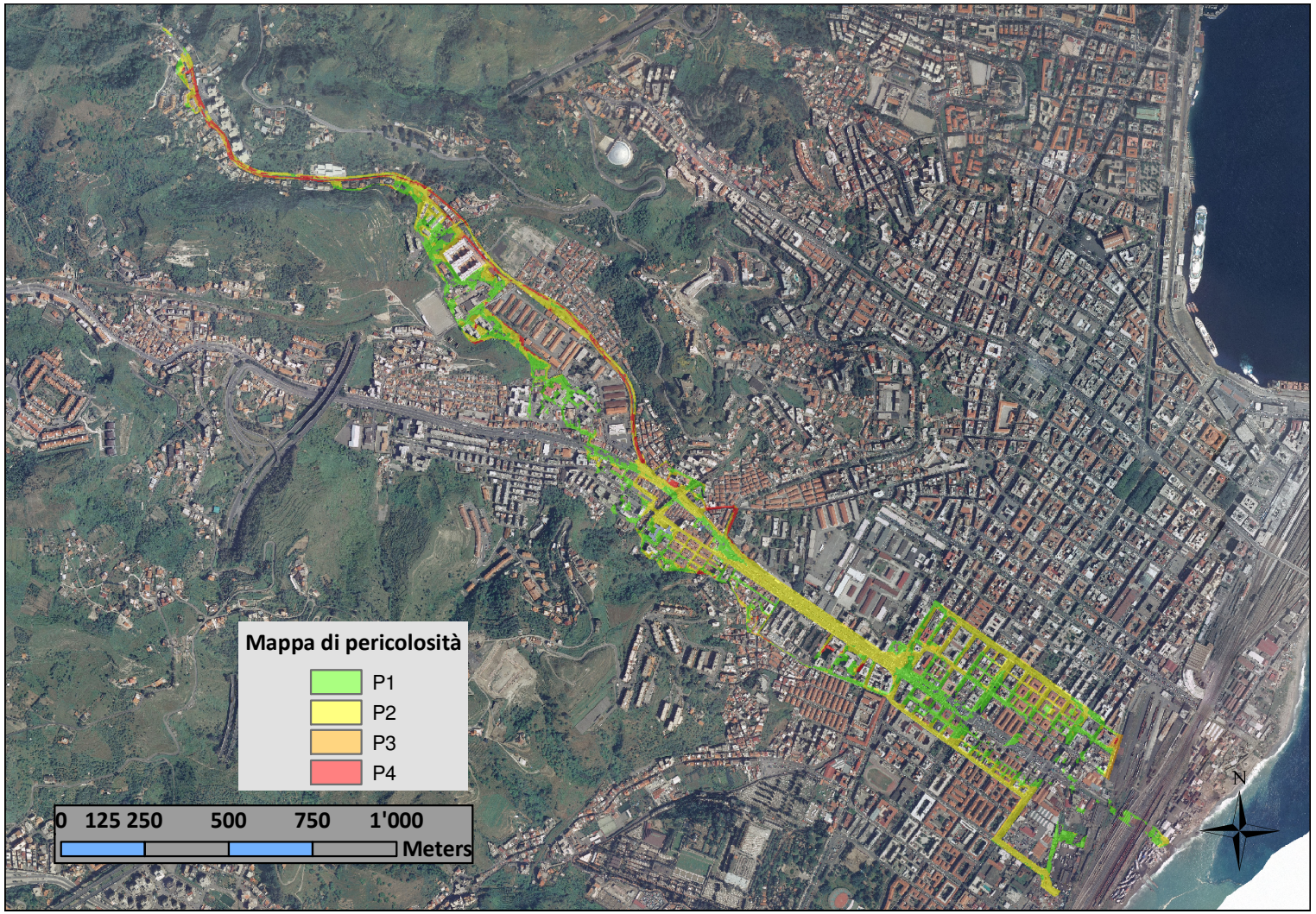

Figura 21 *– Mappa di pericolosità.*