

# il Piano Strutturale

giugno 2015

## QUADRO GEOLOGICO

QG 18

Relazione illustrativa degli approfondimenti idraulici

COORDINAMENTO GENERALE E RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Antonella Giannini

Dirigente settore Opere e Lavori Pubblici e Urbanistica

COORDINAMENTO SCIENTIFICO

Gilberto Bedini

Fabrizio Cinquini - Società Terre.it

con la collaborazione di

Michela Biagi - Società Terre.it

UNITÀ ORGANIZZATIVA 5.5 - STRUMENTI URBANISTICI

Carla Villa

responsabile unità organizzativa

Cristiana Cristiani, Monica Del Sarto

CONSULENZE ESTERNE

Studio Legale Elisa Burlamacchi

profili giuridici

Studio di Geologia Barsanti, Sani & Associati

indagini geologico-tecniche

Geoprobe s.a.s. di Pietro Barsanti, Alessandro Petroni & Co.

studi di microzonizzazione sismica

Studio Ingeo ing. Paolo Barsotti, ing. Francesco Barsotti

studi idraulici

Università di Camerino

Scuola Architettura e Design Edoardo Vittoria

analisi diffusione insediativa

Scuola Superiore Sant'Anna

Istituto di Scienze della vita (Land Lab)

analisi territorio rurale

Francesco Lunardini

Claudia Canigiani

analisi territorio rurale

Università di Pisa

Dipartimento di Ingegneria Civile "Vie e Trasporti" L.A.S.T.

con la collaborazione di Simona Frediani

analisi flussi di traffico e mobilità

Lucense S.C.p.A.

analisi e simulazione scenari mobilità

Istituto Alti Studi Lucca (IMT)

documento programmatico di piano strategico e caratterizzazione  
ed evoluzione del sistema economico locale

Rete Sviluppo s.c.

indagini socio economiche e demografiche

Ambiente s.c.

valutazione ambientale strategica

Processo partecipativo

Maria Rosaria Tartarico - Michela Guidi

ELABORAZIONI GRAFICHE E CARTOGRAFICHE

Roberta Bernardini, Francesca Furter

CON LA COLLABORAZIONE DI

Stefano D'Angelo, Alessio Sodini, Davide Tofanelli

GARANTE DELLA COMUNICAZIONE

Nicoletta Papanicolau

**SOMMARIO**

<b>Sommario.....</b>	<b>1</b>
<b>1 INTRODUZIONE .....</b>	<b>2</b>
<b>2 CARTE DEI BATTENTI IDRAULICI .....</b>	<b>3</b>
<b>3 ANALISI MORFOLOGICA DEL TERRITORIO DI PIANURA .....</b>	<b>5</b>
<b>3.1 Generalità .....</b>	<b>5</b>
<b>3.2 Metodologia operativa delle analisi morfologiche del territorio .....</b>	<b>5</b>
<i>3.2.1 Raccolta dei dati cartografici e morfologici del territorio .....</i>	<i>5</i>
<i>3.2.2 Raccolta dati cartografici relativi alle perimetrazioni idrauliche.....</i>	<i>6</i>
<i>3.2.3 Elaborazione dei DTM con strumenti GIS .....</i>	<i>7</i>
<i>3.2.4 Interpretazione ed analisi critica dei risultati .....</i>	<i>8</i>
<i>3.2.5 Restituzione cartografica delle aree potenzialmente soggette a ristagno .....</i>	<i>9</i>
<b>4 CONCLUSIONI.....</b>	<b>11</b>



## 1 INTRODUZIONE

Lo scrivente dott. ing. Paolo Barsotti redige la presente relazione tecnica inerente agli aspetti idraulici rilevanti ai fini urbanistici per il territorio del Comune di Lucca a supporto dell'aggiornamento del Piano Strutturale previsto per l'anno 2015.

Scendendo nel dettaglio, il lavoro si suddivide in due parti ben distinte:

- Il tracciamento delle aree allagabili e dei battenti liquidi di esondazione per i tempi di ritorno individuati nella normativa regionale di riferimento (Regolamento Regione Toscana 53R/2011);
- L'individuazione dei bassi morfologici soggetti a ristagno per la configurazione del piano di campagna.

Il quadro normativo, oltre alla succitata norma regionale, è completato dal Piano di Bacino, stralcio "Assetto Idrogeologico" e sue varianti redatto dall'Autorità di Bacino Pilota del Fiume Serchio, con le cui cartografie il presente studio si armonizza, riprendendone i risultati degli studi di approfondimento.

Per lo sviluppo delle analisi idrauliche lo scrivente si è avvalso della collaborazione del dott. ing. Olga Luvisi e del dott. ing. Francesco Barsotti.

## 2 CARTE DEI BATTENTI IDRAULICI

Le carte degli allagamenti e dei battenti discendono da studi idraulici che, partendo dai dati pluviometrici, dai parametri di bacino e dal rilievo del territorio, riescono a delineare tramite simulazioni degli eventi critici le dinamiche esondative connesse al reticolo idraulico. In tal senso, i corsi d'acqua della Piana di Lucca sono stati già analizzati nel corso degli anni precedenti. Gli studi più recenti sono i seguenti:

- Studi a supporto dell'aggiornamento del Piano di Bacino, Stralcio Assetto Idrogeologico dell'anno 2013, che ha analizzato le aste maggiori del reticolo idraulico (tra cui si citano in particolare il Fiume Serchio, Canale Ozzeri e il Torrente Freddana), redatto dai tecnici dell'Autorità di Bacino del Fiume Serchio;
- Studi di approfondimento del reticolo idraulico minore redatti dallo scrivente nell'anno 2011. I bacini analizzati sono i seguenti:
  1. Rio Carraia in località Saltocchio
  2. Sistema dei fossi Isolella e Rio San Lorenzo in località San Lorenzo di Moriano
  3. Torrente Mulerna in località Ponte a Moriano
  4. Rio Cerreto in località Torre
  5. Fosso Ribongi in località Mutigliano
  6. Fosso Arsina nell'omonima località
  7. Fossi Nortola e Rio Castiglioncello in località Nozzano
  8. Fosso di Cerasomma nell'omonima località
  9. Rio Guappero San Pantaleone presso Santa Maria del Giudice

Si cita anche lo studio a supporto della variante al Regolamento Urbanistico del Comune di Lucca nota come "Variante Ozzeri" redatto dall'ing. Renzo Bessi nell'anno 2008, i cui risultati sono stati rivisti ed aggiornati dalle citate analisi di approfondimento a supporto della revisione del Piano di Bacino stralcio Assetto Idrogeologico del 2013.

Su indicazione dei tecnici e degli amministratori del Comune di Lucca, in considerazione del ridotto intervallo temporale trascorso dalla pubblicazione dei suddetti studi e del grado di dettaglio delle verifiche tecniche, per la valutazione delle aree allagabili e dei battenti ad esse connesse si è fatto riferimento ai citati studi idraulici. Per gli studi redatti dall'Autorità di Bacino si rimanda ai documenti allegati al Piano di Bacino, mentre gli studi redatti dallo scrivente nell'anno 2011 sono allegati alla presente relazione.

Il risultato della presente fase di lavoro è la produzione delle Carte delle esondazioni aventi tempo di ritorno 30 e 200 anni, come indicato all'interno del Regolamento Regionale 53R/2011. Tali carte sono prodotte mediante l'involuppo dei battenti individuati all'interno degli studi sul reticolo maggiore e sul reticolo idraulico minore: in sostanza, per ogni porzione di territorio, si assume che il battente idraulico di riferimento sia quello maggiormente cautelativo fra quelli calcolati nell'ambito dei due studi di riferimento.

In tal modo, il risultato prodotto non è in alcun caso meno cautelativo rispetto alle carte vigenti dell'Autorità di Bacino del Fiume Serchio. Di seguito si riportano stralci cartografici che manifestano questa situazione.

Dalla carta degli allagamenti e dei battenti discende poi la carta della pericolosità idraulica.



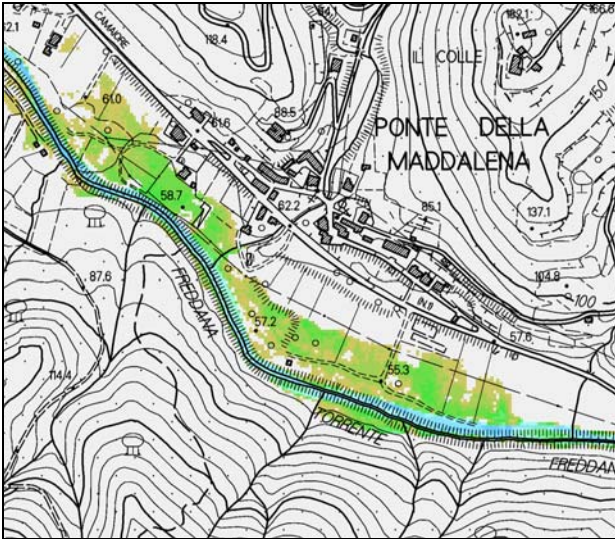


Figura 2.1 – Carta dei battenti del reticolo maggiore (Torrente Freddana)

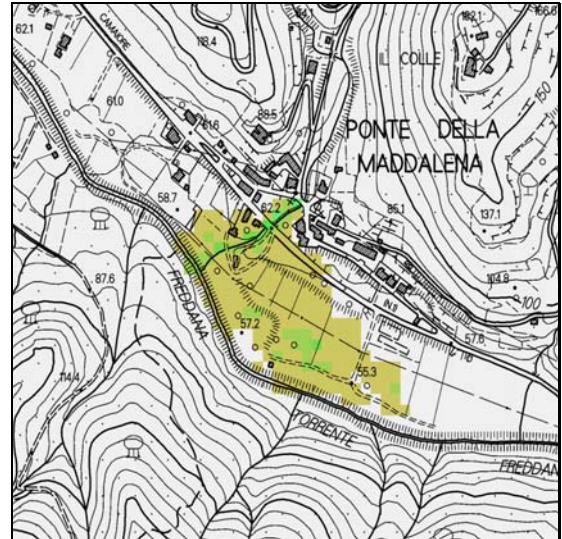


Figura 2.2 – Carta dei battenti del reticolo minore (Fosso Cerreto)

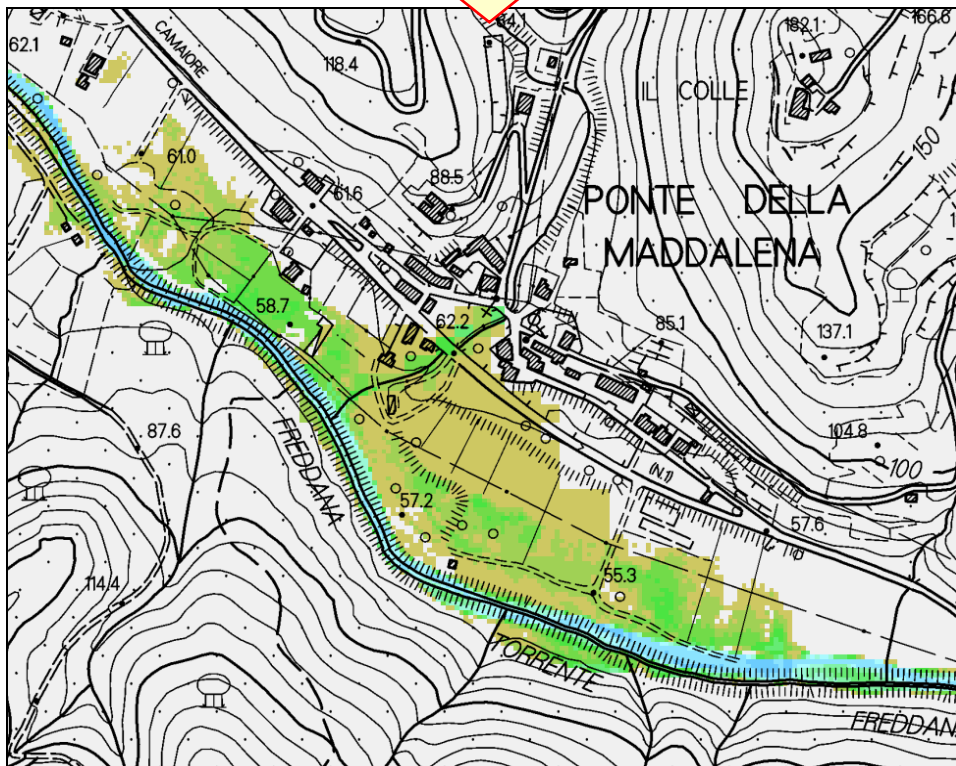
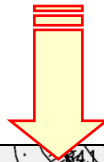


Figura 2.3 – Carta dei battenti inviluppo del reticolo maggiore e del reticolo minore

### 3 ANALISI MORFOLOGICA DEL TERRITORIO DI PIANURA

#### 3.1 Generalità

Alla luce della recente intensificazione dei fenomeni meteorologici, e del verificarsi sul territorio di locali allagamenti dovuti all'insufficienza della rete idraulica minore, è stato ritenuto opportuno individuare le aree del territorio comunale che per caratteristiche morfologiche proprie possono presentare tale fragilità.

Tali aree così individuate potranno essere soggette ad indicazioni e prescrizioni di natura idraulica a salvaguardia della pubblica incolumità e potranno essere adottate in sede esecutiva, ovvero in sede di revisione del Regolamento Urbanistico Comunale.

L'analisi morfologica del territorio riguarda chiaramente il solo territorio di pianura: per tale motivo è stata condotta sulle aree del territorio della piana al di fuori delle aree già perimetrate all'interno del Piano di Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del Fiume Serchio come aree a pericolosità idraulica elevata e molto elevata, come riportato nell'elaborato grafico.

#### 3.2 Metodologia operativa delle analisi morfologiche del territorio

L'analisi morfologica del territorio di pianura del Comune di Lucca è stata condotta mediante codice di calcolo GIS andando a ricercare in automatico le aree conformate come "sacche", la cui individuazione è avvenuta mediante un'analisi delle pendenze del territorio.

Operativamente il lavoro si è svolto seguendo le seguenti fasi:

- Raccolta dei dati cartografici e morfologici del territorio (LIDAR);
- Raccolta dati cartografici relativi alle aree già classificate in pericolosità idraulica superiore a "bassa" all'interno del Piano di Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del Fiume Serchio (primo aggiornamento approvato con DPCM 26/07/2013);
- Raccolta dei dati cartografici relativo alle aree di collina;
- Elaborazione dei dati cartografici in formato DTM mediante software GIS nelle aree di pianura non già classificate;
- Interpretazione ed analisi critica dei risultati ottenuti nella precedente fase di elaborazione, con verifica dell'effettiva tendenza al ristagno durante gli eventi storici documentati;
- Restituzione cartografica delle aree individuate e soggette a potenziale rischio di ristagno.

Si descrivono a seguire nel dettaglio le fasi ed i concetti fondamentali alla base delle elaborazioni condotte in questa sede.

##### 3.2.1 Raccolta dei dati cartografici e morfologici del territorio

I dati relativi alla morfologia del territorio, dato di base per le elaborazioni è costituito dai DTM ottenuti dai rilievi LIDAR ("Fonte dei dati: Regione Toscana - "Rilievi LIDAR") ed in parte forniti dall'Amministrazione Comunale.

I dati LIDAR (Ligth Detection And Ranging), sono ottenuti tramite sistemi di misurazione laser a scansione montati su aeromobili e permettono di ottenere misure topografiche di elevata precisione. I dati grezzi sono costituiti da una nuvola di punti disposti irregolarmente sul territorio, di cui sono note le coordinate, la quota e l'intensità di riflessione. I principali prodotti che si ottengono dall'elaborazione di questi punti sono il DTM (Digital Terrain Model) e il DSM (Digital Surface Model). In particolare, il DSM



viene ottenuto dai dati puntuali x, y, z “first pulse”, corrispondenti alla rappresentazione tridimensionale di tutte le superfici riflettenti (suolo, vegetazione, edifici, etc.), mentre il DTM viene ottenuto dai dati puntuali x, y, z “last pulse”, corrispondenti alla rappresentazione tridimensionale della sola superficie fisica del suolo.

I fogli dei DTM disponibili negli archivi Regionali ed utilizzati sono individuati con i seguenti codici alfanumerici:

19f16_1x1_dtm_009_2005	19f16_1x1_dtm_010_2006
19f20_1x1_dtm_010_2006	19f23_1x1_dtm_009_2005
19f24_1x1_dtm_009_2005	19f27_1x1_dtm_010_2006
19f28_1x1_dtm_010_2006	19f32_1x1_dtm_009_2005
19f38_1x1_dtm_009_2005	19f46_1x1_dtm_009_2005
19g09_1x1_dtm_009_2005	19g10_1x1_dtm_009_2005
19g17_1x1_dtm_009_2005	

Si precisa che i rilievi Lidar effettuati dalla Regione Toscana sono tagliati secondo l'inquadramento dei fogli a scala 1:2000 della CTR in coordinate GaussBoaga-Fuso Ovest (epsg 3003) con un buffer di 20 m. In pratica due fogli adiacenti avranno una area di sovrapposizione di 40 metri i cui dati sono replicati in entrambi gli archivi.

I fogli dei DTM forniti dall'Amministrazione Comunale ed utilizzati sono individuati con i seguenti codici numerici:

dtm000059_GAU	dtm000060_GAU
dtm000069_GAU	dtm000070_GAU
dtm000071_GAU	dtm000079_GAU
dtm000080_GAU	dtm000082_GAU
dtm000083_GAU	dtm000084_GAU
dtm000085_GAU	dtm000092_GAU

A causa anche della diversa provenienza dei dati in nostro possesso e quindi del diverso taglio dei fogli, alcune porzioni si sovrappongono. In quei casi è stato assunto il risultato che è stato valutato più corretto a causa dei probabili errori commessi dall'algoritmo di calcolo automatico sui bordi dei fogli.

I rilievi in oggetto sono però stati condotti negli anni compresi tra il 2005 ed il 2006, pertanto anche il territorio ha subito inevitabilmente locali modifiche, che però sono state individuate e corrette in una fase successiva, come meglio descritto al punto 3.2.4.

### **3.2.2 Raccolta dati cartografici relativi alle perimetrazioni idrauliche e delle aree di collina**

I dati cartografici relativi alle aree già perimetrate a pericolosità idraulica superiore a “bassa” all'interno del PAI e delle aree soggette alle esondazioni del reticolo minore per fenomeni trentennali e duecentennali sono state escluse dalla nostra attenzione in quanto appunto per esse si dispone di una precisa regolamentazione. L'analisi condotta ha anche escluso le aree di collina per le quali non risultano significativi i fenomeni di ristagno.

In sostanza le verifiche delle aree soggette a potenziali ristagno sono state condotte sul territorio comunale depurato dalle aree già perimetrate a rischio idraulico e dalle aree di collina.

Le carte utilizzate a questo scopo sono:

- Carta delle aree allagabili redatta nell'ambito della stesura del Nuovo Piano Strutturale del Comune di Lucca, la quale recepisce gli studi idraulici a supporto del Piano Strutturale condotti dal sottoscritto ing. Paolo Barsotti su incarico dell'Amministrazione Comunale nell'anno 2010 e coerente con la vigente perimetrazione del Piano di Assetto Idrogeologico redatta nel dicembre 2012.
- Carta di riferimento delle Norme di Piano nel settore del rischio idraulico primo aggiornamento approvato con DPCM 26/07/2013 fornito in formato Shp dall'Autorità di Bacino del Fiume Serchio.

### **3.2.3 Elaborazione dei DTM con strumenti GIS**

Il software permette un'analisi del dato DTM di tipo geometrico: facendo uso di un comando appartenente alla categoria delle funzioni di analisi del terreno, denominato "fil sinks", si individuano le porzioni di territorio che morfologicamente sono delle "conche" rispetto a ciò che le circonda. Scendendo nel dettaglio, stabilito come parametro di analisi la pendenza minima per la quale una goccia d'acqua defluisce da un punto a quota più alta ad uno a quota più bassa, il software calcola a partire da una cella del dato raster di base tutte le possibili direzioni dalla quale è possibile che tale goccia d'acqua defluisca ed evidenzia così le aree per la quale questo deflusso si interrompe per mancanza di pendenza motrice.

Il risultato di questa analisi è un nuovo modello digitale del terreno che differisce rispetto a quello rilevato dalla Regione Toscana per il fatto che il piano di campagna, in corrispondenza delle "conche" viene rialzato di quel tanto che basta per evitare fenomeni di ristagno.

Sottraendo dal dato così ottenuto il dato raster originario si ottiene, per le aree evidenziate nella prima fase, il battente d'acqua che si potrebbe verificare in un dato punto del territorio per fenomeni di ristagno.

In termini grafici, il risultato finale di questa elaborazione è costituito da un raster che evidenzia in maniera netta le aree che per le proprie caratteristiche morfologiche possono presentare il rischio di ristagno oltre che fornire un dato sulla entità di tale ristagno ovvero il battente alla quale potenzialmente può essere sottoposta ogni singola area.

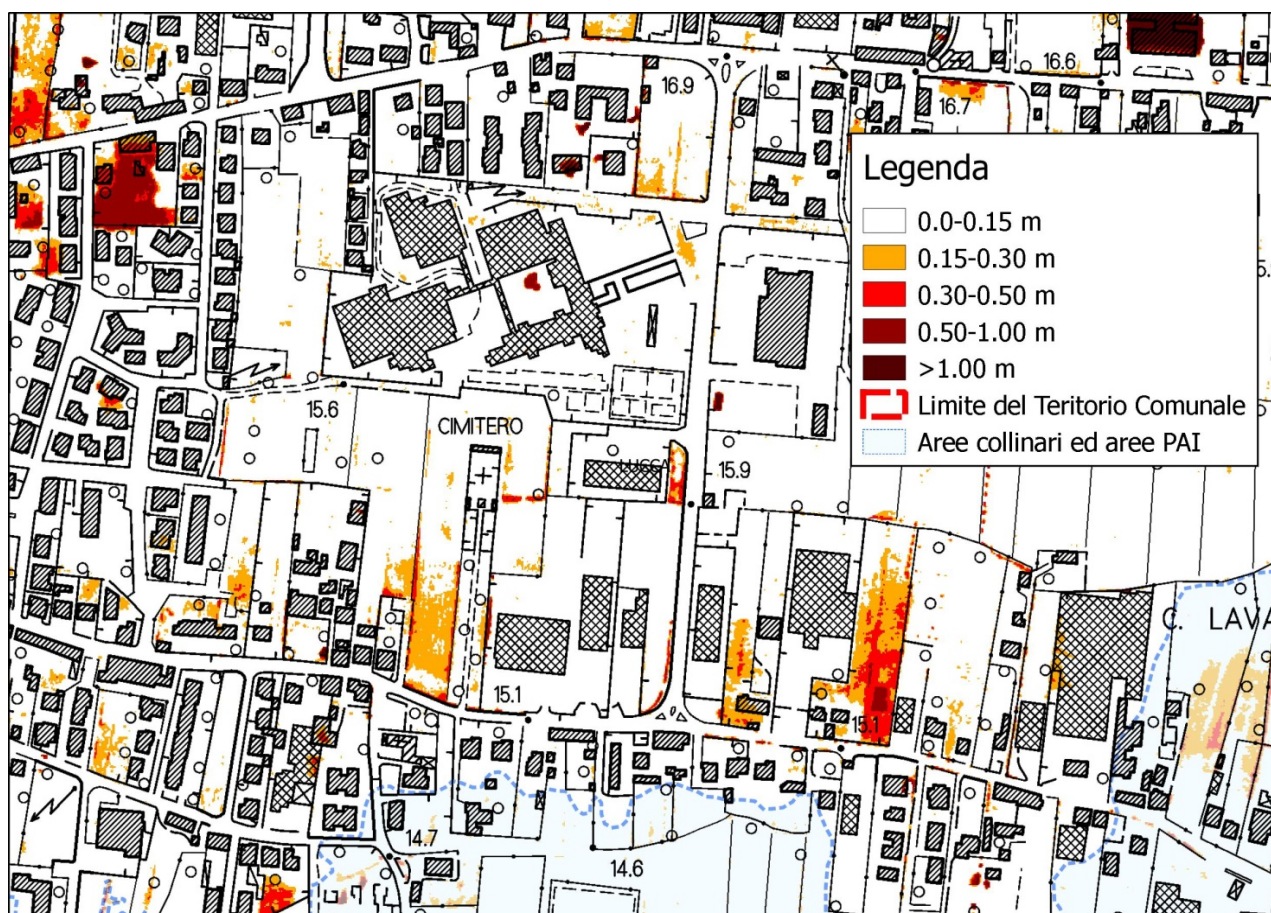


Figura 3.1 - Esempio di output della elaborazione dei DTM, evidenziate nella scala di colori da arancio a rosso bordeaux le aree morfologicamente depresse e sottoposte a rischio di ristagno.

### 3.2.4 Interpretazione ed analisi critica dei risultati

Ottenuti i files raster che individuano le aree morfologicamente depresse, si è proceduto confrontando detti risultati con le più recenti ortofoto disponibili negli archivi della Regione toscana.

Tramite il software GIS è stato possibile visualizzare in sovrapposizione tramite i servizi Web Map Service WMS offerti dalla Regione Toscana, le ortofoto con i raster di output oltre che la cartografia CTR in scala di dettaglio 1:10.000.

Le ortofoto confrontate con la cartografia CTR hanno consentito una prima individuazione dei nuovi insediamenti non presenti all'epoca delle rilevazioni LIDAR ed escludere eventuali aree che hanno quindi subito riempimenti ed interventi di nuova edificazione.

Oltre a tale controllo si è proceduto nel verificare anche la validità del risultato lungo i perimetri dei fogli dei DTM, in quanto punti di discontinuità e dove quindi i risultati possono essere affetti da errori di calcolo da parte dell'algoritmo informatico.

Per alcune aree è stato possibile anche verificarne la veridicità delle evidenze mostrate dall'analisi riscontrando nella realtà eventi realmente accaduti e per i quali esiste una documentazione talvolta anche fotografica dei medesimi luoghi allagati. Un esempio palese riguarda l'area della Stazione di Lucca, ovvero il viale Cavour ed il piazzale Bettino Ricasoli che subì problematiche di allagamento nel dicembre 2012.



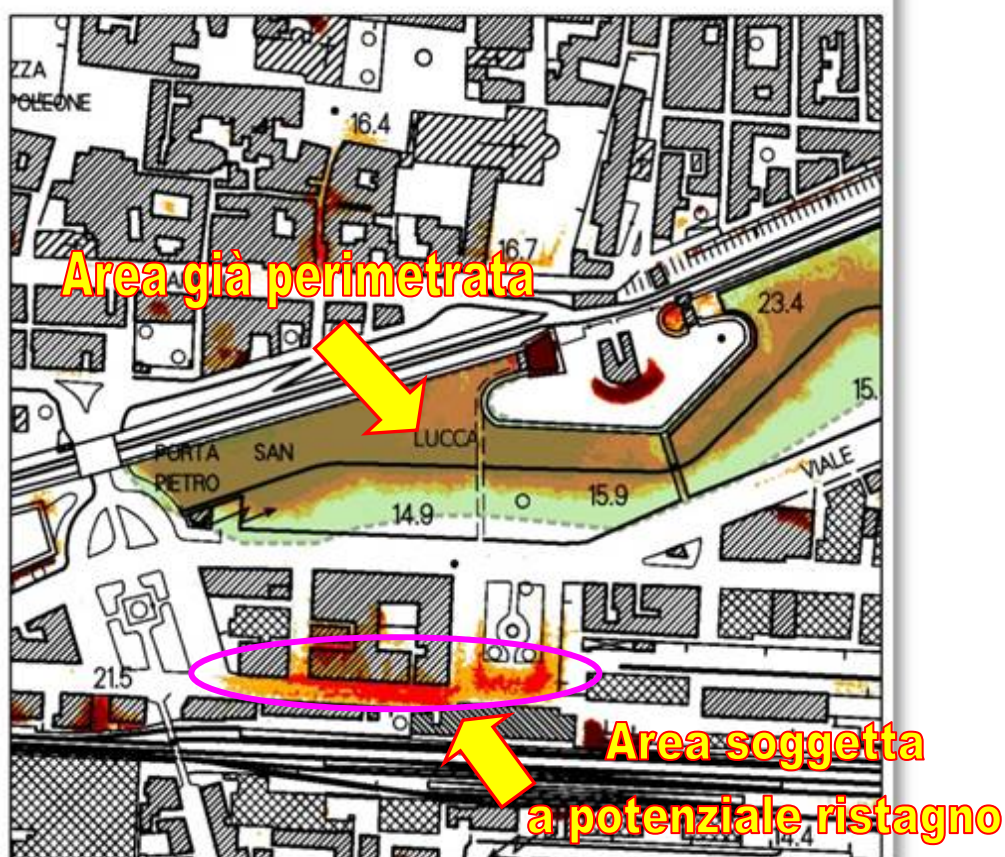


Figura 3.2 - Esempio di out in corrispondenza di Viale Cavour e Piazza Ricasoli



Figura 3.3- Immagini del Viale Cavour durante l'allagamento del dicembre 2012

Delle incongruenze riscontrate tra lo stato di fatto ed i risultati delle analisi se ne è tenuto conto nella successiva fase di restituzione cartografica.

### 3.2.5 Restituzione cartografica delle aree potenzialmente soggette a ristagno

Le aree di pianura potenzialmente soggette a ristagno sono state evidenziate con un retino colorato. Si precisa che è stato ritenuto opportuno evidenziare solamente le aree che presentano un battente significativo, evitando di classificare le aree soggette a battenti minimi, onde non andare a porre vincoli

eccessivi (in un'eventuale fase successiva) sul territorio. Il valore soglia del battente significativo è stato assunto in 15 cm, valore di poco inferiore all'alzata di un gradino.

Il risultato finale è una carta (elaborato del presente approfondimento tecnico) che individua nelle aree di pianura, al di fuori della cerchia muraria, delle aree collinari e delle aree già perimetrate dal PAI e dalla carta della del PS, che possono essere soggette a rischio di ristagno per caratteristiche morfologiche.

Non è stato ritenuto opportuno restituire cartograficamente l'intero territorio Comunale e suddividendo il territorio in tre stralci cartografici come gli altri elaborati grafici del Piano Strutturale in quanto sarebbero derivate carte prive di informazioni utili poiché escludono le aree che sono state oggetto di studio.

#### **4 CONCLUSIONI**

Lo scopo del presente lavoro è quello di fornire, oltre alla perimetrazione delle aree a pericolosità idraulica secondo le normative regionali vigenti (DPGR 53/R 2011), un ulteriore strumento per l'amministrazione Comunale ma ancor più per la cittadinanza, per incrementare le condizioni di sicurezza idraulica nonché per rendere la popolazione consapevole che scenari di allagamento possono essere generati non solo da corsi d'acqua del reticolo principale ma anche dalla cattiva manutenzione o dalle condizioni geomorfologiche del territorio stesso, oltre che dalla cattiva manutenzione della rete di drenaggio secondaria (scoline campestri, fognature pluviali o semplicemente piccoli tombamenti fatti per realizzare l'accesso alle singole proprietà private).







Città  
di Lucca