

Effetto SISMA 2012

suolo e strutture

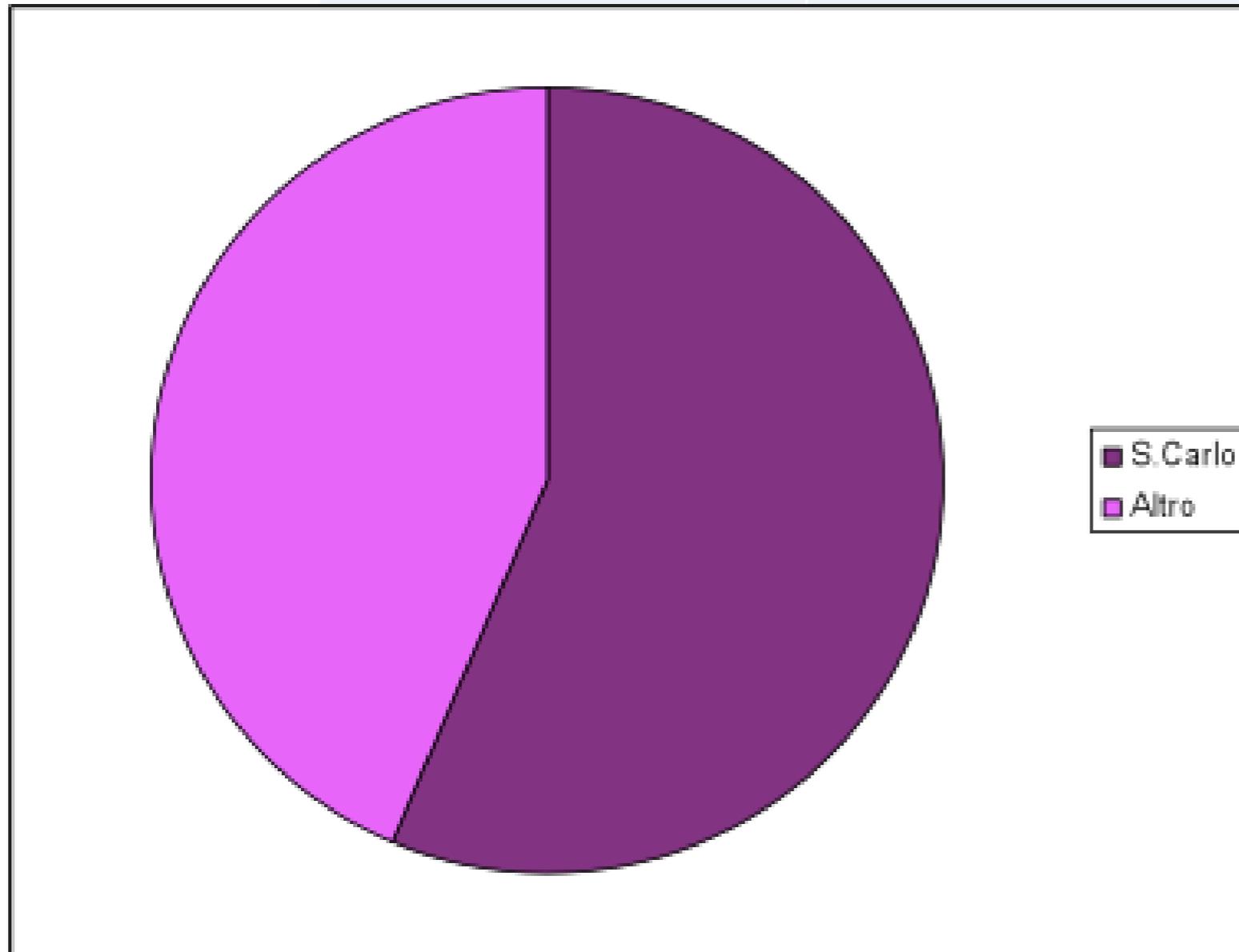


Bologna, martedì 21 maggio 2013

PAOLO MARSAN Dipartimento della Protezione Civile - Ufficio Rischio Sismico e Vulcanico
Servizio Gestione Tecnica Post Evento

“Alcune considerazioni sui rilievi di agibilità degli edifici
nelle aree interessate da liquefazioni”

Casi geotecnici Emilia	San Carlo	altri comuni
92	51	41



Più della metà dei casi con rischio geotecnico elevato rilevati in Emilia sono concentrati nell'abitato di San Carlo comune di S. Agostino (FE).

I fenomeni di liquefazione e fratturazione sono particolarmente evidenti sia a terra che visti dall'alto dove si possono seguire per centinaia di metri. Le zone di rottura ad "echelon" seguono un andamento rettilineo per centinaia di metri, facilmente riconoscibile nei campi ed in qualche punto anche all'interno del tessuto urbano.

San Carlo (FE)



Mirabello (FE)

foto aeree G.
Bertolini



I fenomeni più evidenti, sono concentrati in massima parte in corrispondenza del vecchio alveo tombato del Fiume Reno presso la frazione di San Carlo nel comune di S. Agostino.

Dr. Paolo Marsan,
DPC

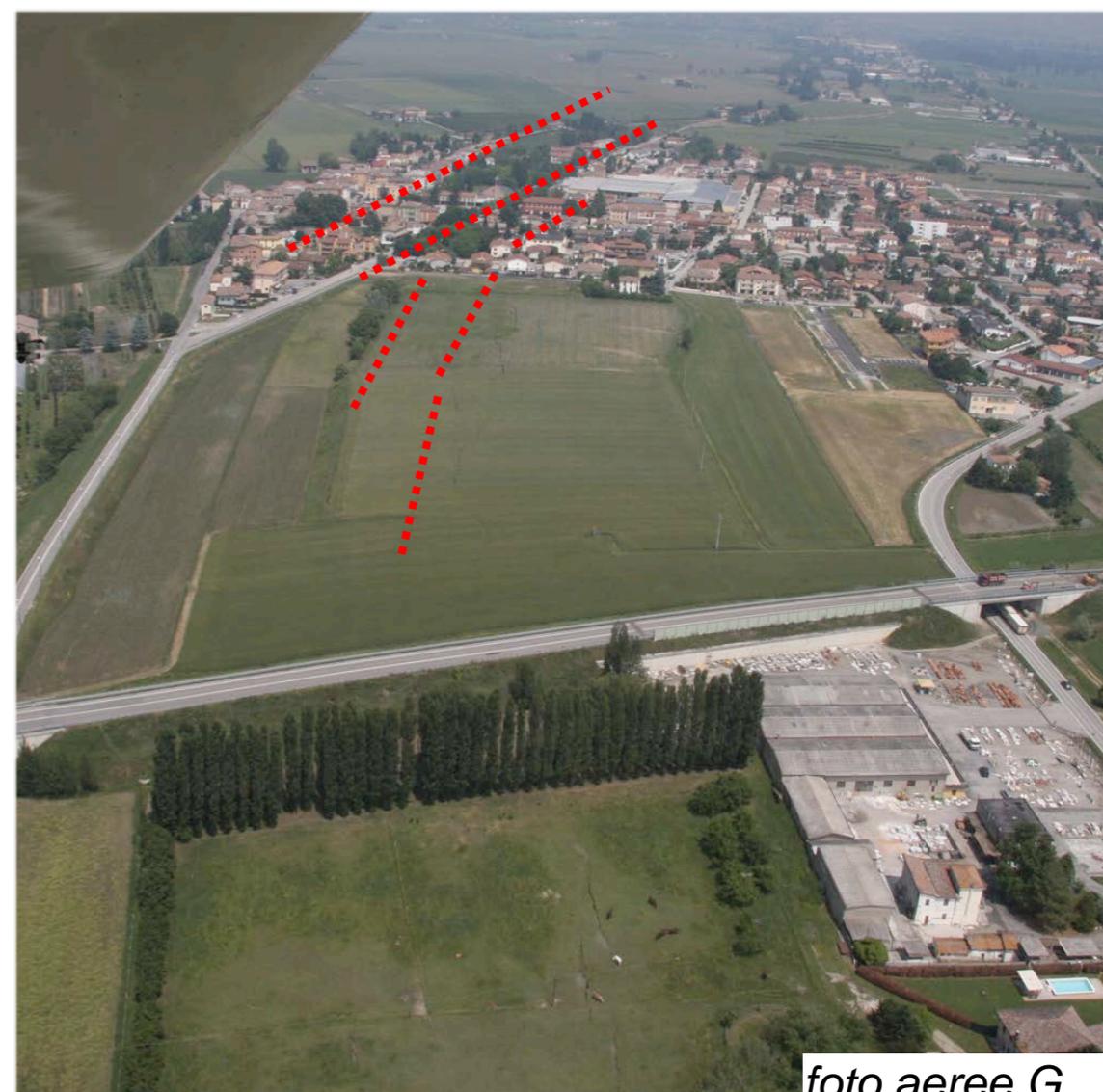
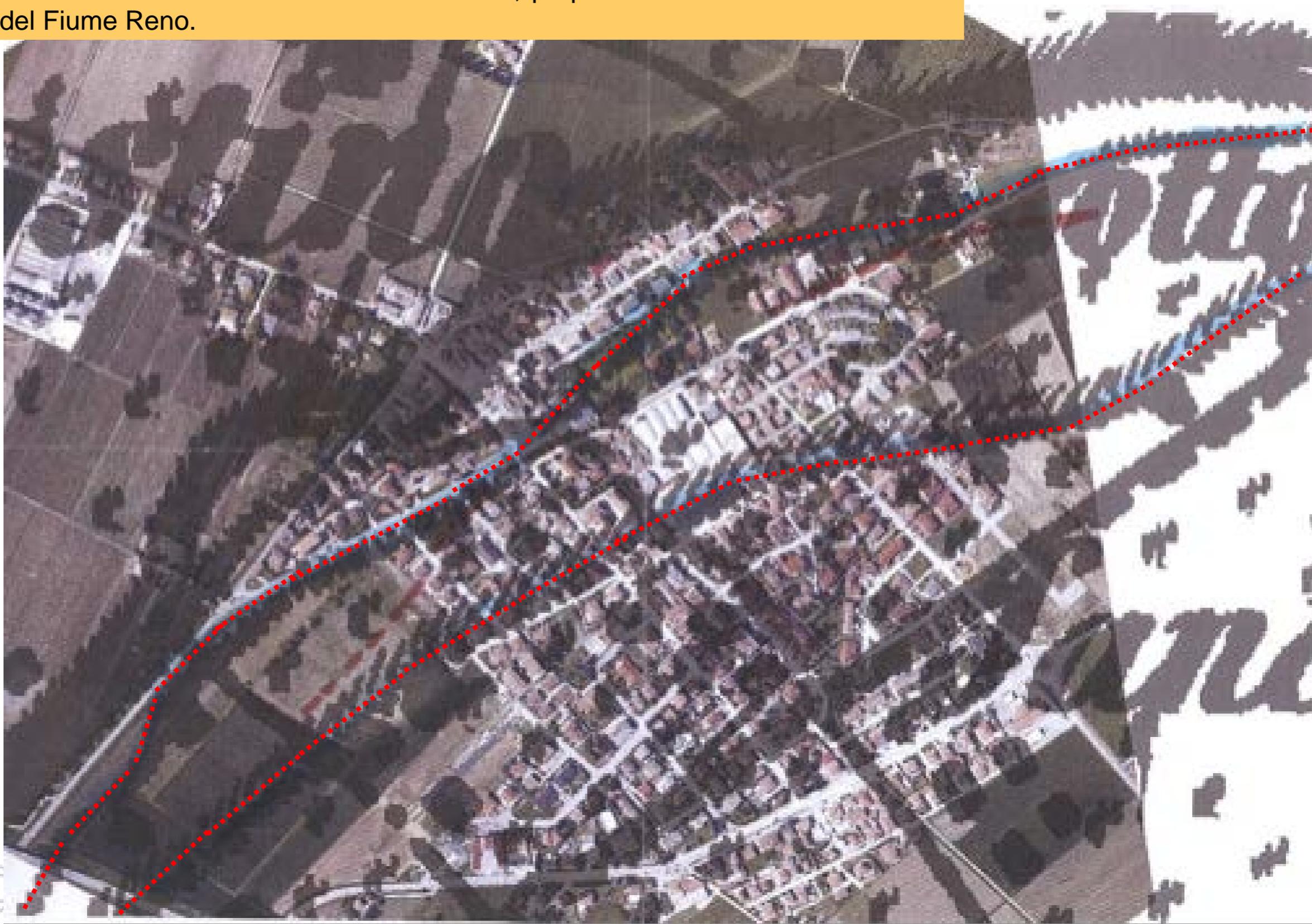


foto aeree G.
Bertolini

La sovrapposizione di una recente foto aerea con una vecchia carta del 1800, alla stessa scala, consente di collocare i principali fenomeni di fratturazione e fuoriuscite di sabbie nell'abitato di S. Carlo, proprio all'interno del vecchio alveo del Fiume Reno.





Alcuni degli episodi di fratturazione/liquefazione. In alcuni casi, l'emissione di sabbie dal sottosuolo, ha causato assestamenti che presentano gradini anche con notevoli rigetti.

5

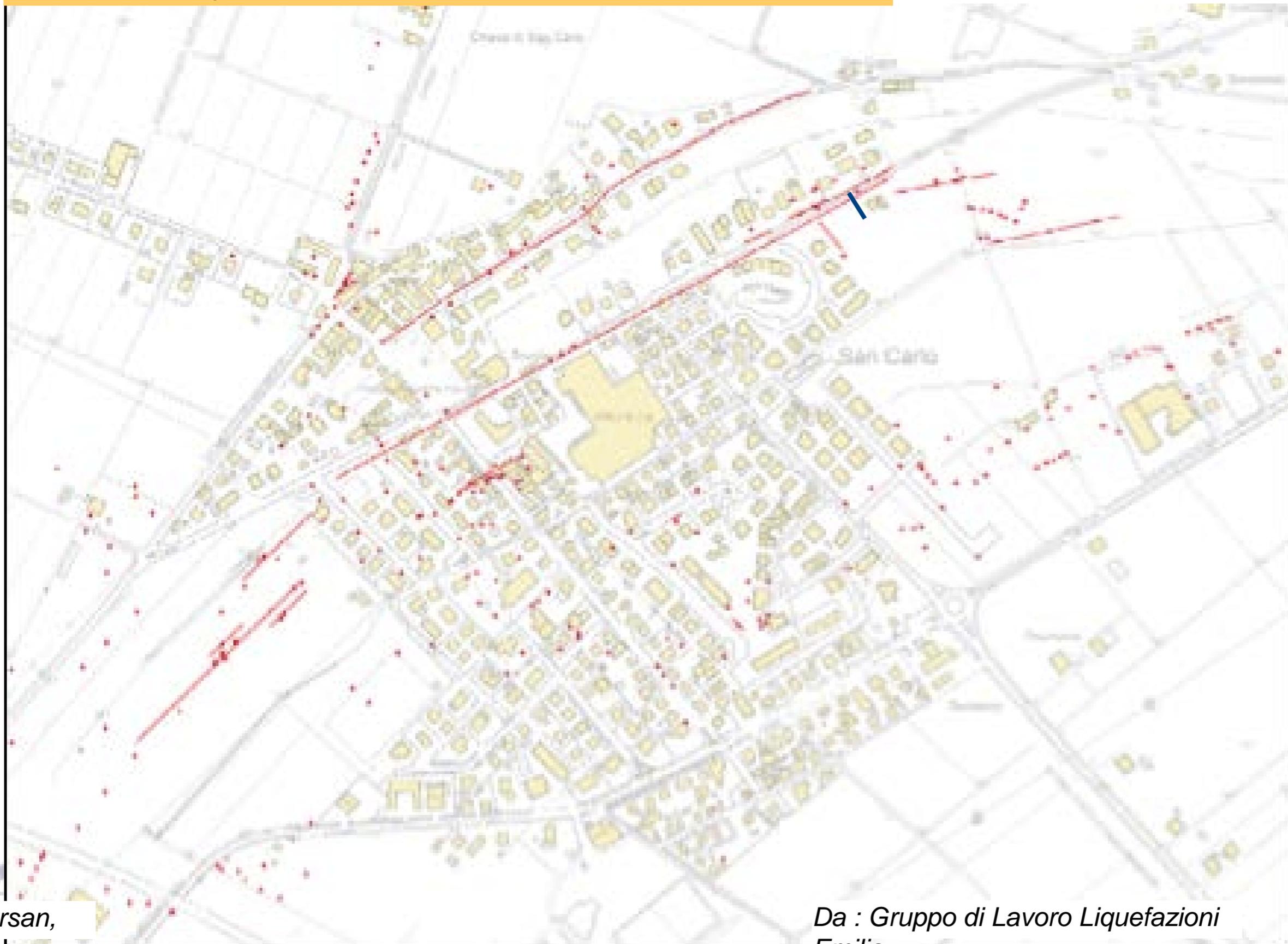
effetto SISMA 2012
Bologna 21 maggio 2013

www.protezionecivile.gov.it

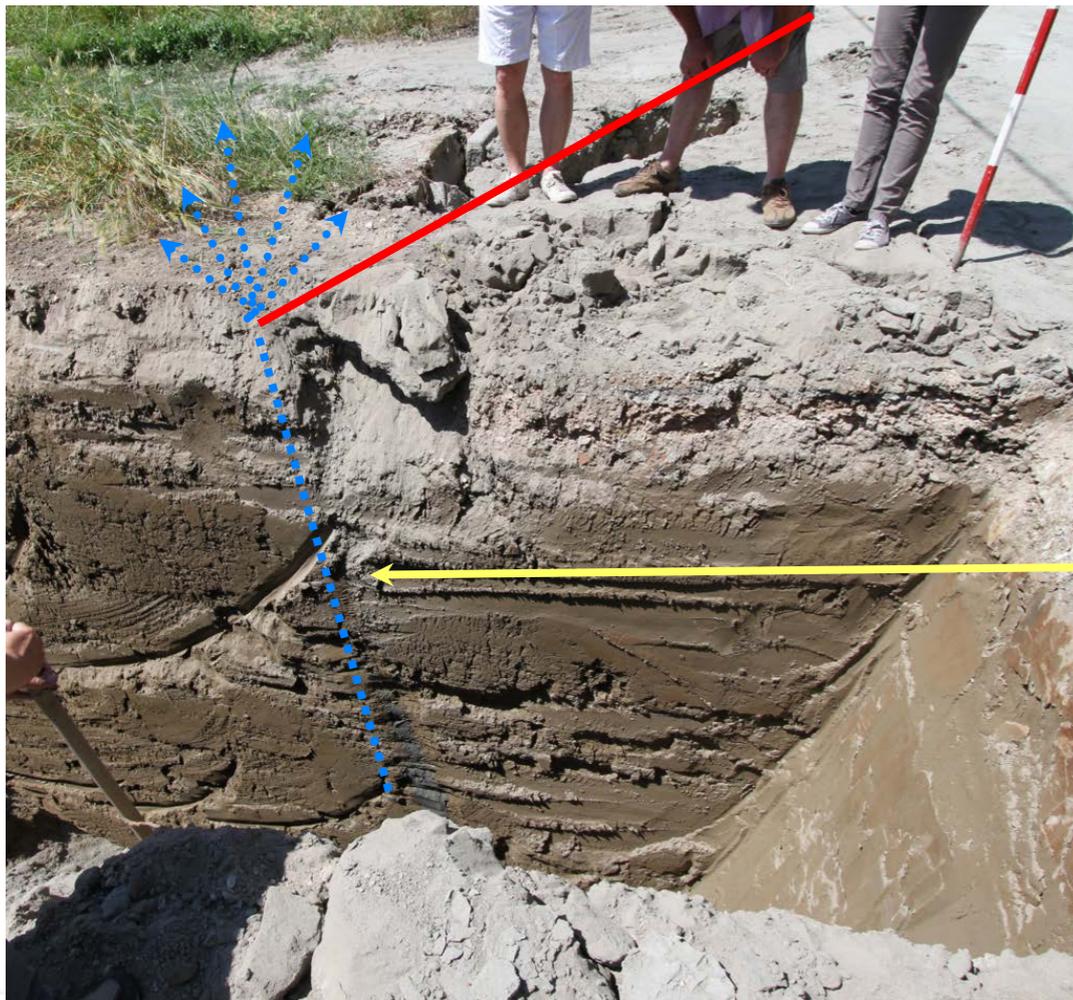
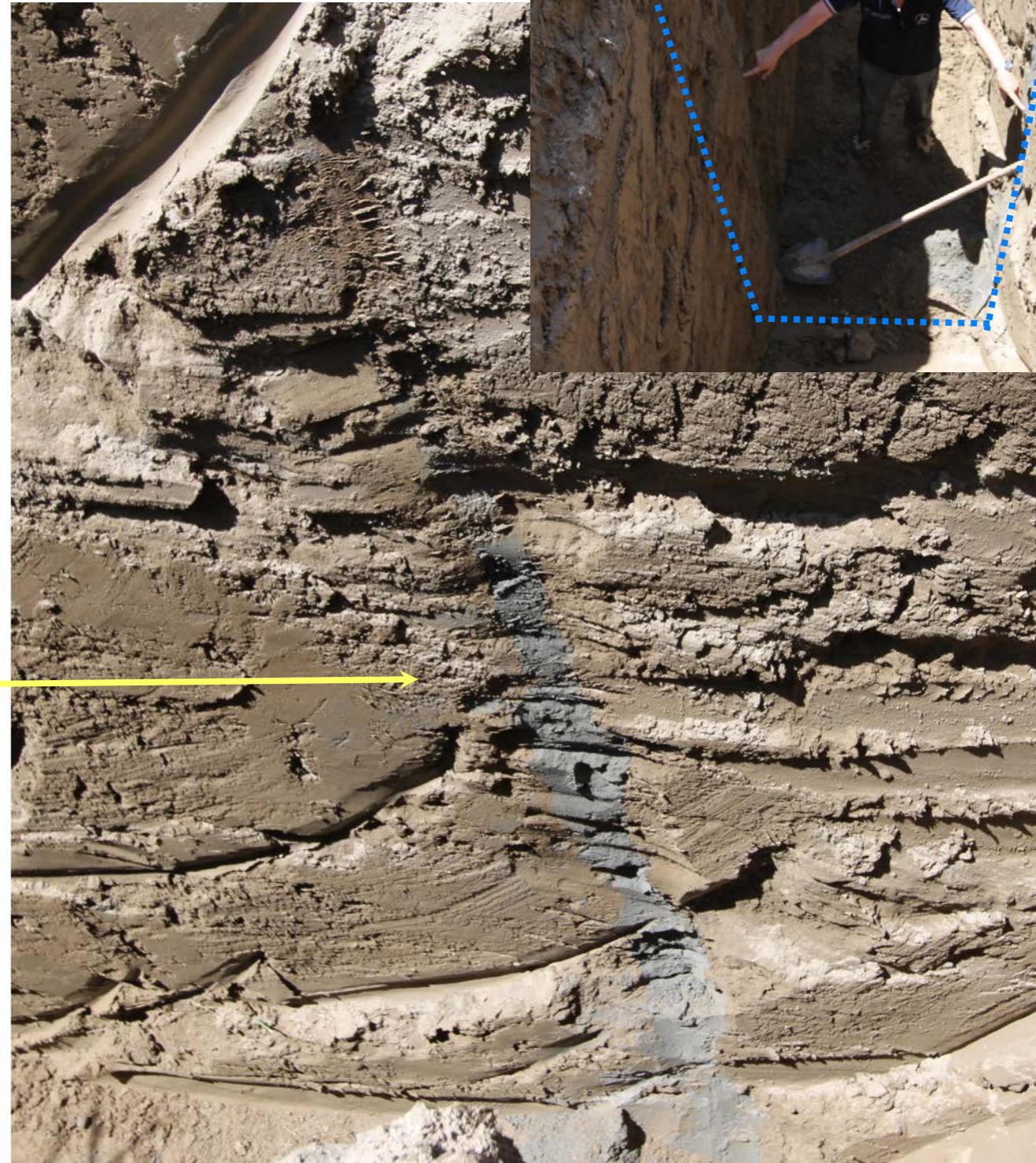


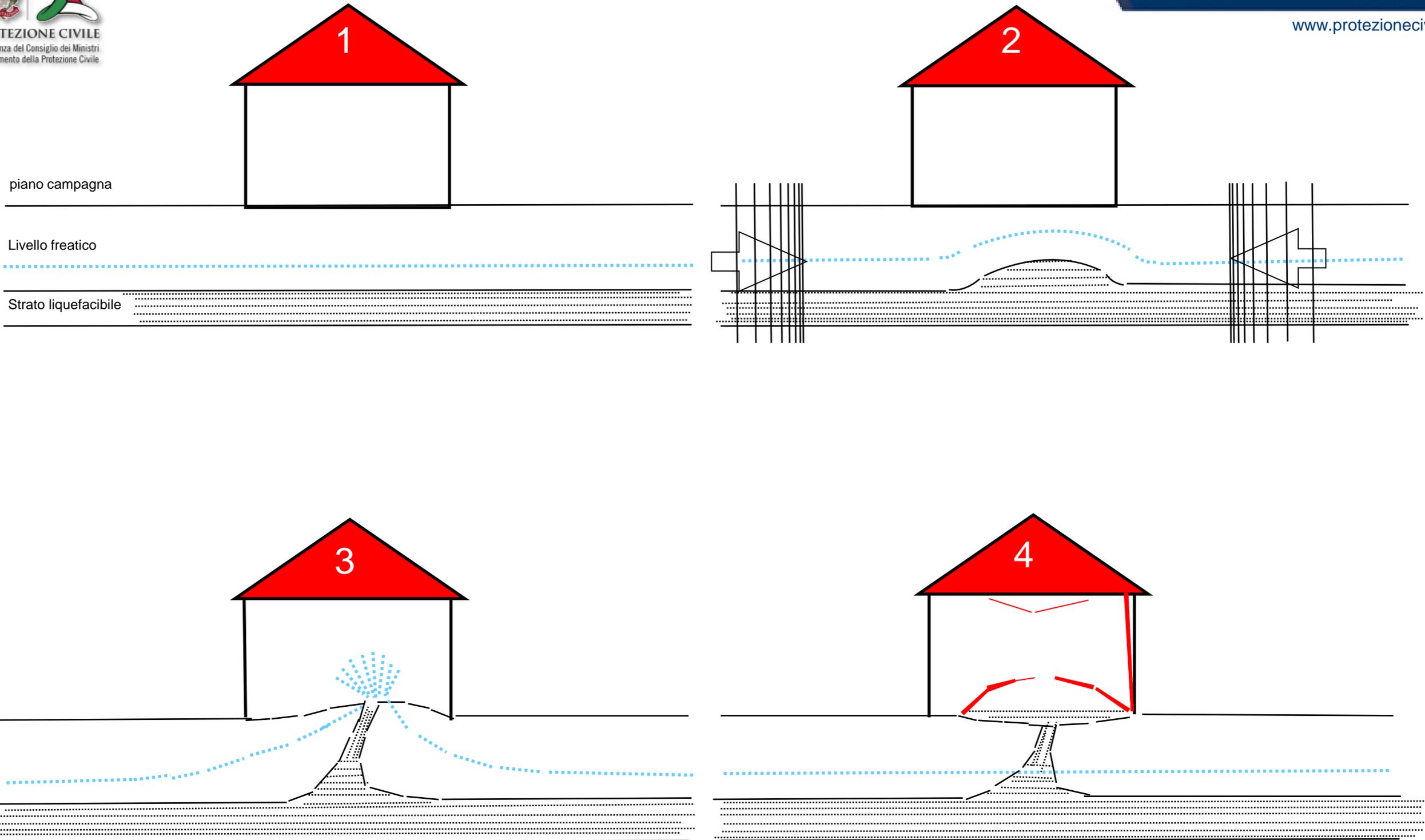
La foto sopra è la prosecuzione di quella a fianco e dove il rigetto ha causato l'inclinazione di pilastro e trave di collegamento del cancello, ha sconnesso la pavimentazione stradale sfiorando lo spigolo della casa che però non ha riportato alcun danno e che pertanto è risultata

La Frazione San Carlo nel Comune di Sant'Agostino (FE); In rosso gli allineamenti di fratturazioni ed i maggiori punti di emissione di sabbie; La linea blu indica la posizione della trincea nella slide successiva.



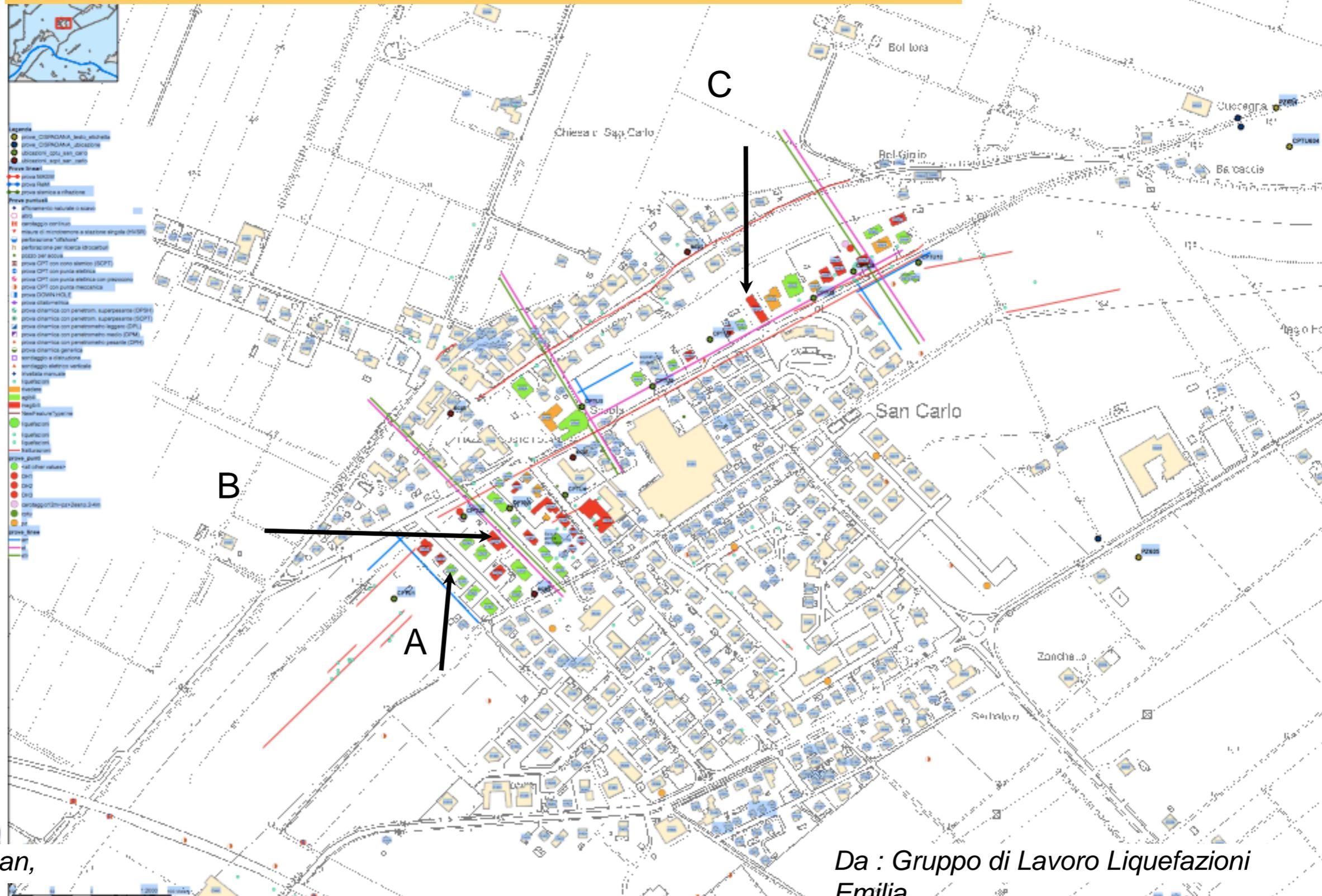
In corrispondenza di una zona di frattura lungo Via Rossini a San Carlo, è stata realizzata una trincea trasversale profonda ca 4 m. che ha permesso di individuare la frattura larga una decina di cm. lungo cui sono risalite le sabbie dallo strato posto poco più in basso.





Meccanismo semplificato del processo di liquefazione e conseguente quadro fessurativo indotto dai cedimenti del terreno di fondazione: 1) prima dell'evento; 2) inizio della fase sismica con conseguente innalzamento in pressione della falda freatica (limite del tetto freatico in azzurro); 3) rottura del terreno sottostante la fondazione con immissione in superficie di acqua limi e sabbie; 4) quadro fessurativo tipo e dei cedimenti dopo l'evento con riassetamento della falda.

Sono stati rilevati tutti gli edifici della frazione; Nella figura alcuni edifici esaminati; Le lettere indicano i tre casi riportati di seguito; Le linee continue alcune delle prospezioni geofisiche eseguite.





I danni rilevati sugli edifici della frazione San Carlo sono in gran parte imputabili a cedimenti differenziali dovuti alla presenza delle fratturazioni del terreno e delle conseguenti emissioni di sabbie in superficie causate degli episodi di liquefazione in profondità.



Da : Gruppo di Lavoro Liquefazioni
Emilia



Riconoscere
l'allineamento
delle fratture in
area urbana è più
complesso.



La frattura nel terreno, sfiora soltanto uno spigolo dell'edificio, da fuori, non risultano danni apparenti.

La scheda dell'edificio non riporta danni all'interno e anche se in pianta un vertice viene attraversato dalla rottura, non si evidenziano cedimenti anche se risultano segni di liquefazione; Pertanto l'esito **F** di rischio esterno è improprio in quanto, l'alto rischio geotecnico segnalato, porterebbe in ogni caso un esito di tipo **E** che, in assenza di danni, poteva essere ridotta con successive e più approfondite indagini in grado di stabilire l'eventuale agibilità dell'edificio; In questo caso sarebbe stato sufficiente anche un esito **D**.

Caso A - Via De Gasperi

RISCHIO	STRUTTURALE (Sez. 3 e 4)	NON STRUTTURALE (Sez. 5)	ESTERNO (sez. 6)	GEOTECNICO (sez. 7)				
BASSO	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		A	Edificio AGIBILE	<input type="radio"/>
BASSO CON PROVVEDIMENTI	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>		B	Edificio TEMPORANEAMENTE INAGIBILE (tutto o parte) ma AGIBILE con provvedimenti di pronto intervento (1)	<input type="radio"/>
ALTO	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>		C	Edificio PARZIALMENTE INAGIBILE (1)	<input type="radio"/>
						D	Edificio TEMPORANEAMENTE INAGIBILE da rivedere con approfondimento	<input type="radio"/>
						E	Edificio INAGIBILE	<input type="radio"/>
						F	Edificio INAGIBILE per rischio esterno (1)	<input checked="" type="radio"/>

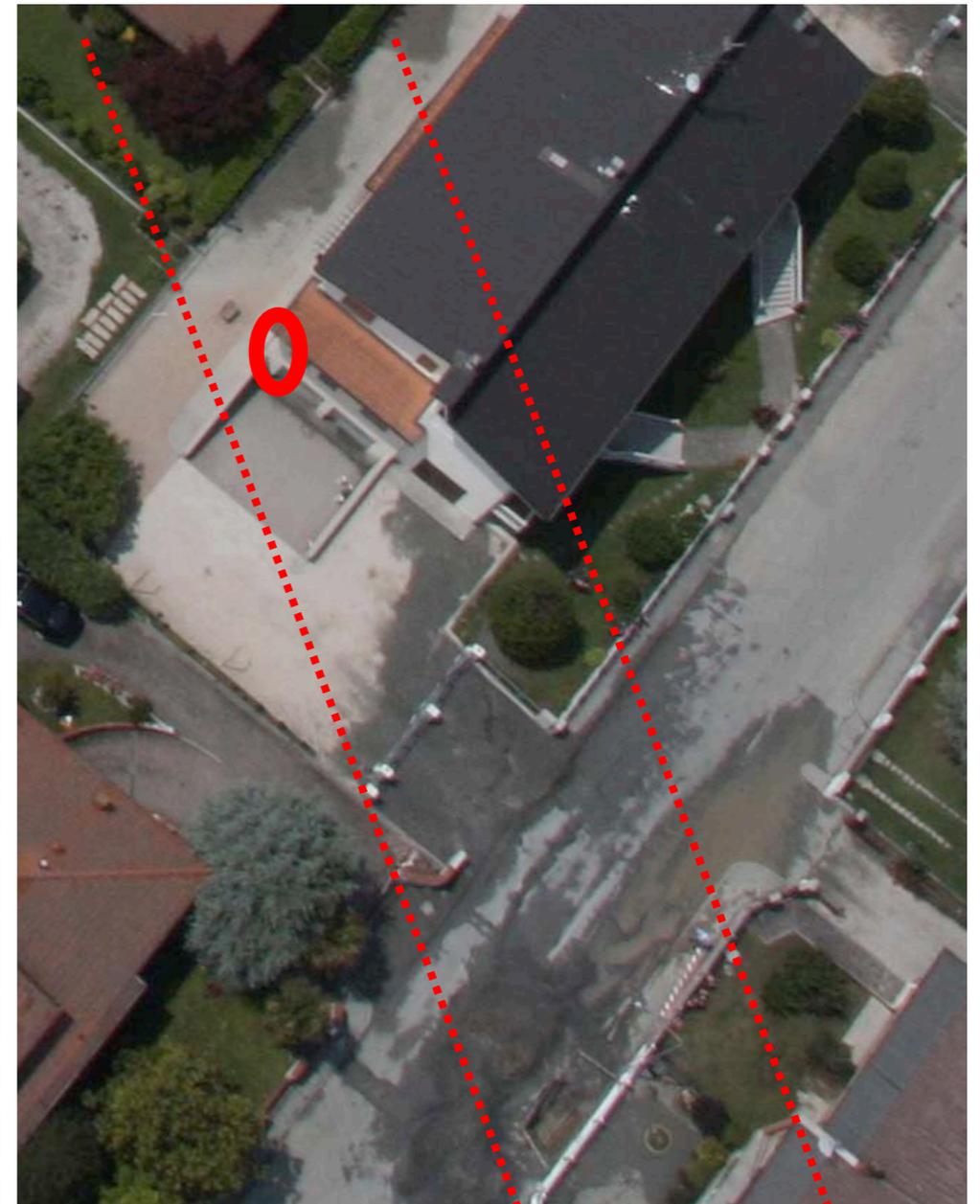
1) riportare nella colonna argomento della Sez. 9 l'esito e nelle annotazioni le parti di edificio inagibili (esiti B, C) e le cause di rischio esterno (esito F)

Sull'accuratezza della visita	1 <input checked="" type="radio"/> Solo dall'esterno	4 <input type="radio"/> Non eseguito per:	a <input type="radio"/> Sopralluogo rifiutato (SR)	b <input type="radio"/> Rudere (RU)	c <input type="radio"/> Demolito (DM)
	2 <input type="radio"/> Parziale		d <input type="radio"/> Proprietario non trovato (NT)	e <input type="radio"/> Altro (AL)
	3 <input type="radio"/> Completa (> 2/3)			

La nota di commento è troppo generica e non riporta la presenza della fratture nel terreno del giardino.

LE ZONE DI VIA DE GASPERI, VIA MORANDI, PARCO MENDES E VIA RISORGIMENTO, TRA VIA GRANSCI E VIA DEL LAVORO, SONO STATE INTERESSATE DA DIFFUSI E GRAVOSI FENOMENI DI LIQUEFAZIONE, SOVERNAMENTI E FESSURAZIONI PROFONDE. IL RISCHIO GEOTECNICO E' ELEVATO E L'AREA CITATA E' DA CONSIDERARSI PARTICOLARMENTE A RISCHIO.

I danni strutturali per cedimento di fondazione sono più evidenti sullo spigolo dell'edificio con la probabile compromissione di un nodo.



Le forti emissioni di sabbie testimoniano la gravità del fenomeno sotto la pianta di fondazione.

foto aeree G.
Bertolini

SEZIONE 8 Giudizio di agibilità

Valutazione del rischio					Esito di agibilità		
RISCHIO	STRUTTURALE (Sez. 3 e 4)	NON STRUTTURALE (Sez. 5)	ESTERNO (Sez. 6)	GEOTECNICO (Sez. 7)	A	B	C
BASSO	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Edificio AGIBILE	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
BASSO CON PROVVEDIMENTI	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Edificio TEMPORANEAMENTE INAGIBILE (tutto o parte) ma AGIBILE con provvedimenti di pronto intervento (1)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
ALTO	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	Edificio PARZIALMENTE INAGIBILE (1)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
					Edificio TEMPORANEAMENTE INAGIBILE da rivedere con approfondimento	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
					Edificio INAGIBILE	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>
					Edificio INAGIBILE per rischio esterno (1)	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>

(1) riportare nella colonna argomento della Sez. 9 l'esito e nelle annotazioni le parti di edificio inagibili (esiti B, C) e le cause di rischio esterno (esito F)

La scheda di questo edificio non è corretta: Infatti non ci troviamo di fronte ad un rischio esterno F ma con un alto rischio geotecnico unito ad un danno **strutturale**, non segnalato, che ha coinvolto anche parte dell'edificio a causa delle diffuse liquefazioni che nel garage sotterraneo hanno sollevato di circa un metro le auto ivi parcheggiate! In questo caso con un **alto rischio strutturale** ed un **alto rischio geotecnico** era da assegnare un esito **E**.

La nota di commento è troppo generica e non riporta la presenza dei fenomeni di liquefazione sotto la pianta dell'edificio. In più, risulta la fotocopia della precedente! Evidentemente la squadra, che era la stessa, non ha voluto o saputo sbilanciarsi.

LE ZONE DI VIA DE GASPERI, VIA MORANDI, PARCO MENDES
 E VIA RISORGIMENTO, TRA VIA GRANSCI E VIA DEL
 LAVORO, SONO STATE INTERESSATE DA DIFFUSI E GRAVOSI
 FENOMENI DI LIQUEFAZIONE, SOVERNAMENTI E FESSURAZIONI
 PROFONDE. IL RISCHIO GEOTECNICO E' ELEVATO E L'AREA
 CITATA E' DA CONSIDERARSI PARTICOLARMENTE A RISCHIO.

Caso C - Edificio Via Rossini

L'edificio in esame, presenta diffuse lesioni da cedimento di fondazione su tutta la pianta.



Notare il fuori piombo tra il piano terra e i due piani sovrastanti segno di un cedimento verso la destra della foto, (lato opposto alla strada nella foto aerea).

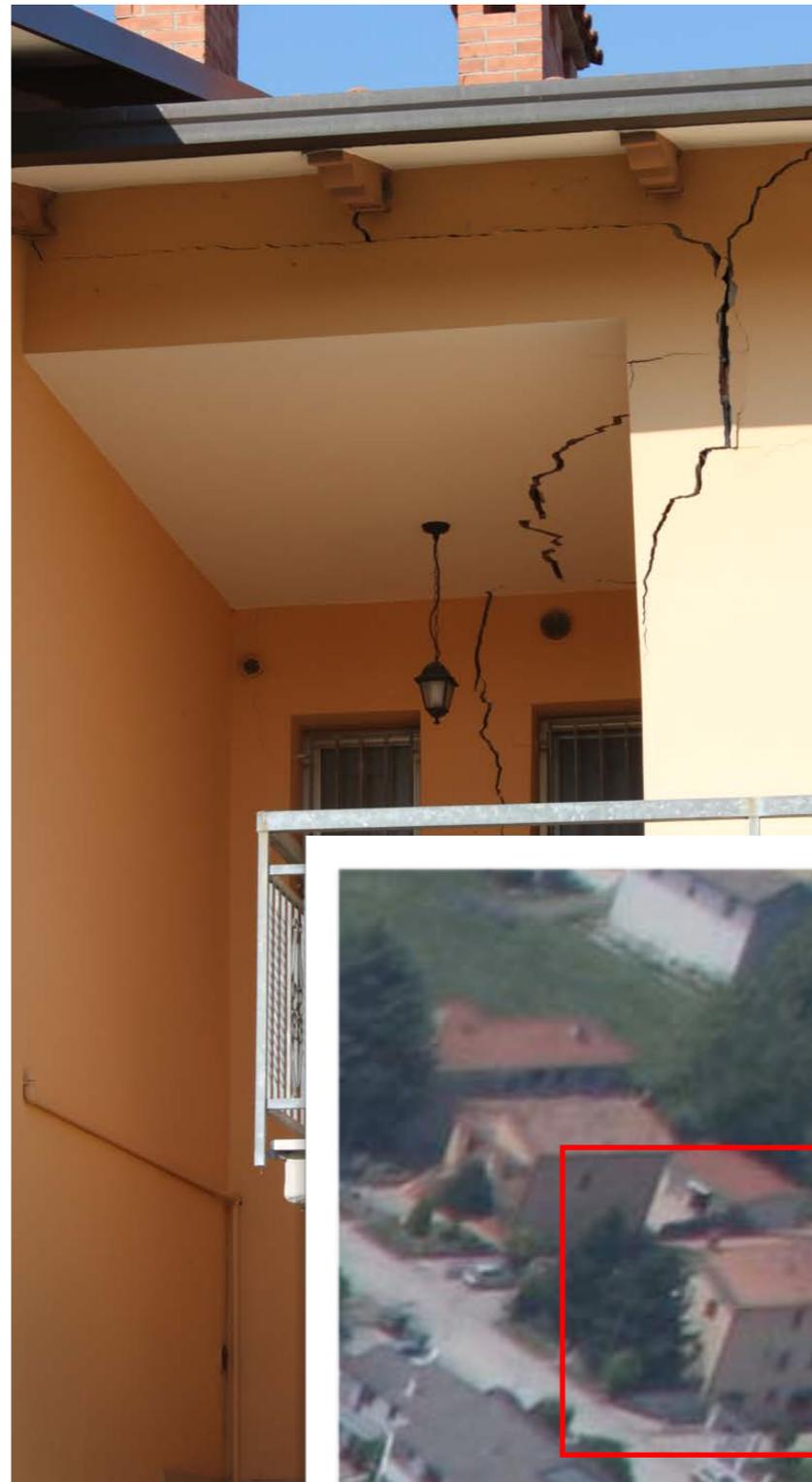


foto aeree G.
Bertolini

SEZIONE 8 Giudizio di agibilità

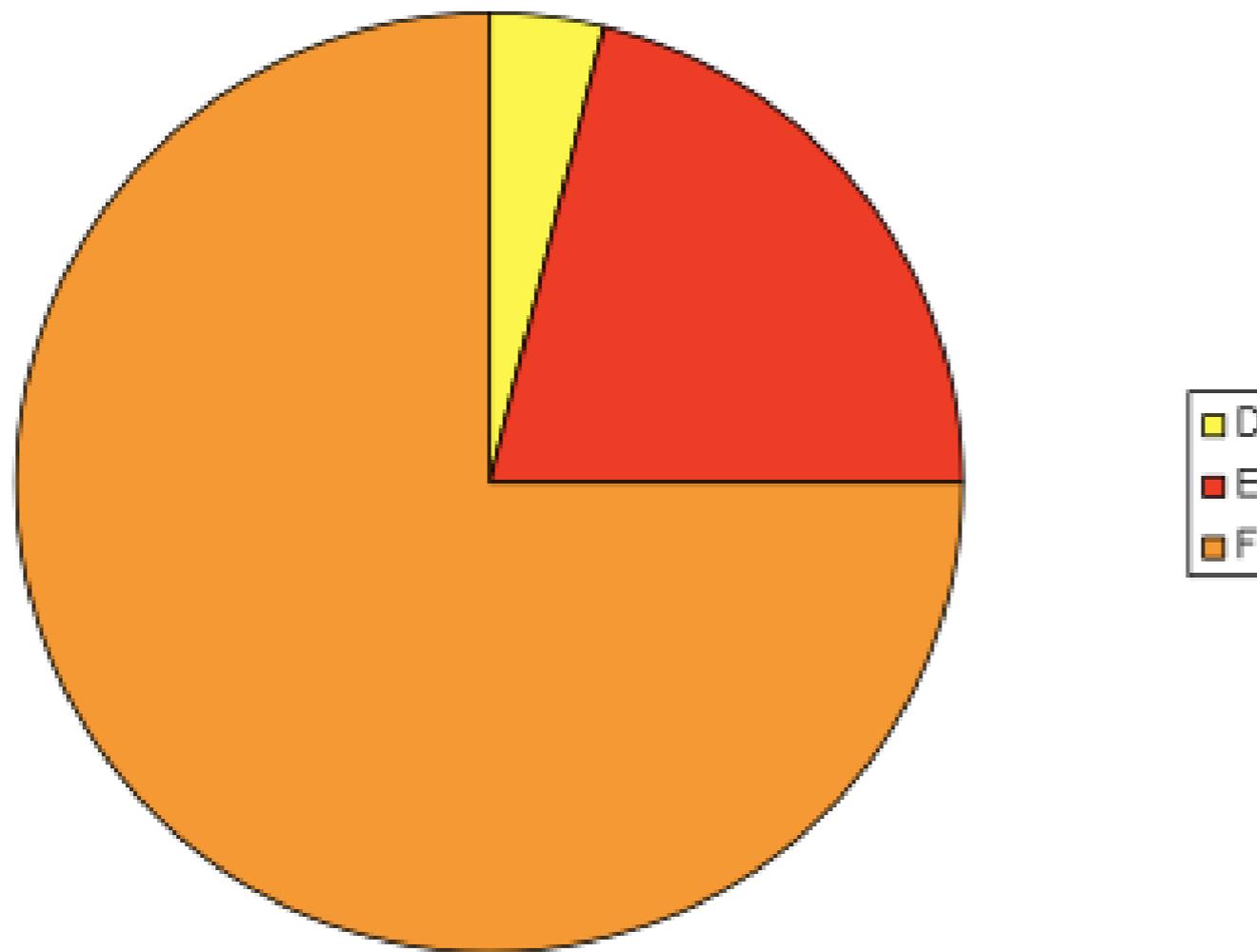
Valutazione del rischio					Esito di agibilità	
RISCHIO	STRUTTURALE (sez. 3 e 4)	NON STRUTTURALE (sez. 5)	ESTERNO (sez. 6)	GEOTECNICO (sez. 7)		
BASSO	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	A	Edificio AGIBILE <input type="radio"/>
BASSO CON PROVVEDIMENTI	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	B	Edificio TEMPORANEAMENTE INAGIBILE (tutto o parte) ma AGIBILE con provvedimenti di pronto intervento (1) <input type="radio"/>
ALTO	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input checked="" type="radio"/>	C	Edificio PARZIALMENTE INAGIBILE (1) <input type="radio"/>
					D	Edificio TEMPORANEAMENTE INAGIBILE da rivedere con approfondimento <input type="radio"/>
					E	Edificio INAGIBILE <input checked="" type="radio"/>
					F	Edificio INAGIBILE per rischio esterno (1) <input type="radio"/>

(1) riportare nella colonna argomento della Sez. 8 l'esto e nelle annotazioni le parti di edificio inagibili (esiti B, C) e le cause di rischio esterno (esito F)

In questo caso, la compilazione della scheda è stata corretta e circostanziata, anche se relativamente più facile, vista l'estrema evidenza dei danni che ha portato ad una ben definita inagibilità di tipo E con rischio strutturale e geotecnico alti; In questa scheda come nelle precedenti, inspiegabilmente non sono state mai compilate le sezioni 7 relative alla situazione geotecnica!

o presenza del
 MURATO ABBANDONATO MA V. PIANO RENDIMENTO SUL FAGGIONE E
 DISTACCO DI CURVA SOTTO A QUELLO DEL PIANO INFERIORE
 LESIONI SUL RETRO DI PARE ANCHE MARCHE DEL CENTRO APPROPRIATE
 MACCHIE FENOMENI DI INSTABILITÀ ANCHE IN ESISTENZE
 CHE INTERESSANO IN TUTTA LA ZONA DEI COLTI ESPRIMI DI VITA
 RISCHI ALTO RISCHIO GEOTECNICO (LIVELLAMENTO, ETC)

Esiti D	Esiti E	Esiti F
2	11	39



L'impropria attribuzione dell'esito F ha comportato che i tre quarti dei rilievi con rischio geotecnico abbiano avuto tale esito.

D L'edificio, pur potendo diventare strutturalmente agibile a seguito della realizzazione di provvedimenti di pronto intervento (riparazione alle tamponature e tramezzi danneggiati e realizzazione di un giunto sismico sul confine con l'edificio adiacente), è da considerarsi al momento inagibile in quanto, per la presenza nelle immediate vicinanze di **faglie** e fenomeni di liquefazione, sono necessarie indagini in sito per la caratterizzazione geotecnica mirata alla determinazione delle condizioni di pericolosità del sito.

E Inagibile: E' tale il dissesto geotecnico da richiedere un approfondito studio geotecnico e fondale prima di qualsiasi intervento murario.

F Problemi di liquefazione dei terreni che non hanno prodotto alcun danno: Il rischio di ulteriori fenomeni di liquefazione richiede comunque ulteriori approfondimenti dal punto di vista geotecnico

F Solo in caso di inagibilità dichiarata per pericolo esterno indotto

Le zone di via de gasperi, via morandi, parco mendes e via risorgimento, tra via gramsci e via del lavoro, sono state interessate da diffusi e gravosi fenomeni di liquefazione, scavarnamenti e fessurazioni profonde. Il rischio geotecnico è elevato e l'area citata è da considerarsi particolarmente a rischio.

D : Edificio temporaneamente inagibile da rivedere con approfondimenti. Specificare le ragioni della necessità dell'approfondimento; se occorre un sopralluogo di esperti e di quale settore; segnalare comunque gli interventi di pronto intervento necessari alla sicurezza

E : Edificio inagibile: Segnalare comunque eventuali interventi di pronto intervento necessari per la sicurezza esterna

F : Edificio inagibile per rischio esterno. Specificare quali sono le cause di rischio esterno e quali gli eventuali interventi di pronto intervento per la messa in sicurezza

L'utilizzo prevalente ed indiscriminato dell'esito F non ha comportato rischi rendendo in ogni caso l'edificio rilevato inagibile, ma per correttezza, nei casi in cui il rischio geotecnico era ben riconoscibile sarebbe stato meglio utilizzare direttamente l'esito di inagibilità totale E o in caso di dubbio, utilizzare l'esito D di temporanea inagibilità da rivedere; tale esito è stato però utilizzato solo in due casi sui 52 osservati nell'intero abitato di San Carlo!

CONCLUSIONI

In definitiva, la fenomenologia di danno geotecnico prevalentemente osservata nell'area di S. Carlo, è in massima parte dovuta a cedimenti per assestamento differenziale del piano di posa delle fondazioni dovuto all'espulsione di sabbie e limi da uno strato liquefacibile posto alla profondità di circa 6-7 metri sotto il p.c. Le emissioni di terreni fini hanno raggiunto la superficie trasportate dall'acqua di falda, in momentanea sovrappressione per l'effetto sismico, attraverso fratture che si sono impostate longitudinalmente nei terreni di riporto più recenti e meno consolidati presenti all'interno del vecchio alveo fluviale. Maggiore sforzo doveva essere compiuto da parte delle squadre di tecnici incaricati dei sopralluoghi per evitare giudizi affrettati dovuti ad imperizia o paura di sbagliare. L'utilizzo improprio dell'esito F (rischio esterno) per cause geotecniche è una svista abbastanza frequente, con numerosi casi testimoniati anche nei rilievi degli edifici del terremoto dell'Aquila.



**Si ringraziano : per le schede AEDES il Dr. Raffaele Pignone della Regione Emilia- Romagna,
per la cartografia del GdL Liquefazioni il Dr. Luca Martelli della Regione Emilia-Romagna,
per le foto aeree il Dr. Giovanni Bertolini del ST Autorità di Bacino del Fiume Po
e tutti gli altri tecnici regionali e non che hanno prestato il loro contributo**