



TERREMOTI NELLE AREE DELLA GARFAGNANA E LUNIGIANA
PIANI QUOTATI
(CPTI99)

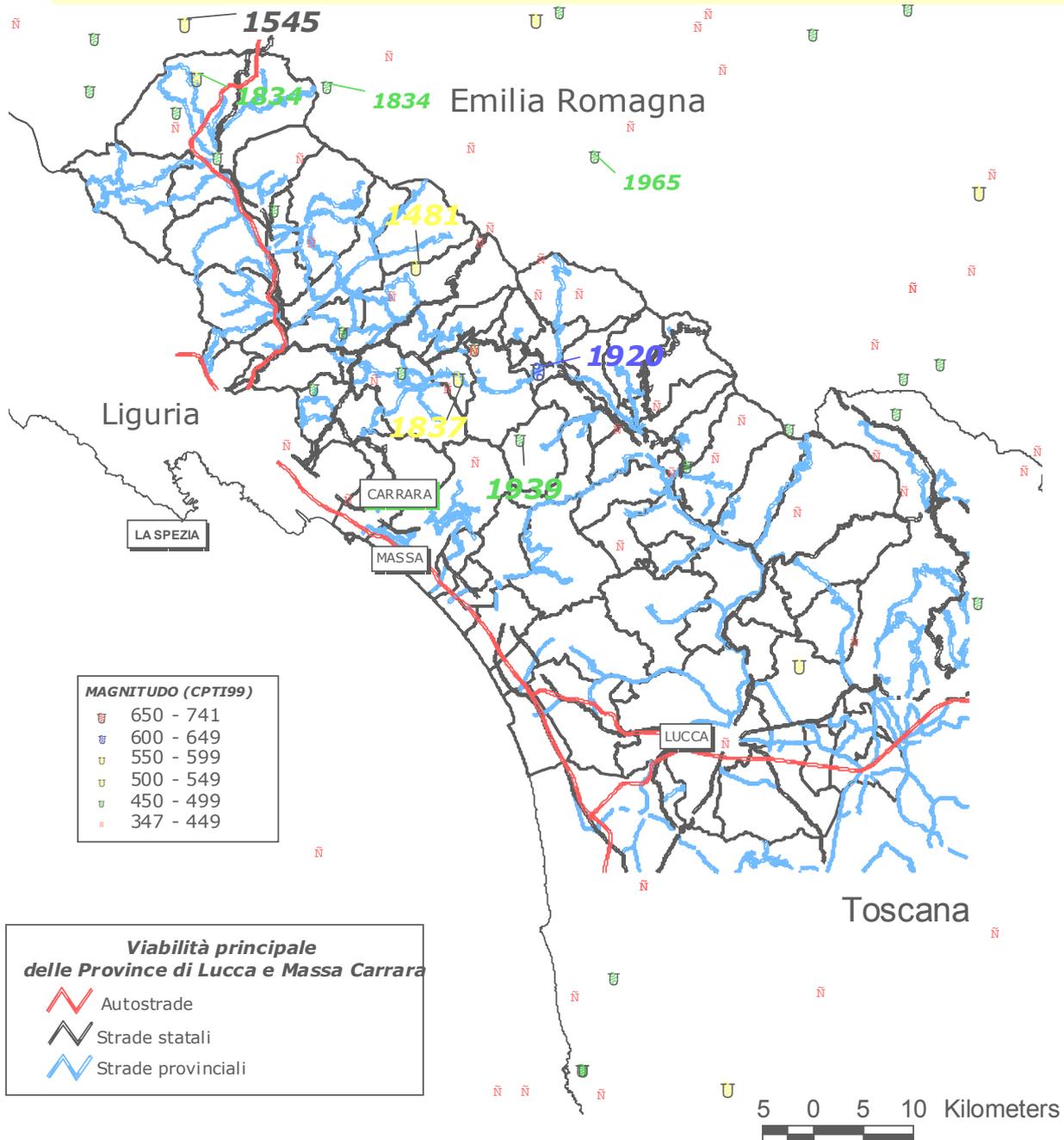
PROGETTO TERREMOTO IN GARFAGNANA E LUNIGIANA

VALUTAZIONE DEL RISCHIO SISMICO IN LUNIGIANA E GARFAGNANA

SCENARI DI DANNO PER LA PIANIFICAZIONE DI EMERGENZA

Criteria, analisi e risultati

Rapporto tecnico n.1 - Marzo 2003



TERREMOTI NELLE AREE DELLA GARFAGNANA E LUNIGIANA
PIANI QUOTATI
(CPTI99)



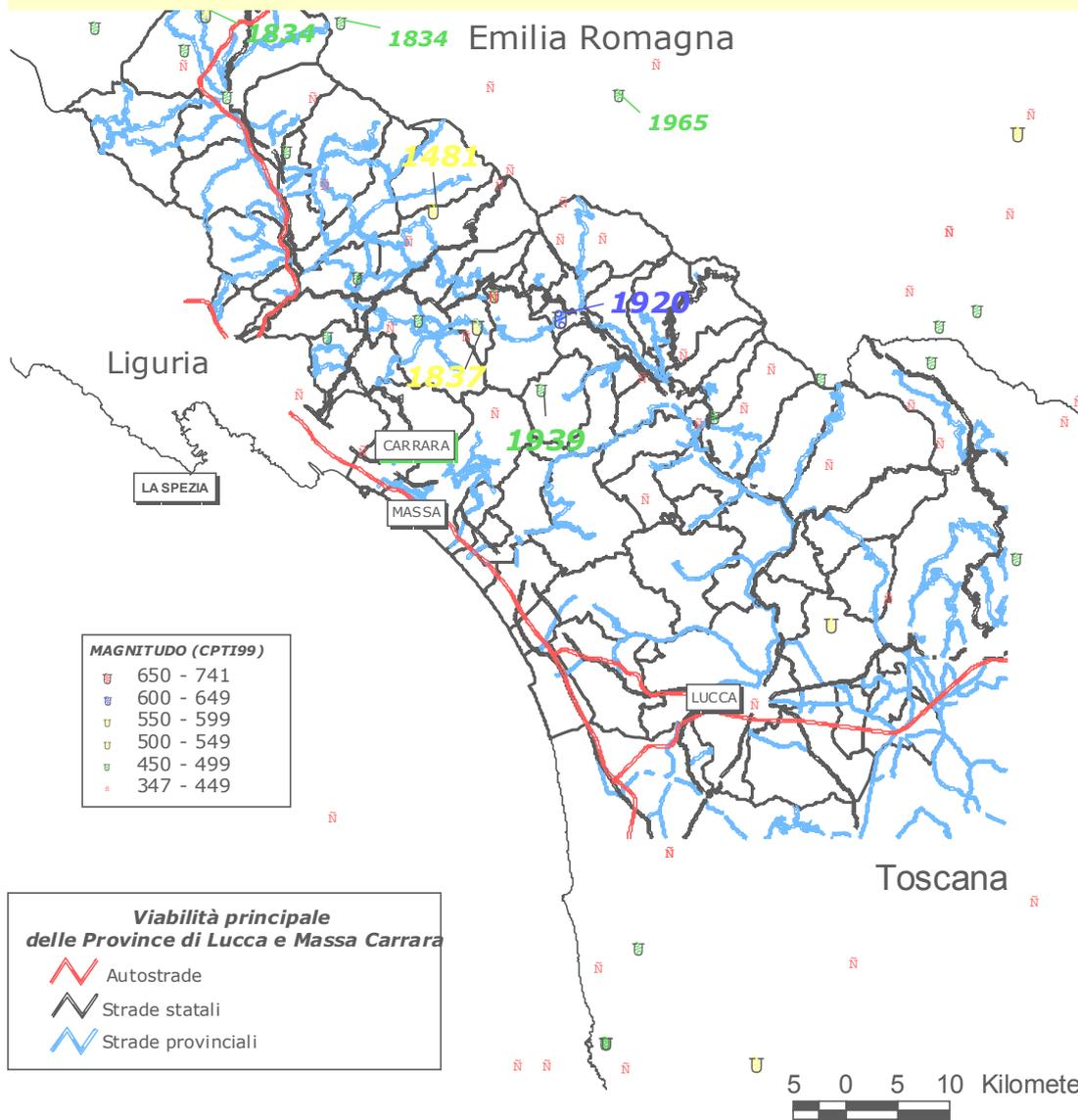
PROGETTO TERREMOTO IN GARFAGNANA E LUNIGIANA

VALUTAZIONE DEL RISCHIO SISMICO IN LUNIGIANA E GARFAGNANA

SCENARI DI DANNO PER LA PIANIFICAZIONE DI EMERGENZA

Criteria, analisi e risultati

Rapporto tecnico n.1 –Marzo 2003



A cura di Arch. Ferrini Maurizio

per la parte grafica e gis Dr. Terrosi Valentina

Indice

1 - Introduzione

2.0. – Scenari di danno per la pianificazione d'emergenza

2.1. – La metodologia

2.2 - La comunità scientifica

2.3 – La pericolosità sismica dell'area

2.4 – Il terremoto più significativo dell'area – il terremoto del 7.9.1920

2.5 – Scelta del terremoto di riferimento

3.0 – Lo scenario di danno per l'area della Garfagnana e Lunigiana e le Province di Lucca,
Massa Carrara

3.1 – La metodologia

3.1.1 – Lo scenario di scuotimento

3.1.2 – La vulnerabilità del costruito

3.1.3 – Lo scenario di danno del patrimonio residenziale e le conseguenze attese sulla
popolazione

3.2 – Primi elementi sullo scenario di danno degli edifici pubblici “strategici” e sul sistema
infrastrutturale

3.2.1.- Il sistema delle infrastrutture di comunicazione viaria

3.2.2.- Il sistema delle infrastrutture di comunicazione ferroviaria

3.2.3. – Il sistema ospedaliero

3.2.4. – Il sistema scolastico

3.2.5. – Il sistema idroelettrico

3.2.6 – Gli impianti a rischio industriale

1 - INTRODUZIONE

L'osservazione degli effetti dei terremoti in Italia ha più volte evidenziato che il fattore determinante delle conseguenze prodotte in termini di danni agli edifici e di vittime è la rilevante vulnerabilità di gran parte del patrimonio edilizio.

Più che la severità degli stessi terremoti è la debolezza delle strutture degli edifici e non solo quelli che caratterizzano i centri storici, patrimonio culturale ed architettonico di rilevante importanza, ma anche di quelli di recente urbanizzazione con particolare riferimento a quelli realizzati tra il '45 ed il '65 nel periodo di ricostruzione post-bellica e del cosiddetto boom edilizio o quelli costruiti abusivi.

Gran parte di questi recenti insediamenti, ha interessato aree di fondovalle o in pendio che sono state spesso concause nelle conseguenze dei danni provocati dai terremoti per il verificarsi di effetti locali dei terreni che hanno aumentato l'azione originaria dell'evento sismico.

La classificazione sismica e l'emanazione di norme tecniche per le costruzioni e le infrastrutture in zona sismica sono le uniche azioni sistematiche di prevenzione utilizzate ad oggi, per la riduzione degli effetti di un evento sismico. La normativa tecnica sismica persegue lo scopo di far costruire edifici ed infrastrutture che si possano danneggiare anche in modo significativo ma non fino al collasso, in quanto l'obiettivo principale è la salvaguardia della vita umana e non tanto la perdita economica.

All'adeguamento della normativa tecnica avvenuta nel corso di un secolo, la prima fu emanata dopo il terremoto di Messina del 1908 e poi nel 1939, 1962, 1974, 1986 ed infine quella attuale nel 1996, non ha purtroppo corrisposto un adeguamento degli edifici e delle infrastrutture costruite con le normative più vecchie; quindi anche questi edifici un po' alla volta costituiscono un problema in termini di rispondenza alla finalità per la quale un territorio si era classificato sismico.

Analogamente a quanto sopra, è quanto è successo negli anni 1982-1984 ove sono stati classificati sismici in termini "preventivi" circa 2500 comuni italiani (prima la classificazione di un territorio avveniva solo dopo un terremoto): l'adeguamento o il miglioramento sismico

dell'edificio alla normativa sismica è scattato solo nel caso di lavori di recupero e non sempre questi si sono dimostrati efficaci come è stato possibile constatare nel corso degli ultimi eventi sismici (dal '97 Umbria e Marche, '98 Calabria, '00 Toscana –Amiata-, '02 Sicilia-S.Venerina)

Al di là della valutazione sulla attuale normativa sismica che da tempo dovrebbe essere migliorata, della corretta interpretazione che professionisti e funzionari pubblici hanno dato nel corso delle progettazioni e di anomalie dovute ad interessi di parte, resta il fatto che la questione della vulnerabilità del patrimonio edilizio ed infrastrutturale ha dimensioni enormi, ingigantite da decenni di non attenzione.

Si tratta di una mancanza di attenzione generalizzata e che comprende anche gli edifici pubblici di tipo “strategico” quali ospedali, scuole, caserme, municipi, ma anche infrastrutture viarie e reti dei servizi che non sono state adeguate ad un livello superiore di sicurezza che le normative sismiche più recenti possiedono.

Al fine di avviare una politica di riduzione del rischio sismico, un contributo importante può venire da valutazioni del rischio sismico condotte su aree specifiche, che tenendo conto della pericolosità sismica dell'area, della vulnerabilità degli edifici e dell'assetto territoriale, cercano di valutare l'impatto dei futuri terremoti sul sistema economico e sociale al fine di indirizzare le scelte di programmazione ordinaria e di allocazione ottimale delle risorse economiche.

Nel caso invece degli scenari di danno ai fini della pianificazione d'emergenza, sull'ipotesi di un terremoto di riferimento, il sistema infrastrutturale e dei servizi e gli edifici pubblici strategici assume un peso rilevante per i possibili livelli di criticità che il danneggiamento o il loro crollo può comportare nelle prime fasi dei soccorsi.

La Regione Toscana ha avviato nell'area della Lunigiana e Garfagnana, fin dal 1983 una specifica iniziativa il cui titolo è: “Progetto Terremoto in Garfagnana e Lunigiana”.

“Progetto terremoto” è la messa a punto di un quadro di conoscenze sul quale basare la strategia di difesa dalla catastrofe che può essere provocata da un terremoto di assegnate caratteristiche in una data area.

In questo senso “progetto terremoto” può essere definito come lo strumento che fornisce

gli elementi necessari per stabilire i livelli di protezione da adottare e per pianificare, prima dell'evento sismico, sia gli interventi preventivi (adozione di particolari normative tecniche, criteri di pianificazione territoriale, programmi di adeguamento degli edifici esistenti, formazione dei tecnici ed informazione alla popolazione) sia le fasi di emergenza e ricostruzione del post-evento”

Nel corso degli anni sono state raccolte molte informazioni e dati che hanno permesso tra l'altro di avviare con finanziamenti statali due specifiche iniziative di prevenzione sul patrimonio edilizio : sugli edifici pubblici strategici con la L 730/86 e sugli edifici residenziali con la L.74/96. Iniziative limitate nei finanziamenti ma significative per la possibilità di verificare la consapevolezza delle Istituzioni, dei tecnici e della popolazione.

Non è invece riuscito l'inserimento delle informazioni a livello degli strumenti di pianificazione urbanistica, né sono state recepite a livello di programmazione delle azioni ordinarie le valutazioni sul rischio sismico dell'area che sono state presentate nel 1985,1987, 1992, 1995 e 1998.

2 - SCENARI DI DANNO PER LA PIANIFICAZIONE D'EMERGENZA

Il presente prodotto è finalizzato alla definizione di uno scenario di danno ai fini di protezione civile per l'area della Garfagnana e Lunigiana.

I risultati sono riferiti ad una data - marzo 2003 – in quanto si prevedono aggiornamenti periodici con l'integrazione di ulteriori informazioni territoriali e miglioramento del quadro conoscitivo delle conseguenze attese in termini di effetti dell'evento sismico di riferimento al fine di migliorare il contributo alla pianificazione d'emergenza.

Le elaborazioni devono intendersi quale aggiornamento di prodotti già predisposti dalla Regione Toscana e trasmessi agli enti locali nel corso degli anni '90.

Il presente lavoro si basa su un prodotto definito prevalentemente nell'ambito di una convenzione stipulata nel 2002 con un istituto universitario e di elaborazioni predisposte dall'ufficio regionale (SSR), sulla base di dati provenienti da altre convenzioni universitarie, alcune delle quali in corso.

In particolare si vuole anche evidenziare che in alcuni casi, come è il presente, lo studio di uno scenario di danno ai fini della pianificazione di emergenza può coinvolgere un esteso ambito territoriale che va al di là dei confini regionali della Toscana e che di conseguenza la pianificazione di emergenza dovrà necessariamente essere definita in accordo con le Regioni adiacenti della Liguria ed Emilia-Romagna e con i riferimenti istituzionali nazionali per l'entità dei danni provocati dall'evento sismico assunto come riferimento.

In altri termini si ritiene che lo scenario di danno per l'area della Garfagnana e Lunigiana in relazione alla sua elevata pericolosità sismica non può che individuare, come è accaduto peraltro nel passato, una situazione di grave ed estesa drammaticità con un numero elevato di vittime, di feriti e di senzatetto.

Situazione che può cambiare, tra un minimo ed un massimo di persone coinvolte dai crolli e dai danni agli edifici in relazione al momento ipotizzabile di accadimento dell'evento sismico ed alla presenza negli edifici della popolazione in quel momento: la notte, di mattina o nel pomeriggio.

La pianificazione d'emergenza a seguito dell'evento sismico di riferimento deve essere predisposta a conseguenze di dimensioni elevate, come quelle del Friuli del 1976 (M=6.5) e prossime a quelle dell'Irpinia del 1980 (M=6.8), in un'area di danneggiamento esteso a cavallo di tre regioni.

Al di là quindi di miglioramenti descrittivi nella stima di danneggiamenti localizzati, le prime 6-12 ore determinano un elevato livello di criticità per indirizzare i soccorsi e soprattutto per il ricovero e l'assistenza dei feriti che nelle varie ipotesi è comunque di alcune migliaia di persone ed è tale da prefigurare fin da subito il coinvolgimento di strutture sanitarie di altre province toscane.

L'accessibilità all'area, quindi la viabilità, la conoscenza delle situazioni dei crolli non solo nelle aree più facilmente raggiungibili (ai 32 comuni corrispondono oltre 600 località di cui la gran parte in aree montane) e il trasferimento all'esterno dell'informazione, sono elementi fondamentali da dover valutare preventivamente. Ricordato che la realtà è spesso un'altra cosa, occorre quindi predisporre un piano che abbia diverse soluzioni e che queste siano tra loro ridondanti.

2.1. - La metodologia

Il presente documento –rapporto n.1, marzo 2003- vuole rappresentare la metodologia seguita dal Servizio Sismico Regionale del Dip.to Politiche Territoriali ed Ambientali della Regione Toscana, per la valutazione delle conseguenze attese a seguito di un evento sismico nell'area della Garfagnana e Lunigiana, evidenziandone l'estensione alle regioni contermini e ad altre province toscane.

Il livello dei danni e delle vittime attese nei centri urbani delle regioni limitrofe, Emilia Romagna e Liguria, deve essere valutato da tali amm.ni regionali anche se potrebbe essere determinato nel seguente lavoro applicando la metodologia e facendo riferimento a valori analoghi.

La pericolosità sismica, che sarà dettagliata in un successivo rapporto in fase di predisposizione, viene brevemente illustrata al fine di comprendere la scelta del terremoto di riferimento.

La vulnerabilità degli edifici viene riferita al patrimonio residenziale e in base a questo campione verranno forniti i numeri stimati di crolli degli edifici e le conseguenze stimate di vittime e feriti.

Le conseguenze attese dei danni agli edifici pubblici di tipo “strategico” quali scuole, ospedali, municipi che saranno raccolte in un altro rapporto in fase di elaborazione, saranno comunque stimate.

Per le reti infrastrutturali viarie si esporrà una valutazione sintetica al fine di esaltarne gli elementi di criticità già evidenti in questa fase preliminare di contributo alla fase della pianificazione d'emergenza.

Le stime dei danni, delle vittime e dei feriti devono essere valutate per l'ordine di grandezza fornito, più che pensare alla loro disaggregazione per comune o centro urbano, anche se le elaborazioni sono riferite per singole sezioni di censimento.

In questo primo rapporto si ritiene infatti di non fornire tabelle, per singole sezioni di censimento a livello comunale, rinviando una elaborazione di dettaglio in una fase successiva dell'iniziativa.

2.2. - La comunità scientifica

Nel corso delle attività di “Progetto Terremoto”, la comunità scientifica coinvolta è stata messa nelle condizioni ottimali di esplicitare la propria capacità di ricerca applicata.

Come per le valutazioni di rischio sismico anche per la valutazioni di scenari, saranno interessati i referenti scientifici regionali (Istituti universitari o enti di ricerca nazionali) che da anni collaborano con la struttura tecnica per meglio finalizzare le informazioni disponibili e laddove necessario per acquisirne di nuove.

Tra i referenti scientifici si citano: Dip.to Scienze della Terra di Pisa per gli aspetti della geologia applicata e per la sismologia, Dip.to scienza della terra di Genova per gli aspetti della sismologia e del monitoraggio sismico, Dip.to di scienza della terra di Siena per gli aspetti della sismologia e del monitoraggio geodetico, CNR di Pisa per gli aspetti del monitoraggio geochimico, Dip.to di Ingegneria del Politecnico di Milano per gli aspetti di

vulnerabilità degli edifici, per la valutazione dell'imput sismico del rischio e degli scenari di danno, Dip.to di Ingegneria e Geotecnica e Dip.to di Geofisica del Politecnico di Torino e dell'Università di Bari, e del Dip.to di Geologia e Geofisica dell'università di Chieti per gli aspetti di caratterizzazione dei terreni e modellazione per la valutazione degli effetti locali, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia per gli aspetti di pericolosità sismica attuale e storica, Dip.ti di Ingegneria dell'università la Sapienza di Roma, di Roma 3, di Potenza per gli aspetti connessi alla vulnerabilità degli edifici in generale, ospedali e sperimentazioni. Negli anni scorsi in ambito sovranazionale hanno valutato alcuni aspetti del rischio sismico gruppi di ricerca europei. Attualmente sono in corso iniziative ed indagini (valutazione effetti locali e modellazioni) che coinvolgono alcuni dei gruppi di ricerca italiani sopracitati con altri provenienti dall'Europa, Nord America e Giappone.

Sulla base dei risultati tecnico-scientifici acquisiti, sarà valutata l'opportunità di stabilire riunioni e seminari di discussione ed approfondimento con altri soggetti, al fine di evitare che nella fase di avvio dell'iniziativa si possano creare ritardi dovuti confronti per decidere approcci e metodologie. Ogni contributo tecnico-scientifico costituirà un elemento positivo ed utile per la messa a punto di un modello previsionale utile all'individuazione di scenari di danno in un'area soggetta a rischio sismico.

2.3. - La pericolosità sismica dell'area

L'area della Garfagnana e Lunigiana è compresa nella zona sismogenetica n.28 del catalogo sorgenti sismogetiche italiane ed è caratterizzata da numerosi terremoti storici di magnitudo superiore a 5 con un massimo storico assegnato al terremoto del 1920 con M=6.5.

Dati raccolti dalla regione in ambito di convenzioni con i referenti scientifici e da altre fonti (INGV) è ipotizzabile una diversa articolazione dell'area sismogenetica.

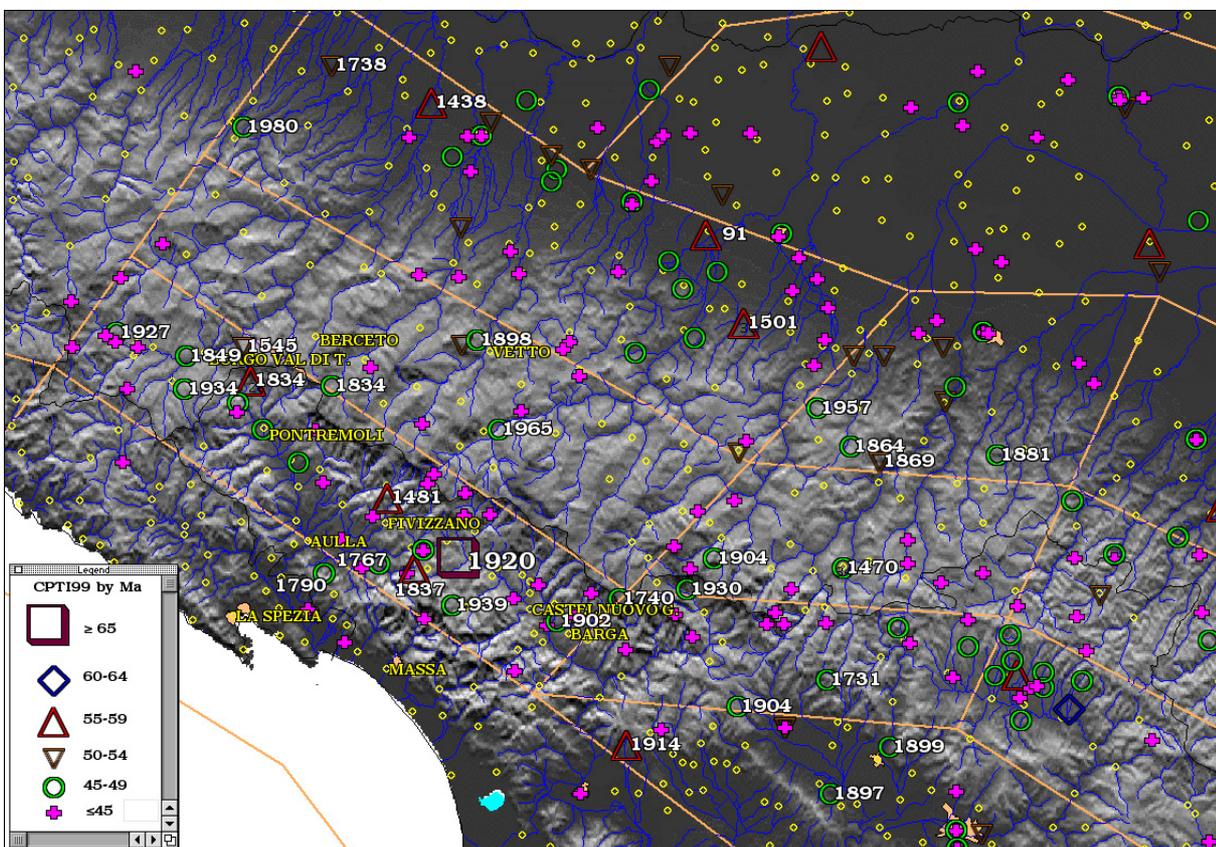
Nel corso di un anno dovrebbero concludersi gli studi già avviati per l'interpretazione di linee sismiche profonde, della correlazione tra le strutture sismogenetiche e la sismicità acquisita con la rete sismica locale, di revisione della storia sismica al fine di procedere ad una nuova definizione della pericolosità a scala sub-regionale.

Al momento si riporta una sintetica descrizione della zona sismogenetica 28.

“La zona è una delle meglio conosciute dell’Appennino Settentrionale ed è caratterizzata da strutture estensionali che generano depressioni strutturali limitate da faglie ad orientamento NW-SE ed immersione SW e da faglie antitetiche con la stessa direzione ad immersione opposta. Queste strutture appenniniche sono tagliate e disassate da strutture trasversali ad andamento antiappenninico (es. zona di Fivizzano e Barga, quest’ultima a marcare il limite meridionale della zona).

I terremoti più importanti dell’area sono in perfetto accordo con le strutture individuate, con allungamento delle isosisme parallelamente alle strutture (vedi Terremoti del 14.2.1834, $I_0=VIII$ e del 7.9.1920, $I_0=IX$ con punte di X, su strutture longitudinali; terremoti dell’11.4.1837, $I_0=IX-X$ e del 6.3.1740, $I_0=VII-VIII$, su strutture trasversali). A questo riguardano molto significative anche le repliche del terremoto del ’20, che mostrano attivazioni lungo lineamenti trasversali che collegano la zona 28 con l’adiacente zona (repliche del dello stesso 7 Settembre entrambe in Val di Secchia lungo la trasversale di Fivizzano e la replica del giorno successivo 8 Settembre in destra orografica della Val di Tarò)”.

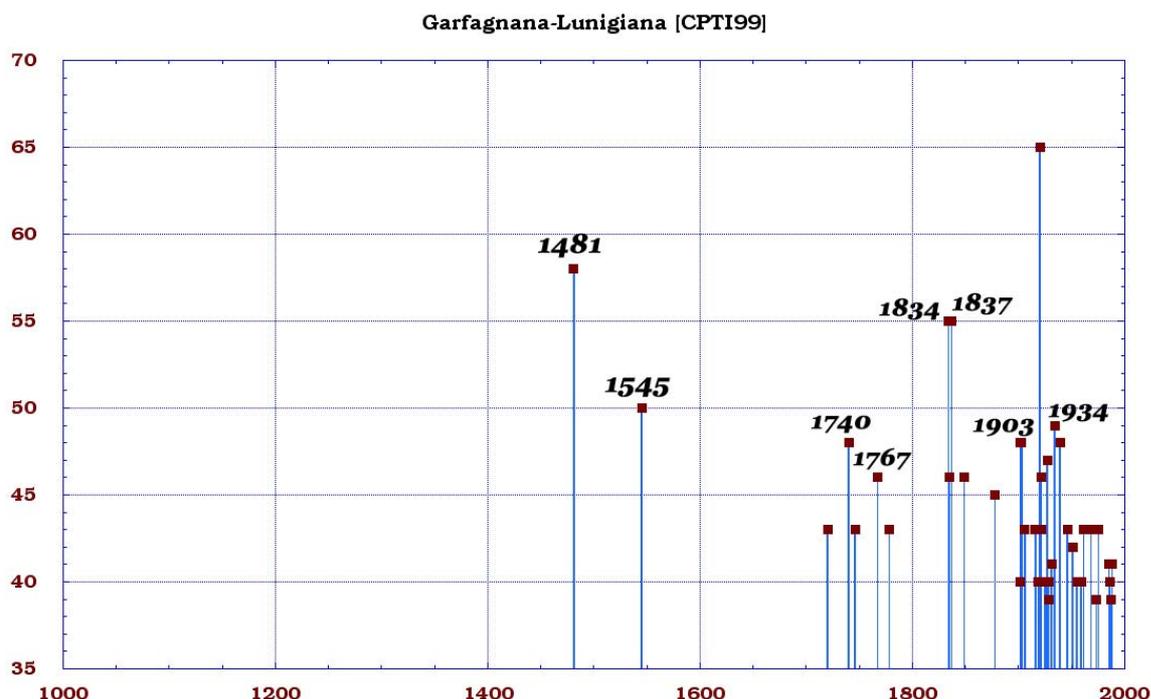
Nella seguente figura si è provveduto a sovrapporre alle zone sismogenetiche i terremoti storici



L'esame del catalogo storico (CPTI99) evidenzia alcuni livelli di incompletezza ed anche in questo caso sono in corso ricerche storiche, avviate da alcuni anni e che si completeranno solo in parte nel 2003.

Nelle seguenti tabelle sono stati descritti : un istogramma delle sequenze temporali di accadimento dei terremoti storici e l'elenco dei terremoti storici dell'area (estratto da CPTI99).

La prima tabella evidenzia che non sono riportati terremoti significativi prima del 1481 e che c'è un periodo silente tra il 1541 e il 1740; è in corso una verifica soprattutto per il periodo più recente se si tratta di una carenza bibliografica o se effettivamente in quel periodo non si sono verificati eventi sismici.



Elenco dei terremoti dell'area (CPTI99)										
Ye	Mo	Da	Ho	MI	Ax	Imx	Io	Lat.	Lon	Ma
1481	05	07			LUNIGIANA	85	85	44.276	10.130	580
1545	06	09	15		BORGIO VAL DI TARO	75	75	44.498	9.844	504
1720	01	10	15		S.ROMANO		60	44.250	10.333	430
1740	03	06	05	15	GARFAGNANA		70	44.124	10.590	482
1746	07	23	17	15	GARFAGNANA	60	60	44.088	10.444	430
1767	01	21	07	45	FIVIZZANO	75	65	44.180	10.110	464
1778	02	18			FIVIZZANO		60	44.167	10.167	430
1834	02	14	13	15	ALTA LUNIGIANA	85	85	44.449	9.859	550
1835	04	20	03		PASSO CISA		65	44.417	9.833	460
1837	04	11	16	50	ALPI APUANE	100	95	44.174	10.181	551
1849	11	28	18	15	VAL DI TARO	65	65	44.485	9.730	460
1868	09	10	13	31	LUNIGIANA	65	65	44.218	10.037	452
1902	03	05	07	06	GARFAGNANA	70	70	44.093	10.463	485
1902	08	04	22	37 10	FIVIZZANO		70	44.200	10.200	485
1902	12	04	16	35 01	FIVIZZANO		55	44.200	10.200	400
1903	07	27	03	46	LUNIGIANA	75	70	44.329	9.935	478
1906	11	10	17	55	CMPIANO		60	44.500	9.633	430
1916	07	27	18	38	FOSCIANDORA		60	44.100	10.500	430
1919	09	25	03	15	FOSCIANDORA		55	44.133	10.533	400
1920	09	07	05	55 40	GARFAGNANA	100	95 M	44.180	10.280	648
1920	12	27	16	19	PIAZZA AL SERCHIO		50	44.250	10.283	402
1921	05	07	06	15	PONTREMOLI	70	65	44.377	9.882	460
121	11	29	12	04	BORGIO VAL DI TARO	50	50	44.376	9.987	427
1925	03	15	17	175	FRASSINORO	45	45	44.282	10.286	403
1926	11	18	22	57	BAGNONE		55	44.300	10.000	400
1927	10	28	21	49	BEDONIA	60	60	44.520	9.590	475
1928	02	21	04	37	VARESE LIGURE	60	60	44.440	9.611	389
1928	07	20	19	53	ALTA VAL DI TARO	60	60	44.508	9.587	390
1928	08	03	23	09	FIVIZZANO		55	44.200	10.200	400
1931	01	25	10	48 26	FIVIZZANO		60	44.250	10.100	405
1934	06	13	09	06	BORGIO VAL DI TARO	60	60	44.438	9.275	488
1939	10	15	14	05	GARFAGNANA	70	65	44.119	10.255	484
1946	02	18	23		PIONE		60	44.600	9.600	430
1951	08	12	21	19	BARGA	55	55	44.023	10.379	416
1955	12	13	17	04	EQUI TERME	50	50	44.176	10.077	396
1959	01	26	05	35 40	S. MARIA TARO		55	44.500	9.500	400
1961	08	03	10	26 29	FIVIZZANO		60	44.200	10.200	430
1968	06	07	09	34	ALPI APUANE			44.100	10.200	430
1973	06	05	13	48 12	MAGGIORASCA		40	44.157	9.567	392
1975	11	16	13	04	BORGIO VAL DI TARO	55	55	44.404	9.831	432
1985	01	23	10	10	GARFAGNANA	60	60	44.128	10.378	405
1986	10	01	19	53	ALTA GARFAGNANA	50	50	44.297	10.210	397
1987	02	10	21	20	LUNIGIANA	50	50	44.311	10.224	390
1988	02	08	11	24	GARFAGNANA	60	60	44.148	10.248	409

2.4. - Il terremoto più significativo dell'area – il terremoto del 7.9.1920

La scossa del 7 Settembre, con epicentro stimato nel Comune di Casola in Lunigiana era stata preceduta il giorno precedente da alcune scosse minori, la più sensibile delle quali avvertita verso le ore 14,00 del giorno 6 Settembre, e fu seguita da molte altre per circa un anno fino all'Agosto del 1921.

L'area dei danni fu molto vasta e comprese la riviera ligure di levante, la Versilia, le zone montane del Parmense, del Modenese, del Pistoiese e la provincia di Pisa.

L'area di risentimento si estese dalla Costa Azzurra al Friuli e, a Sud, a tutta la Toscana, all'Umbria ed alle Marche settentrionali.

I centri urbani danneggiati furono quasi 500; in circa 70 vi furono crolli estesi a gran parte del patrimonio edilizio ed in altri 100 circa i danni e le lesioni furono estesi.

Le località di Montecurto (Fivizzano) e Vigneta (Casola in L.na), Villa Collemarina, furono distrutti quasi completamente

Le figure allegate riportano il piano quotato delle Intensità in MCS che evidenzia le I_{max} risentite nelle varie località ed è possibile vedere una rappresentazione cartografica dell'estensione del danno sopra descritto.

I morti furono 171 (tutti nell'area della Lunigiana e Garfagnana) ed i feriti 650 (quasi tutti in Toscana). I senzatetto furono alcune migliaia (prevalentemente in Toscana).

Il numero relativamente basso delle vittime in proporzione ai crolli ed ai danni agli edifici, come evidenziarono le cronache giornalistiche dell'epoca, dipese principalmente da due fattori. In primo luogo la scossa del 6 Settembre aveva allarmato la popolazione, tanto che molte persone avevano pernottato all'aperto e non in casa: In secondo luogo, va ricordato che l'economia locale era basata principalmente sull'agricoltura ed allevamento e sull'estrazione dei marmi (l'80% della popolazione attiva, stimata in circa il 60% dell'intera popolazione) e che pertanto quando avvenne il terremoto (le ore 6 del mattino secondo l'ora solare) solo poche persone erano in casa.

2.5. - Scelta del terremoto di riferimento

Come evidenziato in precedenza, la sismicità storica dell'area della Lunigiana e Garfagnana e Media Valle del Serchio, è caratterizzata da numerosi terremoti storici significativi e da uno che è stato particolarmente violento.

La gran parte dei terremoti si concentra nella zona meridionale dell'area sismogenetica 28 ed ha interessato l'area a confine tra la Lunigiana e la Garfagnana.

Dal 1920 l'area è stata interessata da altri eventi sismici di minore entità (intorno a Magnitudo 4.0), la gran parte compresi al confine tra la Lunigiana e Garfagnana, fatto salvo quello di Barga del 1951 (M=4.5).

Nell'Ottobre del 1995 si è verificato a Fivizzano un evento di magnitudo M= 4.8.

Ad oggi la comunità scientifica, non è in grado di prevedere in quale "punto" dell'area sismogenetica potrebbe avvenire il prossimo evento sismico né quale possano essere le sue caratteristiche in termini di magnitudo, di profondità, di durata e di frequenza.

Tale situazione è generalizzabile a qualsiasi area sismica e viene affrontata mediante studi molto complessi per valutare comunque la probabilità di accadimento di un evento ma contestualmente si può e si deve agire solo nell'adozione di normative tecniche che consentano di realizzare o adeguare gli edifici e le infrastrutture in modo che possano resistere alle azioni sismiche.

Sulla valutazione della pericolosità sismica, sono in corso, promossi dalla Regione Toscana, studi ed indagini che integrano analoghe iniziative avviate da enti di ricerca nazionali, ma che al momento non permettono di definire ipotesi di lavoro sufficientemente sostenibili a livello scientifico. La prosecuzione di tali attività ed il perfezionamento dei sistemi di monitoraggio (rete locale sismometrica ed accelerometrica ad elevata tecnologia, rete geodetica e rete geochimica) potrà consentire l'acquisizione di informazioni e la correlazione di dati, tali da poter definire meglio le ipotesi attuali.

Quindi al momento, la scelta del terremoto di riferimento per la pianificazione d'emergenza e per il dimensionamento del sistema integrato di protezione civile, si ritiene non possa

essere che quella di identificare l'evento in quello storicamente più grave e confermarne l'epicentro con le stesse coordinate.

La gravità delle conseguenze, sarà determinata tra un minimo ed un massimo in relazione ad alcune ipotesi.

Le conseguenze (in termini di crolli, vittime e feriti), avranno quindi il significato di un ordine di grandezza che esprime un valore medio atteso "massimo" al di sotto del quale la realtà, al momento del verificarsi del terremoto, dovrà essere comunque accettabile e reale.

Altre ipotesi, comunque corrette sotto il profilo metodologico, se richieste possono essere predisposte in un futuro.

In letteratura si fa riferimento infatti ad ipotesi basate sull'individuazione:

- dell'evento più significativo in termini probabilistici della pericolosità sismica dell'area, riportata ad una determinata località;
- dell'evento più significativo per il livello di danneggiamento (crolli, vittime e feriti) che potrebbe provocare, individuando a tale scopo il sistema insediativo più importante;

Ciascuna delle tre ipotesi, presenta vantaggi e svantaggi tali da definire uno scenario poco probabile e che possono essere sintetizzati in:

- scarsa probabilità di accadimento dell'evento in termini di epicentro e di severità;
- sottostima o sovrastima delle conseguenze attese e quindi del fabbisogno pianificato per l'emergenza;
- difficoltà nella scelta delle ipotesi di valutazione della vulnerabilità del patrimonio edilizio ed infrastrutturale attuale, qualora si prendano a riferimento i piani quotati delle Intensità calcolate degli eventi storici

La scelta di un evento più severo rispetto ad altri meno severi, è altresì caratterizzata dall'area di danneggiamento e di risentimento che sarà più o meno estesa e tale da comportare una pianificazione d'emergenza più o meno complessa.

3 - SCENARIO DI DANNO CON L'IPOTESI DI UN EVENTO UGUALE A QUELLO MAX STORICO

3.1. - La metodologia

In particolare sono state effettuate analisi rivolte alla:

- a) definizione dello scenario di scuotimento;
- b) valutazione della vulnerabilità sismica degli edifici;
- c) valutazione dello scenario di danno.

I risultati ottenuti forniscono il quadro delle conseguenze attese, in termini di :

1. costo dei danni diretti agli edifici come misura del danno economico atteso;
2. numero di edifici crollati come indicatore dell'entità delle operazioni da prevedere nella prima emergenza e come misura delle difficoltà che si possono incontrare in tale fase;
3. numero di vittime e di feriti per valutare l'impatto sulla popolazione.

Il valore atteso del costo dei danni diretti conseguenti ai futuri terremoti è stato assunto come indicatore dei livelli di rischio per quanto attiene agli aspetti puramente economici; per gli aspetti non economici associati alla sicurezza delle persone si utilizza il valore atteso del numero di vittime e dei feriti, stimati sulla base del numero atteso dei crolli.

I due indicatori non coprono, ovviamente, tutti gli aspetti connessi alle conseguenze negative dei terremoti:

- il primo indicatore, infatti, non tiene conto delle conseguenze economiche indirette legate sia ai danni alle persone sia alla perturbazione dell'attività economica della zona colpita;
- il secondo gruppo di indicatori trascura le conseguenze non economiche, di tipo psicologico e sociale, dei danni alle persone.

Il presente rapporto costituisce una preliminare rappresentazione di risultati, con una procedura applicabile a dati già disponibili, alla quale faranno seguito integrazioni ed aggiornamenti.

I futuri aggiornamenti delle valutazioni di rischio sismico nell'ambito dell'iniziativa regionale

“progetto terremoto in Garfagnana e Lunigiana” consentiranno di considerare aspetti importanti che potranno implementare le valutazioni dello scenario di danno, sia nella definizione dello scuotimento (ad esempio amplificazioni), sia nella messa in conto di fenomeni indotti (frane), sia nella valutazione del danno (non solo sul patrimonio edilizio e monumentale ma anche sugli effetti sulle infrastrutture, risposta del sistema dei servizi essenziali).

I risultati dell'analisi attuale (Marzo 2003), possono essere accorpati secondo lo schema seguente:

Scenario di scuotimento: fornisce in ognuno dei siti considerati una misura del moto del suolo atteso in occasione dell'evento di riferimento considerato;

Vulnerabilità sismica del costruito: fornisce un quadro della propensione degli edifici residenziali a subire danni a seguito dell'evento sismico considerato ed è legata alle caratteristiche costruttive dell'edificio stesso (correlazioni dati ISTAT 91 con dati vulnerabilità rilevata in un campione di edifici dell'area);

Scenario di danno: fornisce il risultato, per sezione di censimento (ISTAT 1991), della convoluzione dello scenario di scuotimento con la vulnerabilità sulla base di un modello opportuno di calcolo.

I risultati dell'elaborazione vengono forniti :

- a) in forma tabellare - ogni riga contiene tutti i valori associati ad ogni sezione di censimento tramite le coordinate geografiche;
- b) in forma grafica, utilizzando un GIS, è stato possibile riportare le informazioni ricavate quali i valori di PGA e le stime del costo del danno, dei crolli, delle vittime e dei feriti.

3.1.1. – Scenario di scuotimento

La valutazione dello scenario di scuotimento è stata effettuata attraverso le seguenti fasi:

1. scelta dell'evento di riferimento;
2. applicazione di opportuni modelli di attenuazione a seguito della definizione di aree all'interno delle quali è lecito assumere uno stesso modello di propagazione dell'energia;

3. valutazione dei risentimenti al sito.

3.1.1.1 - Evento di riferimento

La scelta dell'evento di riferimento, da utilizzare come input per la realizzazione degli scenari di scuotimento, è avvenuta dopo attenta analisi della sismicità storica e recente dell'area in esame.

Con il termine sismicità storica si indica quella sismicità le cui informazioni provengono da fonti di tipo storico e cronachistico (libri, diari, giornali, ecc.) e che come tali consentono di coprire un arco di tempo molto ampio e comunque precedente all'introduzione delle reti sismiche. In particolare per il territorio italiano si dispone attualmente di due diversi cataloghi: il catalogo NT4.1.1 del Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti (Stucchi e Camassi, 1998) che copre il periodo 1000-1992 per intensità epicentrali superiori alla soglia del danno e il Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI 1999) che copre il periodo 461 a.C.-1992.

Con il termine sismicità recente ci si riferisce a quella che viene registrata dai sismografi. Per l'Italia esistono dati attendibili sulla sismicità recente a partire dal 1980, da quando cioè è stata potenziata la rete sismica dell'Istituto Nazionale di Geofisica. Esiste pertanto per l'intero territorio nazionale il solo catalogo ING (ING 1996) che copre l'arco di tempo dal 1981 a oggi. In particolare in Garfagnana e Lunigiana è attiva da circa 4 anni una rete sismica (ad elevata componente tecnologica) promossa dalla Regione Toscana e finanziata dal Servizio Sismico Nazionale e dall'Autorità di Bacino del Serchio; la Regione attualmente finanzia una parte delle spese di gestione e sta provvedendo a finanziare ad un limitato ampliamento con ulteriori stazioni.

Per lo studio in oggetto è stato individuato un evento, che può essere considerato il massimo atteso nell'area: si tratta dell'evento del 1920, in Garfagnana, caratterizzato da un'intensità di $I=9.5$ M.C.S. e $M=6.4$ (CPTI99)

3.1.1.2. - Modello di attenuazione

Il modello di propagazione adottato è stato caratterizzato da:

- legame intensità - distanza del tipo (Grandori et al., 1987)
- isosiste di forma circolare o ellittica
- eventuale eccentricità delle isosiste, in direzione qualsiasi nel caso di isosiste circolari o in direzione di uno degli assi nel caso di isosiste ellittiche.

3.1.1.3 - Risentimenti al sito

Lo scenario di scuotimento è stato ricavato applicando all'epicentro la corrispondente legge di attenuazione e relazioni empiriche per passare dall'intensità al picco di accelerazione.

3.1.2 – La vulnerabilità sismica del patrimonio residenziale

Come già detto, la vulnerabilità sismica è una misura della propensione degli edifici a subire danni a seguito di terremoti.

La valutazione dei valori dell'indice di vulnerabilità è stata effettuata attraverso i seguenti passi:

- è stata ricavata dai dati ISTAT 1991 la quantità di costruito per sezione censimento;
- la quantità del costruito è stata suddivisa in classi attraverso semplici parametri: età di costruzione (7 classi), tipologia (5 classi), numero dei piani (3 classi), edificio isolato o inserito in aggregati (2 classi); la presenza di impianti (acqua, gas, luce, ecc.) è stata assunta come indicatore dello stato di manutenzione (2 classi);
- ad ogni classe è stata attribuita la curva distribuzione dei valori di vulnerabilità $f_v(V)$ ricavata dall'analisi della banca dati contenente tutte le schede di secondo livello compilate per numerosi edifici sia privati che pubblici presenti nel territorio della Regione Toscana; non tutte le classi ricavabili dai dati ISTAT sono adeguatamente rappresentate nella banca dati citata: si è quindi proceduto ad accorpate tra loro alcune classi. In Tabella 1 sono riportati i valori medi dell'indice di vulnerabilità ed il relativo coefficiente di variazione per le diverse classi di edifici sia in muratura che i cemento armato.

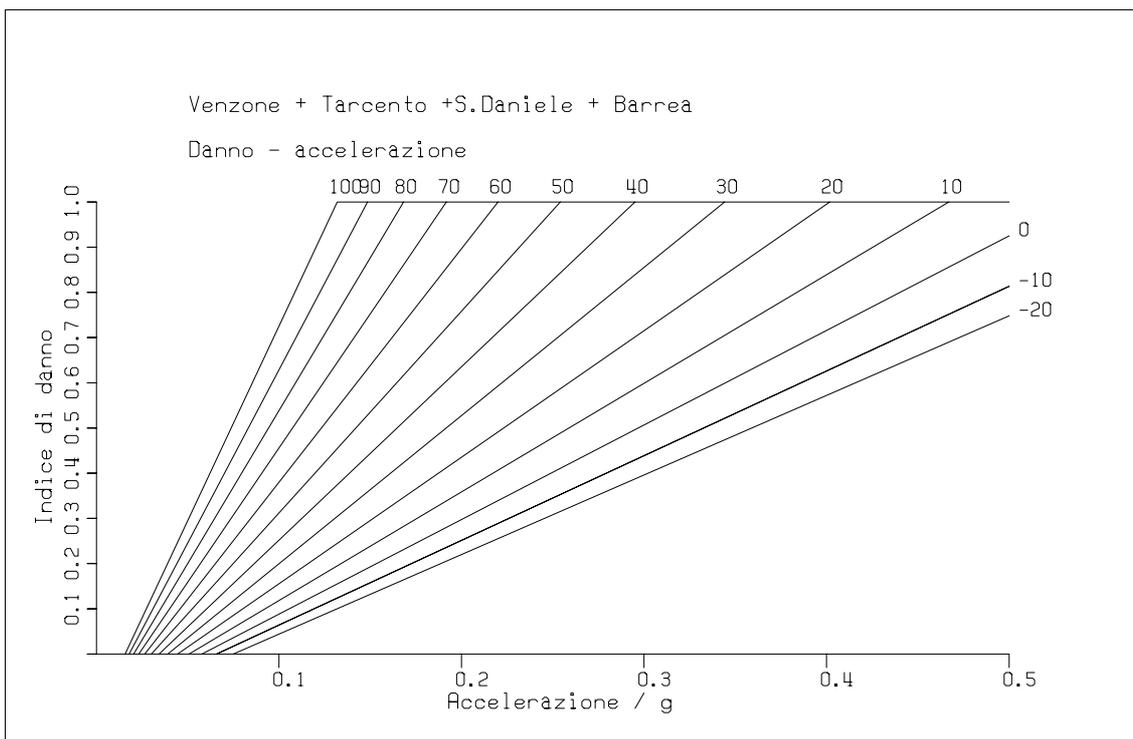
TABELLA 1

Valori medi e coefficienti di variazione dell'indice di vulnerabilità per le diverse classi di edifici in muratura e cemento armato – Toscana

Edifici in muratura						
buono stato di manutenzione				Cattivo stato di manutenzione		
Età	Num. edifici	Vuln. media	Coeff. var.	Num. Edifici	Vuln. media	Coeff. var.
<1919 1-2 piani	91	58.12	0.24	146	68.41	0.21
<1919 >2 piani	157	67.17	0.20	325	73.85	0.18
1919-1945 1-2 piani	57	54.50	0.27	89	63.27	0.20
1919-1945 >2 piani	79	61.65	0.24	124	67.27	0.20
1946-1960 1-2 piani	166	41.10	0.32	220	56.79	0.26
1946-1960 >2 piani	98	53.18	0.34	110	61.22	0.23
1961-1971 1-2 piani	138	40.28	0.30	112	50.31	0.25
1961-1971 >2 piani	63	45.79	0.32	42	52.41	0.27
1972-1981 1-2 piani	42	36.39	0.24	29	49.40	0.22
1972-1981 >2 piani	32	36.50	0.27	10	48.53	0.31
>1981 1-2 piani	43	36.38	0.18	28	41.50	0.31
>1981 >2 piani	38	34.47	0.29	14	43.55	0.31
Edifici in cemento armato						
buono stato di manutenzione				cattivo stato di manutenzione		
≤1960 1-2 piani	3	49.33	0.08	9	45.16	0.25
≤1960 >2 piani	13	44.75	0.14	18	49.44	0.26
1061-1971 1-2 piani	49	46.87	0.23	16	50.03	0.22
1961-1971 >2 piani	69	47.58	0.22	19	45.56	0.19
1972-1981 1-2 piani	9	42.06	0.07	3	45.98	0.22
1972-1981 >2 piani	34	42.64	0.20	7	45.51	0.24
>1981 1-2 piani	54	40.85	0.33	17	44.83	0.28
>1981 >2 piani	47	44.17	0.25	5	45.17	0.26

In questa applicazione è stato usato un legame deterministico espresso mediante la funzione $d(y,V)$.

La relazione (6) è rappresentata in figura 1 (Grimaz et al., 1998).



3.1.3. – Lo scenario di danno del patrimonio residenziale e della popolazione

Come indicatori dello scenario di danno, conseguenti ad un evento sismico, sono stati assunti, diversi parametri:

- il costo dei danni diretti agli edifici, come misura del danno economico atteso;
- il numero di edifici crollati, come indicatore dell'entità delle operazioni da prevedere nella prima emergenza e come misura delle difficoltà che si possono incontrare in tale fase;
- il numero di vittime e di feriti per valutare l'impatto sulla popolazione.

Disponendo della distribuzione dei valori di vulnerabilità $f_v(V)$ e della funzione $d(y,V)$

è immediato calcolare, in corrispondenza del valore dell'accelerazione attesa y , in ogni sito, il valore atteso del danno $D(y)$ applicando lo scenario di scuotimento individuato, con la seguente relazione:

$$D(y) = \int_{V_i}^{V_f} d(y,V) f_v(V) dV$$

dove i limiti di integrazione V_i e V_f dipendono dal valore dell'accelerazione al sito y .

Dato il modo di definizione del modello di vulnerabilità $d(y,V)$, il valore atteso del danno $D(y)$ risulta espresso come frazione del valore dell'edificio; in questa analisi il valore dell'edificio coincide con il suo costo di costruzione, stimato assumendo un costo unitario di 129 € al m^3 pari a 420 € al m^3

Il numero degli edifici crollati è pari al numero di edifici con vulnerabilità maggiore di V_f .

Il numero delle vittime e dei feriti è stato calcolato attraverso i seguenti passi:

- valutazione del numero degli edifici crollati;
- valutazione del numero degli abitanti presenti negli edifici crollati;
- valutazione del numero delle vittime in misura pari al 100%,70%,50%,10% degli abitanti presenti negli edifici crollati;
- valutazione del numero dei feriti in misura pari al 30% degli abitanti presenti negli edifici crollati e come una percentuale variabile da 0 al 50% degli abitanti negli edifici il cui danno è maggiore del 30%, secondo una relazione lineare.

Nelle Tabelle, rispettivamente per la Provincia di Lucca e per quella di Massa Carrara, vengono riassunti i risultati delle analisi e sono indicati:

- il comune,
- il numero delle sezione di censimento,
- i costi in Euro,
- il numero di vittime e di feriti,
- la vulnerabilità media degli edifici.

Si vuole evidenziare che riguardo alla stima delle vittime e dei feriti il dato va preso per l'ordine di grandezza che esprime nel suo complesso più che nella sua articolazione a livello comunale.

Nella mappe allegate sono riportate alcune informazioni di quelle riportate nelle tabelle.

3.2. – Primi elementi sul danneggiamento del sistema infrastrutturale e degli edifici pubblici strategici.

In successivi rapporti saranno meglio identificati e quantificati gli aspetti che di seguito sono descritti quale preliminare inquadramento alla complessità dello scenario di danno in emergenza sismica.

3.2.1. - Il sistema delle infrastrutture di comunicazione viaria

Di seguito si evidenziano alcune dei principali collegamenti.

Le direttrici di accesso all'area della Lunigiana:

- da Nord – l'autostrada della Cisa – e la SS Pontremolese sulla valle del Magra–
(questa direttrice nel periodo invernale presenta difficoltà per la neve e comunque potrebbe risultare non sempre percorribile perché vicina alla zona epicentrale e tale da avere dei danni alle opere – i viadotti sono da verificare se adeguati alla normativa sismica.

Le direttrici di penetrazione interna all'area della Lunigiana

- da Villafranca L.na – lungo una valle per Bagnone
- da Aulla è necessario risalire sulla Valle del Lucido per i comuni di Licciana Nardi, Comano
- da Aulla è necessario risalire lungo una valle per il comune di Fivizzano e prendere una diramazione su un'altra valle per Casola L.na

Quest'ultima direttrice è anche quella che collega con i comuni della Garfagnana e presenta maggiori problemi connessi con la instabilità dei versanti o pericolo di crolli/distacco di materiale dalle pareti.

- Sempre da Nord esistono quattro collegamenti con l'Emilia Romagna: su Pontremoli (Passo del Cirone); su Licciana Nardi (Passo del Lagastrello); su Comano (passo di Camporaghena); l'altro su Fivizzano (passo del Cerreto) che presentano livelli di

criticità medio elevata per il dislivello e perché nel periodo invernale sono spesso innevati

Fondamentale sarà l'agibilità del reticolo viario minore soprattutto per i mezzi di soccorso in relazione alla ridotta sezione stradale.

- Da Ovest l'autostrada A12 da Genova per Livorno e alcune Statali
(La direttrice da Genova comporta minori problemi di collegamento in quanto esterna alla zona epicentrale e meno interessata dall'innevamento.)

- Da Aulla ci si può collegare come descritto in precedenza.

- Da SUD – l'autostrada A12 Livorno – Genova
(La direttrice da Livorno potrebbe essere interessata da danni alle opere–viadotti- in quanto è necessario verificare se adeguati alla normativa sismica)

Le direttrici di accesso all'area della Garfagnana sono tutte molto più problematiche:

- Da Nord – è la SS 445 che però passa dalla Lunigiana (Comune di Casola L.na) è quindi sarà critica;
- Da Nord –Est vi sono due statali su altrettanti passi appenninici che presentano problemi nel periodo invernale e per probabili danni sulla viabilità per la instabilità dei versanti:
 - a) il primo sul Comune di Sillano (Passo di Pradarena) porta a Piazza Al Serchio
 - b) Il secondo sul comune di Castiglione G.na (Passo delle Radice) porta a Castelnuovo G.na

- Da Ovest vi è una Provinciale sul passo delle Apuane che attraverso la Galleria del Cipollaio porta su Seravezza e la Versilia e attraverso il Passo della Fioba su Massa; ambedue presentano problemi nel periodo invernale e per probabili danni sulla viabilità per la instabilità dei versanti.

- DA Sud attraverso a Media Valle del Serchio vi è un sistema binario (SS 445 e Provinciale) che però ha una strozzatura tra Barga e Castelnuovo G.na
(La Viabilità presenta problemi nel periodo invernale e per probabili danni sulla viabilità per la instabilità dei versanti; a ciò va aggiunto che essendo in area epicentrale sono probabili

danni alle opere).

La nuova strada statale in corso di costruzione progettata secondo la normativa sismica, dovrebbe costituire un percorso privilegiato.

Il sistema viario è fortemente caratterizzato da opere (ponti e viadotti) e da opere di sostegno e regimazione delle acque.

Una valutazione della criticità della rete, anche in relazione a movimenti dei terreni, è possibile se vi sono i dati puntuali relativi alle caratteristiche strutturali di tali opere.

Si ritiene fortemente critico l'accesso dei soccorsi nell'area della Garfagnana e comunque problematico quello della Lunigiana.

Il soccorso e trasporto anche di mezzi, via aerea è aspetto fondamentale e strategico.

Gli elicotteri dovrebbero partire da aree attrezzate da Nord per la Lunigiana e l'alta Garfagnana e da Sud per la Media Valle del Serchio e la Garfagnana.

Oltre all'aeroporto di Tassignano, previsto come eliporto dal DPC nel quadro dell'emergenza sismica, si ritiene di valutare ulteriori possibilità tenendo in considerazione ad esempio anche l'aeroporto di Pisa e Viareggio che però nel periodo invernale potrebbe avere delle limitazioni dovendo superare le Alpi Apuane.

La necessità di assicurare un adeguato supporto aereo è anche dovuto alle caratteristiche del sistema insediativo rappresentato nell'area epicentrale della Garfagnana e Lunigiana da n. 32 comuni e da circa 600 località/centri e un numero elevato di edifici sparsi.

Nell'area è altresì strategico assicurare al più presto aree attrezzate e con piazzole per l'atterraggio di elicotteri sia per il soccorso feriti che per il trasporto materiale ed evacuati.

3.2.2. - Il sistema delle infrastrutture di comunicazione ferroviaria

Le direttrici principali sono assicurate sulla linea tirrenica –Genova/Roma e quella di collegamento tirrenico sulla pianura Padana (Pontremolese).

All'interno dell'area è presente una linea non elettrificata ed a binario unico che collega Lucca con Aulla.

Il sistema viario è fortemente caratterizzato da opere (ponti e viadotti) e da opere di sostegno.

Una valutazione della criticità della rete, anche in relazione a movimenti dei terreni, è possibile se vi sono i dati puntuali relativi alle caratteristiche strutturali di tali opere

3.2.3. - Il sistema ospedaliero

Sono quattro i complessi ospedalieri nell'area: due in Garfagnana e due in Lunigiana.

In relazione alla severità dell'evento sismico atteso è altamente probabile che gli edifici non siano in grado di assicurare il soccorso ai feriti in quanto abbiamo perso la funzionalità anche in relazione a danni di tipo non strutturale.

In merito a danni strutturali si ritiene di

- escludere il collasso delle strutture per l'Ospedale di Barga in quanto sufficientemente lontano dall'area epicentrale e sul quale sono in corso interventi di adeguamento sismico preventivo di cui alla L730/86
- escludere il collasso delle strutture dell'Ospedale di Castelnuovo G.na che seppur in zona epicentrale è stato interessato dagli interventi di adeguamento e miglioramento sismico preventivo di cui alla L730/86
- prevedere il collasso di alcuni edifici nell'Ospedale di Fivizzano in quanto in zona epicentrale e sul quale non sono ancora stati eseguiti gli interventi di adeguamento sismico di cui alla L 730/86 nonostante i progetti ed i relativi finanziamenti siano disponibili da 6 anni. In quest'area è da prevedere un forte concentrazione dei soccorsi con l'afflusso anche di mezzi meccanici per la ricerca dei feriti.
- escludere il collasso delle strutture per l'Ospedale di Pontremoli in quanto sufficientemente lontano dall'area epicentrale

Altri ospedali sono esterni: Massa, Carrara, Viareggio, Lucca. Questi in relazione alla severità dell'evento potranno essere interessati da lievi danni strutturali e danni non

strutturali tali da rendere temporaneamente non funzionali alcune strutture e servizi.

E' probabile che sia necessario trasferire buona parte dei degenti dagli edifici degli ospedali di Castelnuovo G.na e Barga in relazione ai danni non strutturali che hanno fatto perdere di funzionalità le strutture sanitarie.

I feriti sono quindi da trasportare prevalentemente con elicottero su ospedali esterni all'area della Garfagnana e Lunigiana ipotizzando altri capoluoghi della Toscana e della Liguria oltre a quelli che sono stati indicati : Massa, Carrara, Viareggio, Lucca. Anche questi ospedali potranno avere subito danni non strutturali con disagi di un certo livello.

Le stime dei feriti, variabili a seconda delle ipotesi descritte, sono comprese da alcune centinaia ad alcune migliaia, con elevate tipologie di fratture agli arti e di schiacciamento.

Si tratta quindi di operare con tecniche e specializzazioni mediche di pronto soccorso adeguate ed altresì sono strategiche le disponibilità di strumenti diagnostici e sale operatorie.

Il supporto aereo degli elicotteri risulta strategico nelle prime 6-12 ore.

Il supporto di squadre specializzate in ricerca dei dispersi nelle prime 6-12 ore è altresì strategico ed è prevedibile sia necessario su almeno un centinaio di crolli importanti dove dovranno essere concentrati tecnici con mezzi ed attrezzature specifiche.

3.2.4. - Il sistema scolastico

Gli edifici scolastici, di ogni ordine e grado, sono numerosi e collocati spesso nelle varie località del comune. Una parte di questi sono stati adeguati con l'iniziativa di cui alla L 730/86 o L 74/96 a seguito dell'evento sismico del '95, mentre di tutti gli altri si conosce la vulnerabilità valutata nel 1986.

Sugli stessi è in corso una nuova valutazione di vulnerabilità attraverso indagini specifiche sui materiali e sui terreni avviata nel corso del 1999 e che terminerà a cavallo del 2003-

2004 .

Nonostante che l'area sia classificata sismica dal 1927 e che da tale periodo tutte le costruzioni nuove sono state realizzate nel rispetto della normativa sismica, nel corso delle indagini si sono rilevate molte sorprese.

Tali situazioni sono state rilevate nel corso della fase di adeguamento e miglioramento sismico preventivo nella quale si è reso necessario realizzare interventi strutturali consistenti ed impiegare notevoli risorse finanziarie ed a seguito degli interventi di riparazione dei danni del terremoto del '95 in Lunigiana.

Più recentemente, a seguito di un programma regionale avviato nel 1999, in circa otto edifici in cemento armato si sono rilevate carenze strutturali molto gravi per carichi verticali (insufficiente qualità del cemento) e si è dovuto far chiedere alcune scuole ed un municipio.

E' altresì probabile che la prosecuzione delle indagini sulla qualità del cls e le verifiche sismiche che saranno avviate nei prossimi mesi, possano evidenziare anche carenze anche sotto i carichi orizzontali e pertanto sia da procedere ad altre chiusure di edifici.

3.2.5.- Sistema idroelettrico e linee elettriche

In Garfagnana, sono numerose le dighe e gli invasi idroelettrici e le condotte forzate.

Sono presenti altresì le linee elettriche da 380 che trasferiscono energia dal Nord al Centro Sud.

E' necessario riprendere i contatti con la società che gestisce tali impianti per verificare i progressi effettuati nelle valutazioni di sicurezza avviate alcuni anni fa.

3.2.6 - Impianti a rischio di incidente rilevante

Sono presenti solo ad Aulla – deposito di esplosivo – ed a Fosdinovo – deposito di gpl –

INDICE CARTOGRAFIE ALLEGATE

- 1) Terremoti nelle aree della Garfagnana e Lunigiana – Piani quotati CPTI99
- 2) Terremoto del 07.05.1481 – Piano quotato- Intensità MCS (CPTI99)
- 3) Terremoto del 04.11.1545 - Piano quotato- Intensità MCS (CPTI99)
- 4) Terremoto del 14.02.1834 - Piano quotato- Intensità MCS (CPTI99)
- 5) Terremoto del 11.04.1837- Piano quotato- Intensità MCS (CPTI99)
- 6) Terremoto del 07.09.1920 - Piano quotato- Intensità MCS (CPTI99)
- 7) Terremoto del 07.09.1920 - Piano quotato in dettaglio - Intensità MCS (CPTI99)
- 8) Terremoto del 07.09.1920 - Piano quotato con sezioni di censimento - Intensità MCS (CPTI99)
- 9) Viabilità principale e PGA del terremoto del 1920 (per sezioni di censimento)
- 10) Stima dei crolli degli edifici residenziali (per sezioni di censimento)
- 11) Stima dei crolli (%) degli edifici residenziali (per sezioni di censimento)
- 12) Stima dei danni degli edifici residenziali (per sezioni di censimento)
- 13) Stima dei danni (%) degli edifici residenziali (per sezioni di censimento)
- 14) Stima dei feriti su un'aliquota della popolazione presente all'interno degli edifici residenziali al momento dell'evento sismico (per sezioni di censimento)
- 15) Stima dei feriti (%) su un'aliquota della popolazione presente all'interno degli edifici residenziali al momento dell'evento sismico (per sezioni di censimento)
- 16) Stima delle vittime su un 50% della popolazione presente all'interno degli edifici residenziali al momento dell'evento sismico (per sezioni di censimento)
- 17) Stima delle vittime (%) su un 50% della popolazione presente all'interno degli edifici residenziali al momento dell'evento sismico (per sezioni di censimento)