

Qui DPC

Mauro Dolce¹ ■



1. Il monitoraggio sismico del DPC nella sequenza sismica della Lunigiana del giugno-luglio 2013

In due precedenti QuiDPC sono state presentate le reti di monitoraggio sismico del Dipartimento della Protezione Civile, in particolare la Rete Accelerometrica Nazionale (RAN), che effettua il monitoraggio permanente delle accelerazioni indotte al suolo dai terremoti forti (strong motion), e l'Osservatorio Sismico delle Strutture (OSS), per il monitoraggio permanente delle accelerazioni di edifici pubblici e ponti. In questo numero si mostra come queste reti hanno funzionato e quali dati hanno reso disponibili in occasione della sequenza sismica in Lunigiana e Garfagnana, caratterizzata da una scossa principale di M_l 5.2 (Lat: 44.153 Lon: 10.135) del 21 giugno 2013 alle 10:33:57 (UTC), 12:33:57 locali, seguita da molte repliche.

2. Le registrazioni della rete accelerometrica Nazionale del DPC (RAN)

La scossa principale e le principali repliche sono state registrate dal Servizio Monitoraggio sismico del territorio (MOT) del Dipartimento della Protezione Civile (DPC) mediante la Rete Accelerometrica Nazionale (RAN), che ha calcolato i principali parametri di *strong motion* sia della scossa principale, che dei *foreshock* e delle scosse successive. In Tabella 1 sono riportate 2 scosse precedenti, il mainshock ed ulteriori 23 scosse per le quali (fino al 12 luglio) la RAN ha eseguito l'associazione delle registrazioni ad un particolare terremoto, la quale avviene se almeno in 6 stazioni sia ecceduta la soglia di 1 cm/s^2 .

In particolare la scossa principale è stata seguita da quattro repliche con $4.0 \leq M_l \leq 4.5$ tra il 21 e il 30 Giugno. Quindici eventi con magnitudo $M_l \geq 3$, oltre a molti altri eventi di debole intensità, si sono verifi-

Tabella 1 - Eventi sismici registrati dalla RAN in provincia di Massa Carrara dal 15-6 al 12-7-13

RAN recording list					
Origin time (UTC)	Lat (°)	Lon (°)	Depth (km)	M_l	recs
21/06/2013 10:33	44.153	10.135	5.1	5.2	68
21/06/2013 12:12	44.159	10.148	10	4	40
21/06/2013 12:19	44.168	10.12	4.4	3.8	34
21/06/2013 13:36	44.163	10.143	3.2	3	15
21/06/2013 13:58	44.161	10.159	9.6	3.6	35
21/06/2013 14:23	44.155	10.144	8	4	31
21/06/2013 14:56	44.153	10.152	2	3	14
22/06/2013 01:56	44.168	10.217	10.5	3.4	27
23/06/2013 13:13	44.151	10.186	9.7	3.8	39
23/06/2013 15:01	44.176	10.211	9.5	4.4	60
24/06/2013 02:35	44.188	10.205	9.9	3.1	16
26/06/2013 21:14	44.188	10.219	10.4	2.8	13
29/06/2013 09:00	44.15	10.174	5.3	3.4	31
30/06/2013 14:40	44.171	10.205	9.8	4.4	55
30/06/2013 18:18	44.178	10.207	9.5	3.6	35
01/07/2013 11:27	44.175	10.204	7	3	19
01/07/2013 16:56	44.171	10.185	8.1	3.3	28
08/07/2013 23:31	44.152	10.182	6.7	3.5	37
09/07/2013 08:01	44.166	10.17	5.5	2.9	15
09/07/2013 08:30	44.16	10.185	7.4	3.1	22
09/07/2013 08:32	44.171	10.171	5.5	2.4	7
12/07/2013 03:34	44.206	10.108	10.8	3.4	33
12/07/2013 04:56	44.225	10.113	10.2	2.7	8
12/07/2013 04:58	44.219	10.11	10.3	3.3	28

¹ Direttore Generale presso il Dipartimento della Protezione Civile.



cati nella stessa zona dal 21 Giugno al 19 Luglio. Subito dopo la scossa principale, il DPC ha installato ulteriori stazioni per aumentare la copertura di rete nella zona epicentrale, selezionando siti di particolare interesse ai fini di Protezione Civile.

3. Il mainshock: dati strong motion

L'evento principale (Ml 5.2) della sequenza sismica è stato registrato da 68 stazioni RAN, situate a una distanza epicentrale da 9 km fino a circa 300 km (Figura 1).

La stazione RAN più vicina è stata Fivizzano (FVZ), a distanza epicentrale di 9.3 km, che ha registrato il valore massimo di accelerazione oltre i 200 cm/s² (Figura 2).

In automatico le forme d'onda sono rese disponibili e scaricabili per tutte le stazioni che hanno registrato l'evento sul sito <http://www.mot1.it/randownload/>. Per ciascuna stazione sono scaricabili tre file in formato SAC, riferibili a ciascuno dei 3 canali di registrazione: E-W, N-S e verticale. Nell'intestazione del file è indicata la

polarità del segnale. I dati di accelerazione sono riportati in mm/sec², l'unità standard per le forme d'onda di accelerazione in formato SAC. È inoltre disponibile, sia per l'evento principale che per i *foreshock* e gli *aftershock*, la tabella che riassume i principali parametri di strong motion, calcolati dalle forme d'onda registrate per le stazioni "scattate" (v. in Tabella 2 le prime 33 stazioni in un raggio di 100 km, delle 68 totali).

4. La rete temporanea della RAN

In caso di sequenze sismiche il DPC può installare delle stazioni accelerometriche temporanee (Figura 3), in modo da aumentare la densità di strumenti di registrazione in zona epicentrale. La rete temporanea rappresenta un'estensione della RAN, finalizzata a sostenere gli interventi di emergenza da parte delle autorità di Protezione Civile, migliorando la copertura di rete. Nel caso specifico il DPC ha installato 5 stazioni digitali tra il 21 e il 22 di Giugno (Figura 4), presso:

- la centrale termica del Municipio di Minuciano;

Figura 1
Localizzazione delle stazioni permanenti della RAN attivate dall'evento principale.

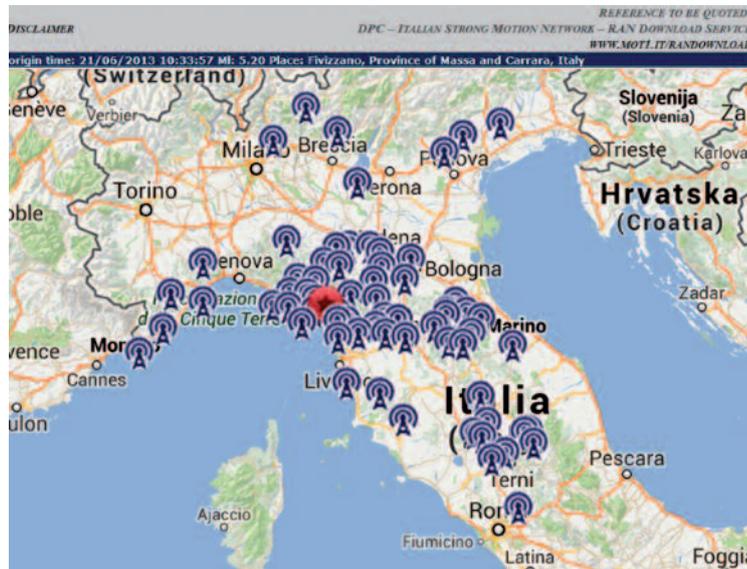


Figura 2
Accelerogramma RAN a Fivizzano - Tempo origine: 21/06/2013 10:33:57 - Ml: 5.20.

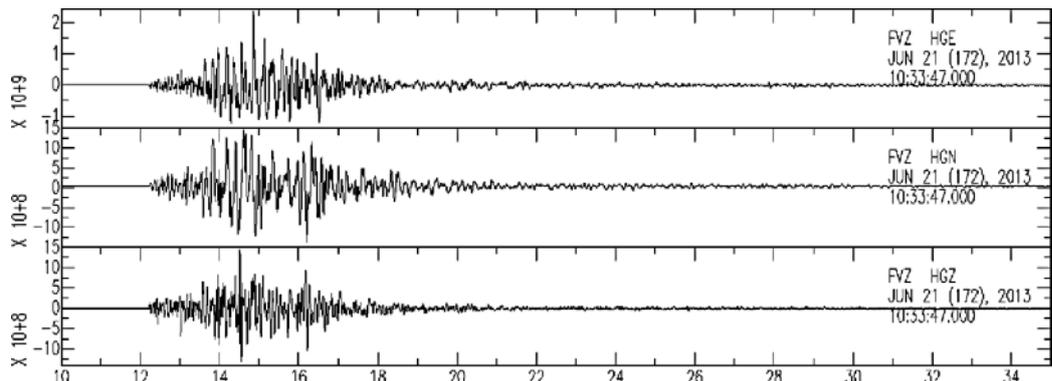


Tabella 2 - Parametri descrittivi della scossa calcolati per le registrazioni RAN da postazioni nel raggio di 100 km

List of parameters				Origin time: 21/06/2013 10:33:57 - MI: 5.20 - Place: 54013, Italy							
Sta	Lat (°)	Lon (°)	Station name	dist km	PGA cm/s ²	PGV cm/s	PSA03 cm/s ²	PSA10 cm/s ²	PSA30 cm/s ²	Arias cm/s	Housner Cm
FVZ	44.2	10.1311	Fivizzano	9.33	243.90	5.49	292.98	33.24	5.39	17.74	18.64
FVZ	44.2	10.1311	Fivizzano	9.33	146.39	5.66	287.09	50.32	3.34	15.68	22.62
FVZ	44.2	10.1311	Fivizzano	9.33	139.44	4.05	115.43	24.46	4.88	7.73	14.08
PZS	44.2	10.2886	Piazza_al_Serchio	12.82	94.09	2.87	100.85	17.75	6.22	3.27	11.83
PZS	44.2	10.2886	Piazza_al_Serchio	12.82	78.56	4.66	95.13	40.57	2.98	2.37	14.94
PZS	44.2	10.2886	Piazza_al_Serchio	12.82	46.74	1.94	65.23	15.19	3.94	1.28	7.18
VGL	44.1	10.2896	Vagli_Paese	13.19	56.24	3.39	220.51	22.17	2.32	3.76	12.01
VGL	44.1	10.2896	Vagli_Paese	13.19	69.17	2.00	90.24	18.05	1.36	2.59	7.84
VGL	44.1	10.2896	Vagli_Paese	13.19	54.62	1.00	43.54	6.43	0.77	1.39	3.65
AUL	44.2	9.9731	Aulla	14.25	26.18	1.51	62.19	15.67	1.17	0.81	6.21
AUL	44.2	9.9731	Aulla	14.25	18.27	1.13	73.78	11.35	1.48	0.47	5.65
AUL	44.2	9.9731	Aulla	14.25	14.89	0.81	43.57	10.38	1.09	0.22	3.47
BGN	44.3	9.9917	Bagnone	21.88	34.83	0.88	21.98	4.26	1.61	0.56	2.98
BGN	44.3	9.9917	Bagnone	21.88	42.19	0.95	38.06	5.44	0.76	1.02	3.68
BGN	44.3	9.9917	Bagnone	21.88	24.00	0.67	22.13	5.83	1.75	0.38	2.76
CNF	44.1	10.4111	Castelnuovo Garfagn.	22.42	18.18	1.14	20.64	12.73	1.51	0.27	4.48
CNF	44.1	10.4111	Castelnuovo Garfagn.	22.42	21.43	0.83	24.84	10.75	1.29	0.28	3.97
CNF	44.1	10.4111	Castelnuovo Garfagn.	22.42	13.94	0.57	10.52	5.69	1.65	0.11	2.14
CME	44	10.3012	Camaiore	25.83	26.96	0.77	44.17	4.44	0.71	0.36	2.78
CME	44	10.3012	Camaiore	25.83	24.90	0.89	44.69	6.48	0.86	0.55	3.17
CME	44	10.3012	Camaiore	25.83	11.12	0.34	20.06	2.24	0.51	0.13	1.58
LSP	44.1	9.8079	La Spezia	27.02	3.56	0.13	6.46	1.55	0.48	0.02	0.68
LSP	44.1	9.8079	La Spezia	27.02	5.18	0.18	5.99	1.67	0.30	0.03	0.78
LSP	44.1	9.8079	La Spezia	27.02	3.95	0.15	5.84	1.48	0.46	0.02	0.85
PNM	44.4	9.8816	Pontremoli	32.31	20.57	0.78	47.68	3.68	1.43	0.34	2.82
PNM	44.4	9.8816	Pontremoli	32.31	10.89	0.51	20.93	3.89	0.47	0.11	1.96
PNM	44.4	9.8816	Pontremoli	32.31	7.47	0.43	11.06	5.17	1.51	0.06	1.87
VLM	44.4	10.4661	Villa_Minuzzo	35.31	54.61	5.07	114.16	55.07	8.07	2.06	17.21
VLM	44.4	10.4661	Villa_Minuzzo	35.31	54.19	4.31	96.90	36.81	7.04	2.03	14.98
VLM	44.4	10.4661	Villa_Minuzzo	35.31	44.14	3.25	105.66	34.26	9.00	0.84	12.51
BGL	44	10.5769	Bagni_Di_Lucca	39.45	10.75	0.62	24.04	4.17	0.54	0.12	2.13
BGL	44	10.5769	Bagni_Di_Lucca	39.45	8.69	0.50	15.88	3.33	1.07	0.10	1.92
BGL	44	10.5769	Bagni_Di_Lucca	39.45	8.21	0.40	18.45	2.98	0.51	0.05	1.49
BRR	44.5	9.9872	Berceto	41.01	19.98	0.67	38.33	6.79	0.87	0.25	2.54
BRR	44.5	9.9872	Berceto	41.01	11.76	0.67	22.45	4.22	2.26	0.15	2.28
BRR	44.5	9.9872	Berceto	41.01	7.38	0.55	19.19	3.45	2.55	0.07	2.07
CAR	44.2	9.6198	Carrodano	42.41	3.68	0.15	7.41	1.26	0.40	0.02	0.59
CAR	44.2	9.6198	Carrodano	42.41	3.55	0.13	5.49	1.80	0.25	0.03	0.66
CAR	44.2	9.6198	Carrodano	42.41	2.70	0.10	3.98	1.39	0.38	0.01	0.49
VRL	44.4	9.6334	Varese_Ligure	48.07	3.19	0.10	3.42	1.02	0.24	0.02	0.45
VRL	44.4	9.6334	Varese_Ligure	48.07	3.42	0.11	3.06	1.96	0.19	0.01	0.49
VRL	44.4	9.6334	Varese_Ligure	48.07	2.21	0.09	2.32	1.53	0.21	0.01	0.45
BVT	44.5	9.7428	Borgo_val_di_Taro	52.31	7.52	0.44	12.33	7.46	1.39	0.07	2.07
BVT	44.5	9.7428	Borgo_val_di_Taro	52.31	7.96	0.42	24.25	10.12	0.88	0.07	2.15
BVT	44.5	9.7428	Borgo_val_di_Taro	52.31	2.45	0.26	7.47	3.69	0.90	0.02	1.31
SMP	44.1	10.8037	S.Marcello Pistoiese	54.48	15.11	0.45	20.30	2.59	1.06	0.15	1.68
SMP	44.1	10.8037	S.Marcello Pistoiese	54.48	10.74	0.47	23.35	5.27	0.55	0.14	2.07
SMP	44.1	10.8037	S.Marcello Pistoiese	54.48	3.40	0.25	8.62	1.78	1.11	0.02	0.86
LNG	44.7	10.3133	Langhirano	57.58	7.06	0.93	17.56	10.27	4.43	0.13	4.51
LNG	44.7	10.3133	Langhirano	57.58	8.57	0.80	22.54	12.06	2.14	0.15	4.01
LNG	44.7	10.3133	Langhirano	57.58	3.90	0.99	12.80	7.84	5.62	0.07	2.93
PVF	44.3	10.8252	Pavullo nel Frignano	58.67	5.13	0.52	18.68	5.57	3.61	0.04	2.39
PVF	44.3	10.8252	Pavullo nel Frignano	58.67	12.43	0.87	34.40	4.82	1.42	0.08	2.86
PVF	44.3	10.8252	Pavullo nel Frignano	58.67	3.19	0.57	10.22	5.11	3.90	0.02	2.05
FRN	44.7	10.1072	Fornovo	59.32	7.40	0.63	20.14	8.02	1.95	0.13	2.80
FRN	44.7	10.1072	Fornovo	59.32	6.95	0.56	25.23	6.78	1.34	0.12	2.77
FRN	44.7	10.1072	Fornovo	59.32	4.43	0.45	9.88	4.81	2.61	0.05	1.73
SEL	44.3	9.403	Sestri_Levante	59.81	3.94	0.11	6.55	1.09	0.29	0.01	0.43
SEL	44.3	9.403	Sestri_Levante	59.81	2.93	0.11	3.42	0.99	0.14	0.01	0.38
SEL	44.3	9.403	Sestri_Levante	59.81	2.57	0.08	2.62	1.16	0.43	0.01	0.36
PRT	44.1	10.926	Porretta Terme	63.34	8.64	0.40	28.80	1.88	1.31	0.06	1.37
PRT	44.1	10.926	Porretta Terme	63.34	7.38	0.29	18.11	2.37	0.25	0.03	1.00
PRT	44.1	10.926	Porretta Terme	63.34	3.23	0.20	8.68	1.83	0.80	0.01	0.69
SSU	44.5	10.7848	Sassuolo	65.04	8.19	0.84	28.49	11.97	1.85	0.22	4.07
SSU	44.5	10.7848	Sassuolo	65.04	9.73	0.89	34.09	13.11	1.75	0.28	4.04
SSU	44.5	10.7848	Sassuolo	65.04	3.51	0.31	13.12	3.08	0.93	0.05	1.60
PIT	44	10.9445	Pistoia	67.3	8.51	0.38	23.71	2.47	0.66	0.11	1.37
PIT	44	10.9445	Pistoia	67.3	8.27	0.31	16.12	2.14	0.35	0.08	1.21
PIT	44	10.9445	Pistoia	67.3	3.63	0.28	7.54	1.51	0.72	0.02	0.94
LVR	43.5	10.4126	Livorno	75.91	1.56	0.12	3.46	1.81	0.11	0.00	0.46
LVR	43.5	10.4126	Livorno	75.91	1.16	0.08	2.47	0.91	0.12	0.00	0.49
LVR	43.5	10.4126	Livorno	75.91	0.83	0.07	1.50	1.03	0.11	0.00	0.34
PAR	44.8	10.2793	Parma	75.97	5.05	0.43	12.93	9.05	2.45	0.04	2.61
PAR	44.8	10.2793	Parma	75.97	5.23	0.85	15.63	11.04	1.65	0.04	3.31
PAR	44.8	10.2793	Parma	75.97	1.31	0.17	2.58	1.82	0.87	0.01	0.92
BRM	44.1	11.1176	Brasimone	78.66	1.65	0.11	2.85	0.95	0.53	0.00	0.39
BRM	44.1	11.1176	Brasimone	78.66	1.96	0.15	5.70	1.24	0.56	0.01	0.61
BRM	44.1	11.1176	Brasimone	78.66	1.10	0.12	3.60	0.98	0.76	0.00	0.42
SRP	44.8	10.4469	Sorbolo	81.17	7.56	1.19	27.18	18.55	4.39	0.18	5.01
SRP	44.8	10.4469	Sorbolo	81.17	9.40	1.11	30.12	18.86	2.71	0.23	5.23
SRP	44.8	10.4469	Sorbolo	81.17	2.07	0.48	4.61	5.37	2.47	0.03	1.88
MDN	44.6	10.8899	Modena	81.38	32.65	3.69	49.34	38.82	2.40	0.96	13.01
MDN	44.6	10.8899	Modena	81.38	47.01	5.12	63.03	59.03	4.27	1.57	18.13
MDN	44.6	10.8899	Modena	81.38	5.53	0.49	8.92	5.12	1.72	0.06	2.31
BRB	44	11.2128	Barberino di Mugello	89.15	6.25	0.30	15.75	3.01	0.58	0.04	1.33
BRB	44	11.2128	Barberino di Mugello	89.15	7.95	0.56	15.68	4.85	0.40	0.06	2.06
BRB	44	11.2128	Barberino di Mugello	89.15	3.48	0.33	11.06	5.80	0.78	0.03	1.30
NVL	44.8	10.7315	Novellara	90.14	5.52	0.83	13.11	15.35	2.02	0.15	3.98
NVL	44.8	10.7315	Novellara	90.14	6.46	0.92	12.67	16.07	2.62	0.13	4.13
NVL	44.8	10.7315	Novellara	90.14	1.31	0.29	3.26	1.69	1.45	0.01	1.17
CRP	44.8	10.8703	Carpi	91.15	13.28	1.57	26.75	19.45	2.53	0.45	6.98
CRP	44.8	10.8703	Carpi	91.15	17.44	2.33	40.01	39.37	2.85	0.56	10.08
CRP	44.8	10.8703	Carpi	91.15	3.21	0.25	7.36	3.95	1.69	0.03	1.29
RVR	44.9	9.5981	Rivergaro	93.77	1.76	0.12	3.17	2.24	1.08	0.01	0.67
RVR	44.9	9.5981	Rivergaro	93.77	0.98	0.13	2.95	2.23	0.56	0.00	0.56
RVR	44.9	9.5981	Rivergaro	93.77	0.97	0.11	1.73	1.19	0.83	0.00	0.52
ZPP	44.5	11.2044	Zola Pedrosa Piana	94.72	9.17	1.13	22.64	26.02	2.91	0.22	5.69
ZPP	44.5	11.2044	Zola Pedrosa Piana	94.72	9.62	1.11	20.22	14.51	1.75	0.18	4.44
ZPP	44.5	11.2044	Zola Pedrosa Piana	94.72	2.84	0.30	6.70	6.34	0.89	0.02	1.52



Figura 3
Stazione accelerometrica
installata a Minucciano.

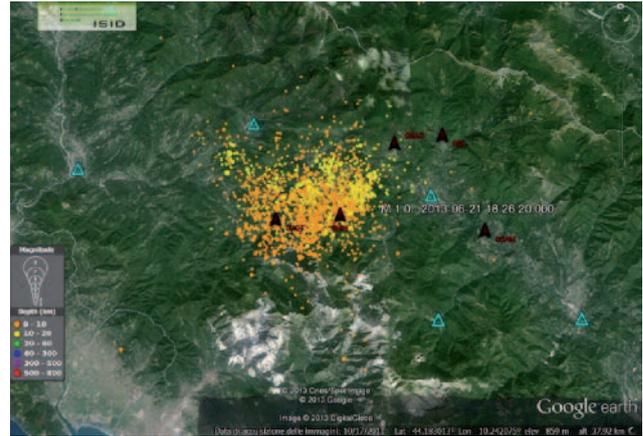


Figura 4
Rete RAN permanente
(triangoli celesti) e
temporanea RAN
(triangoli rossi).

- la centrale termica del Municipio di Sillano;
- il locale caldaia del Centro di Prima Accoglienza di Camporgiano;
- la centrale termica del Municipio di Giuncugnano (in frazione Magliano);
- il Museo Interattivo di Scienze della Terra del Comune di Equi Terme.

Il dispiegamento delle postazioni mobili della RAN è eseguito dall'appaltatore incaricato della manutenzione delle postazioni, sotto la supervisione di esperti del Servizio MOT. Le stazioni temporanee, dotate di modem o router GPRS hanno inviato le registrazioni delle repliche al centro di acquisizione di Roma. Le registrazioni sono integrate automaticamente nel database della RAN, ed anche nelle raccolte di registrazioni scaricabili sul sito web sopracitato sono presenti le registrazioni relative alle stazioni temporanee (riconoscibili dalla presenza di un carattere "0" nella sigla identificativa).

5. Le registrazioni dell'osservatorio sismico delle strutture del DPC (OSS)

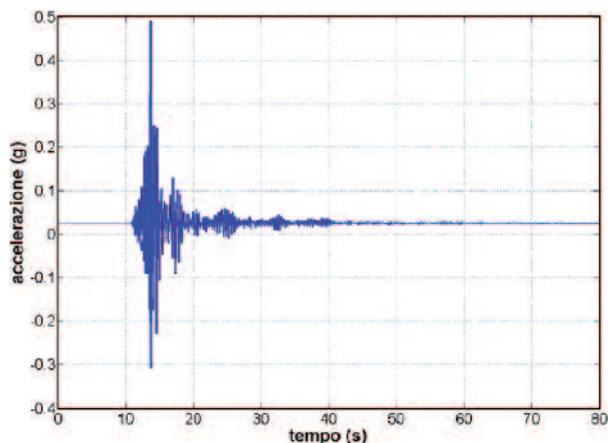
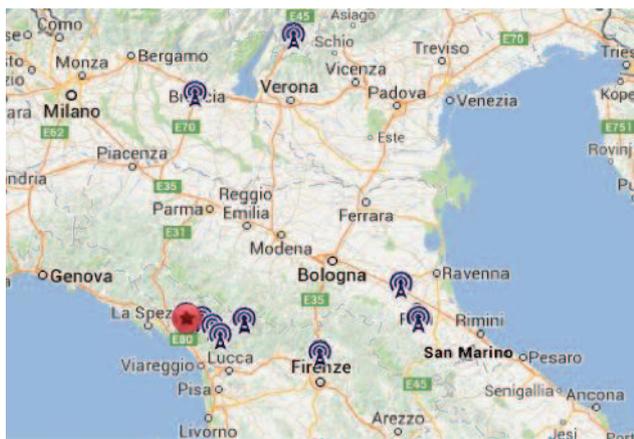
Il DPC monitora in permanenza con una rete nazionale la risposta sismica di 141 strutture di

proprietà pubblica (Osservatorio Sismico delle Strutture – OSS), di cui 7 nella sola area della Garfagnana e della Lunigiana. Oltre alla scossa principale, l'OSS ha registrato altre 25 repliche successive, per un totale di 148 registrazioni provenienti da 13 differenti edifici.

In particolare la scossa principale è stata registrata da ben 11 sistemi di monitoraggio (Figura 5), relativi a costruzioni di diverse tipologie strutturali. I sistemi più vicini all'epicentro risultano essere la Chiesa di S. Caterina a Collegnago frazione di Fivizzano (MS) e l'Ospedale Civile "S. Antonio Abate" di Fivizzano (MS) entrambi entro i 10 km dall'epicentro. Più lontani, ma entro i 22 km, risultano il Municipio di Giuncugnano (LU), il Municipio di San Romano in Garfagnana (LU) e l'Ospedale Regionale "S. Croce" di Castelnuovo di Garfagnana (LU) (Tabella 3). Automaticamente i dati di ogni registrazione affluiscono via ADSL al server centrale dell'OSS, dove sono elaborati in modo da stimare l'entità dello scuotimento e i principali parametri di risposta della struttura al sisma, e da cui vengono pubblicati insieme ai risultati delle elaborazioni all'indirizzo web: <http://www.mot1.it/ossdownload/>

Tabella 3 - Caratteristiche dei sistemi interessati dalla scossa principale e loro distanza epicentrale

Sigla	Nome	Regione	Prov.	Comune	Tipologia	Distanza epicentrale (km)
12OFI	Osp. Civile "S. Antonio Abate"	Toscana	Massa - Carrara	Fivizzano	Edificio in c.a.	10
01CCO	Chiesa S. Caterina a Collegnago	Toscana	Massa - Carrara	Fivizzano	Edificio Monumentale	10
18MGI	Municipio di Giuncugnano	Toscana	Lucca	Giuncugnano	Edificio in muratura	12
19MSR	Municipio di S. Romano	Toscana	Lucca	S. Romano Garfagnana	Edificio in muratura	17
10OCA	Osp. Regionale "S. Croce" - Pad. Radiologia	Toscana	Lucca	Castelnuovo Garfagnana	Edificio in c.a.	22
22PPO	Poliambulatorio	Emilia - Romagna	Modena	Pievepelago	Edificio in muratura	38
21SBM	Scuola Com. "L. De Medici"	Toscana	Firenze	Barberino di Mugello	Edificio in c.a.	89
04ALU	Asilo Nido	Emilia - Romagna	Ravenna	Lugo di Romagna	Edificio in c.a.	144
06APF	Asilo Nido "Piccolo Blu"	Emilia - Romagna	Forlì - Cesena	Forlì	Edificio in c.a.	152
BC067	Caserna Polizia Locale "F. Danesi"	Lombardia	Brescia	Brescia	Edificio misto in muratura - c.a.	155
BC064	Scuola media "A. De Gasperi"	Trentino-Alto Adige	Trento	Rovereto	Edificio in muratura	205



Nel caso dell'evento del 21 giugno, per ogni sistema sono stati quindi calcolate le accelerazioni massime al suolo e sulla struttura nelle diverse direzioni (PGA e PSA), il fattore di amplificazione dinamica (F_{ad} , rapporto tra PSA e PGA nella medesima direzione) e i valori di *drift d'interpiano* (rapporto tra lo spostamento relativo di piano e l'altezza del piano stesso) (Tabella 4).

In particolare nella Chiesa di Collegnago è stato misurato a terra un picco di quasi 0.3 g (essendo $g = 9.81 \text{ m/s}^2$), massimo valore finora registrato dall'OSS, mentre i sensori

posizionati sulle facciate hanno superato il valore di fondo scala pari a 1 g e quelli sul campanile hanno registrato un'accelerazione massima di 0.490 g (Figura 6). Con riferimento alla Tabella 4, confrontando i valori sperimentali dei drift dell'ultima colonna con valori limite di letteratura per le diverse tipologie (Tabella 5), si ottiene una stima preliminare del danno subito; risultano danni lievi nella Chiesa di S. Caterina a Collegnago di Fivizzano e nel Municipio di Giuncugnano, mentre per i restanti 9 edifici le elaborazioni portano ad escludere danni strutturali.

Figura 5 Localizzazione dei sistemi di monitoraggio dell'OSS attivati dalla scossa principale del 21/06/2013.

Figura 6 Accelerogramma registrato sul campanile della Chiesa di S. Caterina a Collegnago fraz. di Fivizzano (MS).

Tabella 4 - Principali parametri di risposta strutturale al sisma principale del 21/06/2013 ($g = 9.81 \text{ m/s}^2$)

Sigla	Tipologia	PGA_X (g)	PGA_Y (g)	PGA_Z (g)	PSA_X (g)	PSA_Y (g)	Fad_X	Fad_Y	Drift max (x 1000)
12OFI	Edificio in c.a.	0.119	0.133	0.199	0.353	0.373	2.97	2.81	3.28
01CCO	Edificio monumentale	0.233	0.283	0.157	0.995	1.015	4.27	3.59	4.04
18MGI	Edificio in muratura	0.270	0.166	0.145	0.679	0.843	2.51	5.07	4.06
19MSR	Edificio in muratura	0.071	0.078	0.040	0.305	0.343	4.32	4.40	1.33
10OCA	Edificio in c.a.	0.013	0.025	0.011	0.110	0.127	8.19	5.08	0.83
22PPO	Edificio in muratura	0.031	0.018	0.011	0.083	0.082	2.72	4.43	0.40
21SBM	Edificio in c.a.	0.001	0.001	0.001	0.014	0.007	12.70	5.38	0.07
04ALU	Edificio in c.a.	0.001	0.001	0.001	0.002	0.002	1.44	1.30	0.24
06APF	Edificio in c.a.	0.001	0.001	0.001	0.002	0.004	1.72	4.10	0.18
BC067	Edificio misto in muratura - c.a.	0.000	0.000	0.000	0.001	0.002	3.07	10.32	0.13
BC064	Edificio in muratura	0.002	0.002	0.001	0.003	0.005	1.85	3.18	0.17

Tabella 5 - Indici di danno da letteratura

Livelli di danno	Edifici in c.a.	Edifici in muratura
Nessun danno	$0 \leq \text{Drift max} < 5$	$0 \leq \text{Drift max} < 2$
Danno lieve	$5 \leq \text{Drift max} < 9$	$2 \leq \text{Drift max} < 4.5$
Danno moderato	$9 \leq \text{Drift max} < 15$	$4.5 \leq \text{Drift max} < 8$
Danno grave	$15 < \text{Drift max}$	$8 < \text{Drift max}$

6. Attività del servizio MOT in area epicentrale: l'unità tecnica esterna

Il giorno seguente la scossa principale il Servizio MOT ha inviato in Lunigiana e Garfagnana un'Unità Tecnica Esterna (UTE) mista per RAN ed OSS, con il compito da un lato di supervisionare l'installazione delle stazioni temporanee della RAN, dall'altro di eseguire dei sopralluoghi agli edifici della rete OSS interessati del sisma. Le visite hanno confermato le stime preliminari: vengono infatti riscontrati lievi danni solo alla Chiesa di Collegnago e al Municipio di Giuncugnano. Nella Chiesa di Collegnago si osservano alcune lesioni all'interno delle volte e nelle imposte (Figura 7), nonché la caduta di calcinacci con piccole crepe sull'intonaco affrescato (Figura 8). Il municipio di Giuncugnano, sottoposto verso la fine degli anni '90 a miglioramento sismico con solette armate sull'orditura in legno dei solai e cordolo di coronamento, è composto da un corpo principale in muratura e da un piccolo ampliamento in c.a. I danni riscontrati nella

parte in muratura consistono esclusivamente nella rottura di alcune pannelle del tetto (Figura 9), mentre la parte in c.a. presenta lesioni nei tramezzi e lievi distacchi tra questi ultimi e il telaio in c.a. (Figura 10).

L'edificio dell'OSS più vicino all'epicentro (6 km) e che ha subito i maggiori danni è il Municipio di Casola in Lunigiana: un edificio in c.a. adeguato sismicamente circa 15 anni fa. Per questo edificio non sono disponibili i dati relativi alla scossa principale a causa di un guasto tecnico alla centralina di acquisizione. Il sistema è stato però immediatamente riattivato dalla squadra UTE registrando così tutte le repliche successive. Il sopralluogo ha evidenziato la presenza di significative lesioni agli elementi non strutturali (Figura 11). L'esame comparato di registrazioni sismiche precedenti con quelle delle repliche registrate dell'evento del 21 giugno ha permesso di evidenziare una sensibile diminuzione di rigidità della struttura, imputabile al ridotto contributo delle tamponature danneggiate.

Figura 7
Lesioni all'interno delle volte
nella Chiesa di S. Caterina
a Collegnago, frazione di
Fivizzano (MS).



Figura 8
Caduta di calcinacci con
piccole crepe sull'intonaco
nella Chiesa di S. Caterina
a Collegnago di Fivizzano
(MS).



Figura 9
Rottura pannelle del tetto
(Municipio di
Giuncugnano).



Figura 10
Lievi distacchi tra i tramezzi
e il telaio in c.a. nel
Municipio di Giuncugnano
(LU).



Figura 11
Lesioni agli elementi non
strutturali nel Municipio di
Casola in Lunigiana (MS).

