

Rapporti tecnici INGV

Il database della
pericolosità sismica in Italia

132



Istituto Nazionale di
Geofisica e Vulcanologia

Direttore

Enzo Boschi

Editorial Board

Raffaele Azzaro (CT)

Sara Barsotti (PI)

Mario Castellano (NA)

Viviana Castelli (BO)

Anna Grazia Chiodetti (AC)

Rosa Anna Corsaro (CT)

Luigi Cucci (RM1)

Mauro Di Vito (NA)

Marcello Liotta (PA)

Lucia Margheriti (CNT)

Simona Masina (BO)

Nicola Pagliuca (RM1)

Salvatore Stramondo (CNT)

Andrea Tertulliani - coordinatore (RM1)

Aldo Winkler (RM2)

Gaetano Zonno (MI)

Segreteria di Redazione

Francesca Di Stefano - coordinatore

Tel. +39 06 51860068

Fax +39 06 36915617

Rossella Celi

Tel. +39 06 51860055

Fax +39 06 36915617

redazionecen@ingv.it



Rapporti tecnici INGV

IL DATABASE DELLA PERICOLOSITÀ SISMICA IN ITALIA

Francesco Martinelli e Carlo Meletti

INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione Milano - Pavia)

132

Indice

Introduzione.....	5
1 Il Database	5
1.1 Tipi di dati	5
1.2 Le tabelle	6
1.2.1 Tabelle utilizzate per fornire riferimenti geografico-amministrativi	6
1.2.1.1 Aree_geografiche.....	6
1.2.1.2 Località.....	7
1.2.2 Tabelle utilizzate per fornire i valori di Pga ed Sa.....	9
1.2.2.1 Campi presenti in tutte le tabelle di Pga ed Sa	11
1.2.2.2 Campi specifici della tabella pgagrid	12
1.2.2.3 Le tabelle Sa.....	12
1.2.3 Le tabelle per i dati di disaggregazione	12
1.2.3.1 Punti_grid.....	13
1.2.3.2 Disaggregati_grid	13
1.2.3.3 Medie_disaggregati_grid	14
Bibliografia.....	15

Introduzione

Nel periodo dal 2003 al 2007 due iniziative successive hanno portato alla realizzazione di stime aggiornate della pericolosità sismica in Italia: si tratta di progetti coordinati dall'INGV nell'ambito della convenzione quadro con il Dipartimento della Protezione Civile. Il primo progetto, sviluppato tra il 2003 e il 2004, ha portato alla realizzazione della mappa di riferimento della pericolosità sismica in Italia (MPS04; Gruppo di Lavoro MPS, 2004), il secondo ha portato al rilascio di ulteriori parametri, quali le accelerazioni spettrali, stime per diverse probabilità di eccedenza in 50 anni, disaggregazione, ecc.

La documentazione di queste attività è accessibile nei due siti web dedicati ai progetti, coordinati dalla Sezione di Milano-Pavia dell'INGV: rispettivamente <http://zonesismiche.mi.ingv.it> e <http://esse1.mi.ingv.it>, a cui si rimanda.

Per permettere una facile fruizione di tali dati è stata sviluppata un'applicazione specifica, con interfaccia webgis, descritta in (Martinelli e Meletti, 2008) ed accessibile all'indirizzo esse1-gis.mi.ingv.it.

La mole di dati prodotti (oltre 130 milioni di parametri relativi ad oltre 58.000 punti) ha reso indispensabile la creazione di un database opportunamente strutturato in modo da poterli utilizzare adeguatamente all'interno dell'applicazione stessa.

L'applicazione utilizza il database per produrre, oltre ai dati di pericolosità in forma tabellare e grafica, anche mappe tematiche di pericolosità. In particolare le mappe vengono prodotte "al volo" dalla libreria MapServer (<http://mapserver.org/>) con interrogazioni al database per i dati cartografici, ovvero per quanto riguarda i confini, il posizionamento dei nomi dei comuni e quello dei valori di pericolosità sulla mappa, quindi con un notevole scambio di dati.

In questo rapporto si presenta l'organizzazione del database della pericolosità sismica in Italia (2004-2008), sulla base del quale sono state elaborate anche le Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC 2008).

1 Il Database

Il database è stato pensato per avere prestazioni ottime per quanto riguarda le interrogazioni, talvolta anche a scapito di altre caratteristiche, quali ad esempio la duplicazione dei dati, mentre non sono state tenute in considerazione operazioni di modifica, in quanto previste solo a fronte di importanti aggiornamenti, e non durante la normale operatività. In questo contesto le interrogazioni sono tipicamente dirette ad una singola tabella, e non si è sentita la necessità della presenza di viste, o di stored procedure.

Il database management system scelto è PostgreSQL (<http://www.postgresql.org>), che permette di gestire anche dati di tipo geografico secondo lo standard OGC (Open Geospatial Consortium; <http://www.opengeospatial.org/standards>) attraverso l'estensione PostGis, oltre ad essere uno strumento Open Source e aderire agli standard SQL (Structured Query Language; ISO/IEC 9075: "Database Language SQL").

Il database è stato sviluppato su PC con sistema operativo Windows XP, e successivamente esportato su un server dedicato con sistema operativo Linux.

1.1 Tipi di dati

All'interno del database sono stati utilizzati solo i seguenti tipi di dati, di cui si danno le definizioni:

- `smallint` – definito dallo standard SQL, contiene un numero intero compreso fra -32768 e +32767
- `integer` – definito dallo standard SQL, contiene un numero intero compreso fra -2147483648 e 2147483647
- `double` – implementazione dello standard IEEE 754 (IEEE 754; http://ieeexplore.ieee.org/xpl/freeabs_all.jsp?arnumber=30711) "IEEE standard for Binary Floating-Point Arithmetic" con un range compreso tra circa $1E-307$ ed $1E+308$, ed una precisione di almeno 15 cifre
- `varchar(n)` – tipo di carattere definito dallo standard SQL per contenere stringhe di al massimo `n` caratteri
- `geometry` – tipo di dato definito dallo standard OGC per rappresentare un dato spaziale ed utilizzato in questo contesto per rappresentare dati georeferenziati.

L'applicazione per la quale è stato sviluppato il database fa uso di coordinate metriche per la visualizzazione delle mappe.

A tale scopo in tutti i campi di tipo **geometry** le informazioni geografiche sono state caricate in **coordinate metriche** (WGS84 – UTM32N), evitando così pesanti elaborazioni al momento della richiesta dei dati.

Inoltre sono stati mantenuti, dove necessario, i campi di **latitudine** e **longitudine** (in gradi decimali), per evitarne il relativo calcolo al momento di presentare l'informazione all'utente.

1.2 Le tabelle

L'applicazione per la quale è stato creato il database utilizza solo alcune delle informazioni presenti, altre sono state aggiunte per eventuali futuri sviluppi, o per ragioni storiche.

I campi non utilizzati dall'applicazione sono riportati in corsivo.

Nel seguito le tabelle sono state descritte suddividendole in tre gruppi, in funzione del loro utilizzo:

- tabelle per la realizzazione delle mappe tematiche contenenti i dati amministrativi
- tabelle per i valori di pericolosità presentati sulle mappe tematiche (Pga ed Sa)
- tabelle per i valori di disaggregazione

1.2.1 Tabelle utilizzate per fornire riferimenti geografico-amministrativi

La seguente figura descrive le tabelle che contengono i riferimenti geografici:

Figura 1.1 Tabelle contenenti i riferimenti geografico-amministrativi.

1.2.1.1 Aree geografiche

La tabella definisce una serie di multi-poligoni relativi ad aree amministrative, ed è utilizzata esclusivamente per la generazione delle mappe da parte di MapServer (da notare che i filtri di visualizzazione non sono forniti dall'utente, ma definiti in automatico all'interno dell'applicazione).

La tabella include anche informazioni sugli attributi dell'area, che non sono sempre valorizzati, ad esempio il codice di una provincia non è presente nel record che definisce una regione.

Nome	Tipo	Descrizione
gid	integer not null – primary key	Identificativo univoco interno
<i>cod_prov</i>	varchar(4)	Codice numerico della provincia
<i>cod_regione</i>	varchar(4)	Codice numerico della regione
<i>sigla_prov</i>	varchar(2)	Sigla della provincia
the_geom	geometry	Descrizione dell'area (eventualmente formata anche di più poligoni)
<i>provincia</i>	varchar(25)	Nome della provincia in cui si trova l'area
<i>regione</i>	varchar(25)	Nome della regione in cui si trova l'area
<i>comune</i>	varchar(55)	Nome del comune dell'area
<i>istat2001</i>	varchar(12)	Codice Istat 2001 del comune
tipo_area	smallint	Numero che esprime il tipo di area rappresentata. In particolare sono stati utilizzati i seguenti valori:

Nome	Tipo	Descrizione
		0 – regioni 1 – province 2 – comuni 3 – Italia 4 – altri stati europei 5 – mare 6 – continenti Viene utilizzato per selezionare le aree da visualizzare e le loro caratteristiche di visualizzazione (colore, spessore delle linee di confine)

Attualmente la tabella contiene dati relativi a tutto il mondo, ma con livelli di dettaglio differenti.

In particolare per l'Italia sono presenti tutte le aree amministrative: comunali, provinciali, regionali. La fonte di questi dati è la copertura messa a punto in occasione del censimento del 2001. Poiché ogni anno si modifica il numero e l'aggregazione dei comuni italiani (nascono, si estinguono, si fondono, si scindono, nascono nuove province, ecc.), si è ritenuto di attendere il rilascio della copertura aggiornata per il prossimo censimento per inserirla nel database.

Per l'Europa sono presenti le aree di ciascuna nazione, mentre per il resto del mondo sono presenti solo i confini continentali.

È possibile estendere i contenuti di dettaglio ad altre aree geografiche, ed in tal caso sarebbe opportuno utilizzare altri identificativi per il campo **tipo_area**, in modo da renderli facilmente selezionabili dalle applicazioni.

1.2.1.2 Località

Definisce i punti delle coordinate del capoluogo di ciascuna area amministrativa. È utilizzata sia per fornire le indicazioni testuali sulle mappe (nomi dei comuni e sigle delle province) sia per fornire le informazioni testuali nei report.

La tabella è specifica per l'Italia ed ospita solo informazioni relative a tutti i comuni italiani. Potrebbe essere estesa ad altre regioni (non italiane) identificando campi alternativi ad **istat2001** come chiavi alternative.

Nome	Tipo	Descrizione
<i>gid</i>	integer not null – primary key	Identificativo univoco interno
<i>istat2001</i>	varchar(12)	Codice Istat 2001 del comune. Utilizzato come chiave nella selezione dei comuni da parte dell'utente.
<i>denom</i>	varchar(32)	Denominazione dell'area con l'utilizzo di caratteri non ASCII, in particolare lettere accentate non visualizzabili direttamente su una pagina HTML. Vedi il campo denom_2
<i>prov</i>	varchar(4)	Codice numerico della provincia
<i>class1984</i>	integer	Classificazione sismica del comune nel 1984
<i>class1998</i>	integer	Classificazione sismica comune nel 1998
<i>class2003</i>	integer	Classificazione sismica comune nel 2003
<i>zone2003re</i>	double	Classificazione sismica dei

Nome	Tipo	Descrizione
		comuni secondo l'ordinanza 3274 del 2003 e poi aggiornata dalle regioni
<i>longitudine</i>	double	Longitudine delle coordinate del capoluogo
<i>latitudine</i>	double	Latitudine delle coordinate del capoluogo
<i>the_geom</i>	geometry	Descrizione delle coordinate del capoluogo. Viene utilizzata per visualizzare i capoluoghi e le rispettive denominazioni.
<i>tipo_localita</i>	smallint	Numero che esprime il tipo di località rappresentata. In particolare sono stati utilizzati i seguenti valori: 0 – capoluogo comunale 1 – capoluogo provinciale 2 – capoluogo regionale 3 – capitali Viene utilizzato per selezionare i centri e gli identificativi da visualizzare ed il relativo stile
<i>sigla_prov</i>	varchar(2)	Sigla della provincia. Viene utilizzato sia per la presentazione nelle mappe che accanto al nome del comune nelle selezioni.
<i>cod_prov</i>	varchar(4)	Codice numerico della provincia
<i>cod_regione</i>	varchar(5)	Codice numerico della regione
<i>provincia</i>	varchar(25)	Nome esteso della provincia in cui si trova l'area
<i>regione</i>	varchar(25)	Nome esteso della regione in cui si trova l'area
<i>denom_2</i>	varchar(35)	Denominazione dell'area con l'utilizzo di caratteri visualizzabili direttamente su una pagina HTML, ad es. " Scorz&egrave " per visualizzare " Scorzè ".
<i>the_geom_4022</i>	geometry	Campo non utilizzato. Storicamente un'idea di memorizzare anche la geometria con coordinate geografiche con sferoide internazionale del 1924.

Nota: la presenza del campo *denom_2* è derivata da problemi durante il caricamento dei dati nel campo *denom*, in quanto questi erano in una codifica particolare.

Successivamente sono stati copiati i valori del campo *denom*, nel nuovo campo *denom_2*, e poi modificati, permettendo così di ripetere l'operazione in caso di errori, senza dover ricaricare la tabella.

Il campo *denom* è quindi attualmente mantenuto solo per ragioni storiche.

Nota: non c'è alcuna relazione esplicita fra le due tabelle *aree_geografiche* e *localita*.

Il campo *istat2001*, dove questo sia possibile, può essere un collegamento fra le due tabelle.

1.2.2 Tabelle utilizzate per fornire i valori di Pga ed Sa

I dati contenuti nelle tabelle mostrate in

Figura 1.2 sono utilizzati per produrre mappe tematiche, grafici e dati tabellari dei valori di Pga ed Sa (Montaldo et al., 2007, Meletti et al., 2007, Stucchi et al., 2007)

Tutte le tabelle contengono informazioni relative agli stessi punti della griglia.

Sebbene sia concettualmente possibile avere un'unica tabella con tutti i dati di Pga ed Sa, il numero di campi renderebbe la tabella poco gestibile da un punto di vista operativo, per cui è stato deciso di suddividere le informazioni in più tabelle.

Da un punto di vista di normalizzazione della base di dati (ovvero non ripetizione dei dati non chiave in tabelle figlie) sarebbe stato appropriato avere:

- una tabella padre contenente le caratteristiche comuni dei punti della griglia, in particolare l'identificativo, le coordinate, ed altri attributi comuni;
- alcune tabelle figlie contenenti l'identificativo della tabella padre, necessario in quanto chiave esterna, mancanti degli attributi comuni, e contenenti i valori di Pga ed i valori di Sa.

Sono state fatte le seguenti considerazioni:

- la base di dati utilizzata è particolare, in quanto non soggetta a modifiche;
- sono ben definite le interrogazioni che si andranno ad effettuare;
- l'obiettivo dell'applicazione è quello di avere elevate prestazioni, quindi tempi minimi di risposta e minimo utilizzo delle risorse dinamiche.

In tale ambiente avere un database normalizzato non è un'esigenza prioritaria, mentre è stato valutato che potesse avere un impatto negativo il lavoro di join fatto dal server del DB: ogni richiesta dell'utente comporta svariate interrogazioni alle tabelle in questione, provenienti sia dal codice sviluppato per varie operazioni di selezione, sia da MapServer per creare le mappe.

Tenendo presenti tali valutazioni, è stato deciso di riunire i dati relativi a Pga in una tabella, mentre per i dati relativi ad Sa è stata creata una tabella per ogni periodo di ritorno (corrispondente ad una diversa probabilità di eccedenza in cinquanta anni) raggruppando in ogni tabella i valori per i dieci periodi spettrali ed i relativi tre percentili.

Nota: Nelle tabelle sono presenti tutti i punti della griglia per i quali è stata eseguita la stima di pericolosità sismica (58.164).

Le applicazioni finora sviluppate forniscono le informazioni relative a solo 17.602 punti, ovvero le informazioni pubblicate (vedi campo **rid** delle varie tabelle): sono stati esclusi i punti che ricadono in territorio straniero, quelli in zone di mare molto distanti dalla terraferma.

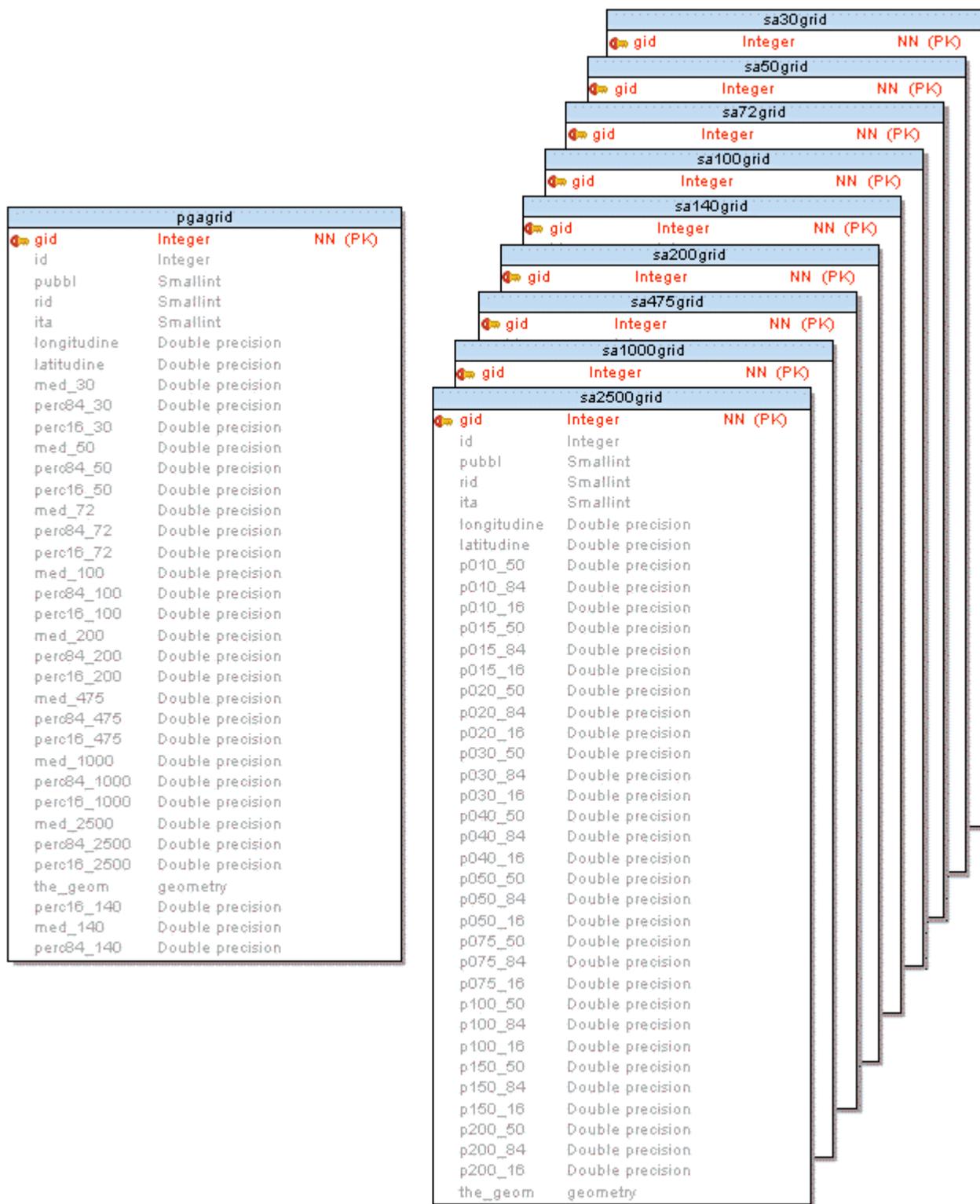


Figura 1.2 Tabelle utilizzate per fornire i valori di Pga ed Sa.

1.2.2.1 Campi presenti in tutte le tabelle di Pga ed Sa

Nota: tutti i campi di questo elenco, anche dove formalmente ammettano valori null, devono essere sempre valorizzati.

Nome	Tipo	Descrizione
gid	integer not null – primary key	Identificativo univoco interno (identificativo assegnato dal sistema al momento del caricamento dei dati e non utilizzabile come chiave esterna)
id	integer	Identificativo univoco del punto della griglia. Il campo è la chiave alternativa alla tabella. Viene utilizzato per selezionare il punto su cui restituire dei report all'utente.
<i>pubbl</i>	integer	Flag che indica se i valori del punto della griglia sono stati riportati in gazzetta ufficiale 3519/2006. Il valore 1 indica che il valore è in ordinanza, altrimenti 0.
rid	integer	Numero che esprime il tipo di informazione presente sul nodo. I possibili valori sono: 0 – valori non pubblicati, che non sono visibili tramite l'applicazione; 1 – sono presenti tutti i valori; 2 – punti relativi alla Sardegna ed altre isole, per cui sono presenti solo alcuni valori; 3 – punti relativi alle isole Panarea e Stromboli, per i quali sono presenti solo alcuni valori (diversi dai precedenti). L'applicazione utilizza il campo per determinare se il punto della griglia è visualizzabile, ovvero se è pubblicato e contiene i valori per i quali l'utente ha richiesto la mappa
ita	integer	Flag che indica se il punto è in terra ed in Italia (valorizzato ad 1, altrimenti a 0)
longitudine	double	Longitudine del punto. Utilizzata dal programma per restituire informazioni sulle coordinate del punto selezionato.
latitudine	double	Latitudine del punto. Utilizzata dal programma per restituire informazioni sulle coordinate del punto selezionato.

Nome	Tipo	Descrizione
the_geom	geometry	Descrizione del punto della griglia. Viene utilizzata per visualizzare i punti della griglia sulla mappa.

1.2.2.2 Campi specifici della tabella pgagrid

La tabella contiene ventisette campi specifici, relativi a nove probabilità per tre percentili, con tipo di dato double.

I nomi dei campi seguono uno schema ripetitivo: per ciascuna delle nove probabilità abbiamo tre campi, con i seguenti nomi, dove ad “XX” va sostituito il numero relativo alla probabilità in 50 anni (ovvero uno dei seguenti valori – 30, 50, 72, 100, 140, 200, 475, 1000, 2500):

Nome	Tipo	Descrizione
perc16_XX	double	16° percentile
med_XX	double	50° percentile (o mediana)
perc84_XX	double	84° percentile

1.2.2.3 Le tabelle Sa

Ci sono nove tabelle per i valori di Sa, una per ciascuna probabilità in 50 anni.

Tutte le tabelle contengono gli stessi campi, ed il nome delle tabelle è saXXgrid, dove ad “XX” va sostituito il numero relativo alla probabilità in 50 anni (ovvero uno dei seguenti valori – 30, 50, 72, 100, 140, 200, 475, 1000, 2500).

Ogni tabella contiene trenta campi specifici, tre percentili per ciascuno dei dieci periodi spettrali.

I nomi dei campi sono i seguenti, dove ad “NNN” deve essere sostituito il valore del periodo spettrale su tre cifre (ovvero uno dei seguenti – 010, 015, 020, 030, 040, 050, 075, 100, 150, 200 – dove il numero diviso per 100 indica il periodo spettrale in secondi):

Nome	Tipo	Descrizione
pNNN_16	double	16° percentile
pNNN_50	double	50° percentile
pNNN_84	double	84° percentile

1.2.3 Le tabelle per i dati di disaggregazione

Il modello per i dati relativi alla disaggregazione è stato analizzato separatamente: questi dati non sono utilizzati per produrre mappe (che necessitano di un certo numero di interrogazioni geografiche da parte dell'applicazione e delle librerie di MapServer), ma solo per specifiche richieste utente che visualizzano un grafico.

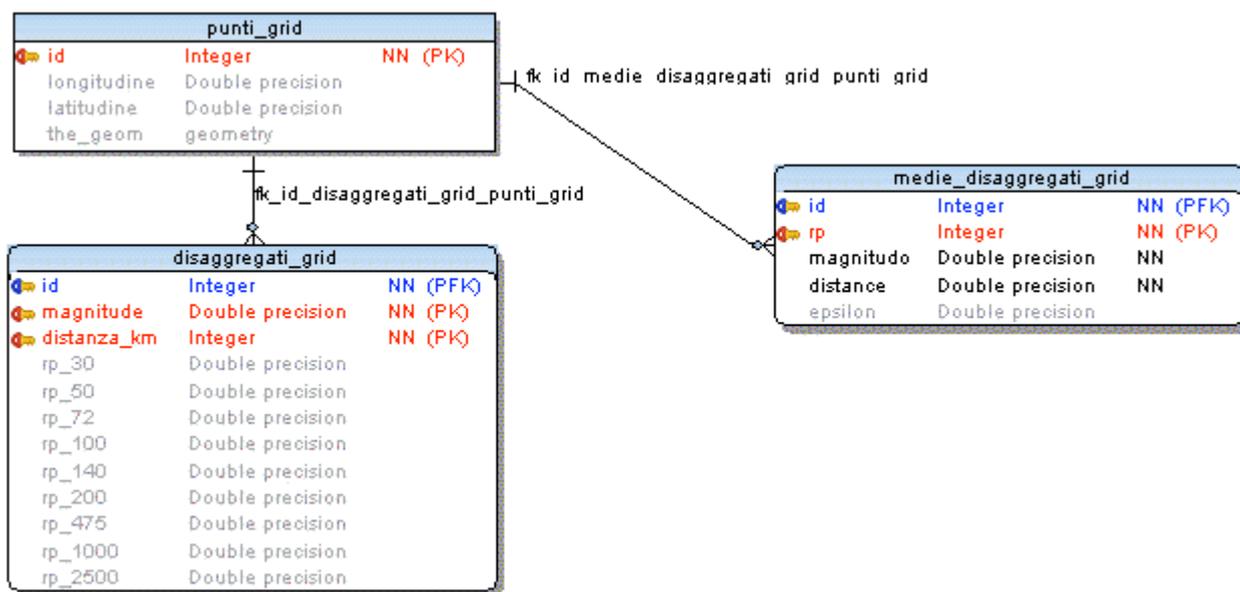


Figura 1.3 Tabelle utilizzate per la disaggregazione.

1.2.3.1 Punti_grid

Tabella contenente le coordinate dei punti su cui sono state fatte le valutazioni di disaggregazione.

Nome	Tipo	Descrizione
id	integer not null – primary key	Chiave della tabella, ed identificativo univoco del punto della griglia (corrispondente all'identificativo utilizzato per le tabelle di Pga ed Sa). Viene utilizzato nelle tabelle figlie per selezionare il punto su cui restituire dei report all'utente.
latitudine	double	Latitudine del punto. Utilizzata dal programma per restituire informazioni sulle coordinate del punto selezionato.
longitudine	double	Longitudine del punto. Utilizzata dal programma per restituire informazioni sulle coordinate del punto selezionato.
the_geom	geometry	Descrizione del punto della griglia.

1.2.3.2 Disaggregati_grid

La tabella contiene i dati di disaggregazione effettuata per i soli valori di Pga (Spallarossa e Barani, 2007).

Un record della tabella contiene le informazioni di disaggregazione relative ad un punto della griglia, per una determinata coppia di bin magnitudo-distanza.

La struttura della tabella risulta efficiente per il tipo di interrogazioni a cui è sottoposta, in quanto con un'unica interrogazione vengono selezionati tutti i record con l'identificativo della griglia desiderato e poi elaborati all'interno del programma.

Ogni record ha nove campi che contengono i valori relativi agli altrettanti periodi di ritorno per cui è stata valutata la disaggregazione dello specifico bin. Il nome di tali campi è rp_XX, dove XX può assumere uno dei seguenti valori: 30, 50, 72, 100, 140, 200, 475, 1000, 2500.

Primary key (id, magnitudo, distanza_km)

Nome	Tipo	Descrizione
id	integer not null foreign key ref. punti_grid.id	Identificativo univoco del punto della griglia.
magnitudo	double not null	Valore medio del bin di magnitudo
distanza_km	integer not null	Valore medio del bin di distanza
rp_XX	double	Valore della disaggregazione per il bin identificato dalla chiave, per il periodo di ritorno XX (contributo percentuale al valore di Pga stimato)

1.2.3.3 Medie_disaggregati_grid

La tabella contiene, per ogni punto della griglia ed ogni periodo di ritorno, i valori medi di magnitudo, distanza ed epsilon del terremoto che contribuisce maggiormente alla pericolosità sismica in un dato punto della griglia.

Primary key (id, rp)

Nome	Tipo	Descrizione
id	integer not null foreign key ref. punti_grid.id	Identificativo univoco del punto della griglia.
rp	integer not null	Identificativo del periodo di ritorno. Può assumere uno dei nove valori previsti per i periodi di ritorno: 30, 50, 72, 100, 140, 200, 475, 1000, 2500.
magnitudo	double – not null	Magnitudo media
distance	double – not null	Distanza media
epsilon	double	Epsilon media

Bibliografia

- Gruppo di lavoro MPS, 2004. Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM 3274 del 20 marzo 2003. Rapporto Conclusivo per il Dipartimento della Protezione Civile, INGV, Milano-Roma, aprile 2004, 65 pp + 5 allegati.
- Martinelli F., Meletti C. (2007). A webgis application for rendering seismic hazard data in Italy. *Seismol. Res. Lett.*, 79(1), 68-78.
- Meletti C., Montaldo V. (2007). Stime di pericolosità sismica per diverse probabilità di superamento in 50 anni: valori di ag. Progetto DPC-INGV S1, Deliverable D2, <http://esse1.mi.ingv.it/d2.html>.
- Montaldo V., Meletti C. (2007). Valutazione del valore della ordinata spettrale a 1sec e ad altri periodi di interesse ingegneristico. Progetto DPC-INGV S1, Deliverable D3, <http://esse1.mi.ingv.it/d3.html>.
- Stucchi M., Meletti C., Montaldo V. (2007). Valutazione standard (10%, 475 anni) di amax (16mo, 50mo e 84mo percentile) per le isole rimaste escluse nella fase di redazione di MPS04. Progetto DPC-INGV S1, Deliverable D1, <http://esse1.mi.ingv.it/d1.html>.

Coordinamento editoriale e impaginazione

Centro Editoriale Nazionale | INGV

Progetto grafico e redazionale

Laboratorio Grafica e Immagini | INGV Roma

© 2010 INGV Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

Via di Vigna Murata, 605

00143 Roma

Tel. +39 06518601 Fax +39 065041181

<http://www.ingv.it>



Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia