

EVALUACIÓN DE LA AMENAZA SÍSMICA EN ROCA PARA EL VALLE DE ABURRÁ

Por

Carlos Andrés Blandón U.¹

Josef Farbiarz F.²

Juan Diego Jaramillo³

Manuel Roberto Villarraga H.⁴

Resumen

Como parte del programa orientado a identificar y evaluar el nivel de riesgo natural al cual están expuestos los municipios del Valle de Aburrá, la Administración del Área Metropolitana del Valle de Aburrá ordenó un estudio de microzonificación sísmica, el cual incluyó la evaluación de la amenaza sísmica a nivel de roca en todo los municipios del valle. Este estudio fue realizado conjuntamente por Integral S.A., Universidad EAFIT y la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, con el apoyo del INGEOMINAS.

El proyecto se basó en información geológica, geomorfológica y tectónica, tanto existente como proveniente de estudios complementarios realizados para el proyecto, que incluyeron la evaluación de la actividad de las fallas más cercanas al valle, localizadas en su parte suroccidental.

Paralelamente al trabajo de neotectónica, se actualizó el catálogo sísmico nacional, preparado con base en la información de la Red Sismológica Nacional de Colombia (RSNC). La actualización incluye el análisis de cubrimiento, el cálculo de recurrencia de las magnitudes y la identificación de zonas con sismicidad homogénea para todo el país.

Con la ayuda de un programa especializado⁵, basado en análisis estocástico, se estimó la amenaza sísmica para los centros de los once municipios que conforman la zona metropolitana del Valle de Aburrá, y se obtuvo un mapa de isoaceleraciones para toda el área. Con base en esta información, se prepararon espectros de amenaza uniforme en roca para diseño y para control de daños, correspondientes a la aceleración con una probabilidad de excedencia de 10% en 50 años y de 50% en 50 años, respectivamente.

Con base en los registros sísmicos de la Red Acelerográfica de Medellín (RAM), y a partir de funciones empíricas de Green, se generaron acelerogramas sintéticos el Valle de Aburrá.

Los resultados obtenidos muestran que hay una diferencia significativa en la amenaza sísmica calculada, entre los municipios ubicados al sur del valle y los del norte del valle, debido a que los primeros se encuentran más cerca de los ramales norte de la falla Romeral, que controlan la amenaza sísmica sobre la zona estudiada.

Palabras Clave

Amenaza Sísmica, Sismos Sintéticos, Valle de Aburrá.

Abstract

The seismic microzonification of the Aburra Valley Metropolitan Area was conducted as part of a program oriented to identify the natural risk to which the municipalities of this area are exposed. The microzonification included the seismic hazard evaluation in rock for all the municipalities. The study was prepared by Integral S.A., EAFIT University, The National University of Colombia at Medellín, with the support of INGEOMINAS.

¹ Ing. MSc, Ingeniero de Diseño, Integral S.A. Unidad de Geología y Geotécnia. Medellín - Colombia

² Ing. M.S.C.E, Director, Centro de Proyectos e Investigaciones Sísmicas (CPIS), Facultad de Minas, Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín.

³ Ing. PhD, Profesor Facultad de Ingeniería Civil, Universidad EAFIT

⁴ Ing. MSc, Profesor Asistente, Facultad de Minas, Universidad Nacional de Colombia y Director de Unidad, Integral S.A. Unidad de Geología y Geotécnia. Medellín - Colombia

⁵ FZ-RISK©, debidamente licenciado a Integral S.A.

The study was based on existing geologic, geomorphologic and tectonic information and complemented with new information and studies developed for the project, such as the evaluation of the faults closest to the valley, located nearby to the southwest.

At the same time, the seismic national catalog was up dated with information of the Colombian National Seismological Net. The study included a completeness analysis, the calculation of magnitude recurrence, and the identification of homogenous seismic zones within the national territory.

Using a specialized risk analysis software (FZ-RISK©), the probabilistic seismic hazard was computed at each municipality, obtaining an isoaccelerations map for the entire valley. Uniform hazard design spectra (corresponding to acceleration level with an exceedance probability of 10 % in 50 years) and damage control spectra (corresponding to acceleration level with an exceedance probability of 80% in 15 years) were obtained.

Additionally, synthetic accelerograms were obtained, using empirical Green functions, based on earthquake records from the Medellín's Accelerographic Network.

A significant difference between the hazard of the valley's north and south municipalities was found, probably due to the fact that the latter are located nearer than the former, to the north branches of the Romeral Fault, which controls the hazard imposed on the analyzed area.

keywords

Seismic Hazard, Synthetic accelerograms, Aburrá's Valley.

1. Introducción

En todo el mundo se ha vuelto evidente la necesidad medir el riesgo a que están expuestas las grandes urbes ante eventos naturales. Lo anterior ha surgido como el resultado de las catástrofes sufridas en múltiples países por inundaciones, deslizamientos y terremotos. Lo anterior también está asociado al rápido crecimiento demográfico y la expansión no planificada en zonas amenazadas por los mencionados fenómenos.

Los municipios del Valle de Aburrá cumplen con todos los requisitos mencionados en el párrafo anterior, inclusive en el pasado, esta zona ha sufrido los efectos causados por diversos fenómenos naturales. Por tal motivo se hace necesaria la evaluación de los condiciones de amenaza sísmica a la que esta expuesta la zona del valle.

Como parte importante fundamental de la estimación del riesgo al que esta expuesto un lugar determinado, está la evaluación de la amenaza sísmica al nivel de la roca. En este documento se describe el procedimiento y los resultados obtenidos para dicha evaluación en los municipios que conforman el Valle de Aburrá.

2. Metodología

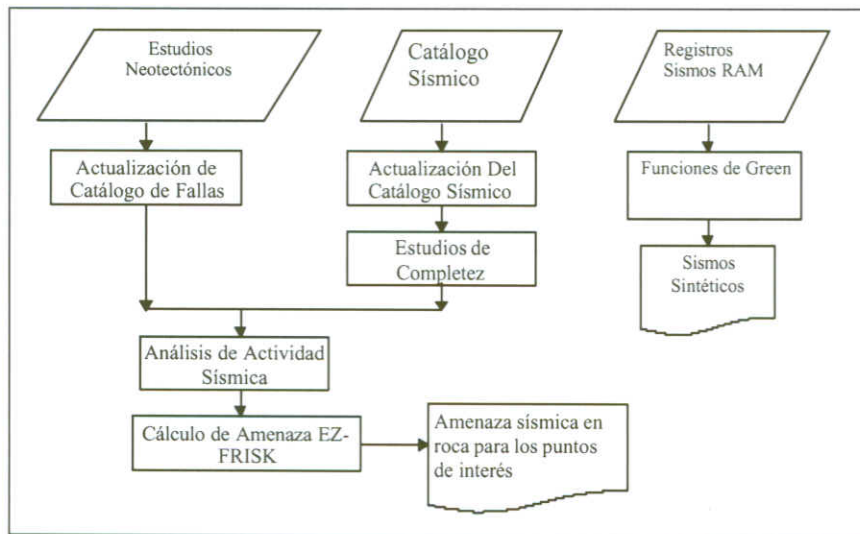
Como base fundamental de un estudio de microzonificación sísmica detallado, es necesaria la evaluación de la amenaza sísmica a nivel de roca. Esto se debe a que a partir de esta información se pueden llegar a definir espectros de diseño en la superficie para diferentes condiciones de suelo.

La evaluación de la amenaza sísmica consiste en determinar el nivel de intensidad sísmica que se puede exceder en un sitio determinado para un periodo de tiempo dado. El objetivo es conocer que tan propensa es la zona de estudio a sufrir terremotos de cierta intensidad a lo largo del tiempo.

La metodología que se propone utilizar en este proyecto es el resultado de la experiencia adquirida en estudios realizados anteriormente, tal como fue el caso del proyecto de Microzonificación Sísmica de Medellín realizado por el Grupo de Sismología de Medellín y publicado en el año de 1999. Además, también se incluyen procedimientos y teorías desarrolladas recientemente en diferentes partes del mundo, junto con criterios mas refinados apoyados en evaluaciones estadísticas. De esta forma se espera obtener resultados de amenaza sísmica confiables que permitan guiar la definición de espectros de diseño para el área metropolitana del Valle de Aburrá.

En la figura 1 se muestra mediante un diagrama de flujo los pasos que se realizaron para determinar la amenaza sísmica en los municipios del Valle de Aburrá. Inicialmente, se tomaron los resultados de los estudios geológicos y neotectónicos que se realizaron en dentro del proyecto, con el fin de actualizar la caracterización de las sismofuentes consideradas para el cálculo de la amenaza. Los estudios se concentraron principalmente en la zona sur oeste del área metropolitana, hacia los municipios de Caldas, Itagüí, La Estrella, ya que es en estos puntos donde mas incertidumbre existe en cuanto a la actividad o presencia de fallas. Lo anterior es importante ya que la presencia de fallas activas locales podría afectar significativamente el resultado de la amenaza sísmica de la zona, además que podría generar importantes diferencias relativas entre los municipios ubicados al sur y el norte del Valle del Aburrá. Entre los aportes importantes de estos estudios estuvo la segmentación de las fallas ubicadas en el occidente de la región evaluada, las cuales en su mayoría hacen parte del sistema Romeral. Además, fue posible identificar fuentes sismológicas en el oriente de la ciudad, las que no se habían tenido en cuenta para evaluaciones anteriores.

Figura 1. Diagrama de flujo de la metodología usada para el calculo de amenaza.



Paralelamente, se realizó un estudio de completez de la información sismológica a partir de la actualización del catálogo sísmico de la RSN. A partir de la evaluación de la información sismológica y de los resultados obtenidos de la exploración de campo, se revaluaron los parámetros sismológicos característicos de las falla de la región, siguiendo el procedimiento utilizado en el estudio de Instrumentación y Microzonificación Sísmica del Área Urbana de Medellín (GSM, 1999), basándose en áreas de sismogénicas homogéneas.

Con base en estos datos se calcularon las tasas de excedencia de aceleraciones en roca para diversos puntos del Área Metropolitana utilizando un enfoque probabilístico utilizando el programa EZ-FRISK®. Para considerar la incertidumbre de los parámetros utilizados para el cálculo de la amenaza se definió un árbol de probabilidades, con base en la variables mas sensibles para los resultados del valor total de la amenaza, por ejemplo, leyes de atenuación, nivel de actividad y buzamientos de las fallas que mas aportan a la amenaza, etc. El árbol de probabilidades permite tener en cuenta las variaciones de los parámetros utilizados. Este nivel de variación se debe tanto a la escasez de información disponible como a la aleatoriedad del fenómeno. Los parámetros que fueron variados en el árbol de probabilidades fueron el buzamiento de las fallas del sistema Romeral, la tasa de actividad o de movimiento de las fallas del mismo sistema y las ecuaciones de atenuación, tanto superficiales como profundas.

Se obtuvieron espectros de control de daño y diseño, tal como se definen en la NSR-98, con periodos de retorno de 10 y 475 años respectivamente.

Se calculó la amenaza a nivel de la roca a lo largo del Valle de Aburrá con el fin de conocer su variación. Los centros de cada municipio (Parque Central) son los lugares donde se realizó esta evaluación.