

## EVALUACIÓN COHERENTE DE ESPECTROS DE PELIGRO UNIFORME EN SUELOS BLANDOS

**Mauricio Gallego**

Ingeniero Consultor e Investigador de la Universidad de los Andes

[mgallego@uniandes.edu.co](mailto:mgallego@uniandes.edu.co)

### Resumen

*La evaluación del peligro sísmico sobre suelo firme es una técnica que ha sido bien establecida por muchos años y en muchos países. El peligro es generalmente expresado en términos de tasas de excedencia, que se definen como el número medio de veces por unidad de tiempo en que cierta intensidad es excedida. El inverso de las tasas de excedencia de alguna intensidad es llamado periodo de retorno medio. Usualmente la práctica para calcular el peligro sísmico se basó en evaluar tasas de excedencia de valores picos tales como: aceleración máxima, velocidad y desplazamiento. Más recientemente espectros de peligro uniforme han sido construidos en una forma más directa y precisa por medio de ecuaciones de atenuación que relacionan, típicamente, magnitud y distancia con valores espectrales de respuesta en un rango de periodos de vibración. De esta forma por medio de un análisis convencional de peligro sísmico periodo por periodo, es posible construir espectros de respuesta cuyas ordenadas son, todas, asociadas al mismo periodo de retorno, constituyendo un espectro de respuesta de peligro uniforme. Con el fin de calcular espectros de peligro uniforme de respuesta aproximados, varias aproximaciones han sido adoptadas en el pasado para sobrepasar diferentes dificultades que se presentan en este tipo de análisis. Este artículo muestra una aproximación más para la evaluación de espectros de respuesta de peligro uniforme en sitios de suelo blando, por medio de un software interactivo que trabaja en ambiente Internet llamado Zp, el cual es ilustrado con validaciones determinísticas del sismo del 25 de enero de 1999 en Quindío y ejemplos probabilísticos de la ciudad de Bogotá*

### Abstract

*Computation of seismic hazard at rock or firm sites has been a well established technique for many years. Hazard is generally expressed in terms of exceedance rates (ER), defined as the mean annual number of times in which a given value of intensity is exceeded. The inverse of the ER of some intensity is called its mean return period. Usually, the practice was to compute seismic hazard in terms of ER of peak motion values, such as peak ground acceleration, velocity and displacement,. More recently, uniform-hazard response spectra (UHS) have been constructed in a more direct and precise way, by means of attenuation equations that relate, typically, magnitude and distance with response spectral values for a range of periods. By performing a conventional hazard analysis on a period by period basis, it is possible to construct response spectra whose ordinates are, all, associated to the same return period, thus constituting a UHS. In order to compute approximate uniform-hazard response spectra at places affected by local soil amplifications, several approaches have been adopted in the past to overcome different difficulties. We will present a coherent approach to construct real UHS of different intensities at soft soils sites by means of interactive Internet-software named Zp, which will be illustrated with deterministic validations on Armenia city during 25 January Armenia Earthquake and probabilistic examples for the Bogotá city.*

**Palabras claves:** Espectros de Respuesta, Diseño Sísmico, Peligro Sísmico Dinámica de Suelos, Amenaza Sísmica, Espectros de amplitudes, Dinámica de suelos

### INTRODUCCIÓN

Desde la década de los 80 se iniciaron estudios por parte de la Universidad de los Andes (Uniandes) e Ingeominas para la zonificación geotécnica de la ciudad de Bogotá. Dicha labor se efectuó mediante diversas técnicas hasta llegar a una distribución de zonas que para hoy se tienen bien definidas y delimitadas. Fue así como en 1992 se acordó realizar el proyecto de forma conjunta entre Uniandes y el Ingeominas, trabajo que fue terminado en 1997. En 1999, Uniandes y la firma PSI Ltda realizó el estudio de amenaza sísmica sobre puntos ubicados sobre la línea proyecto de metro de la ciudad de Bogotá, para lo cual se hicieron perforaciones hasta la roca y se midió la velocidad de onda en el sitio mediante técnicas geofísicas para