

A continuación se presenta un muy breve esquema de los principales capítulos que conforman el informe del Proyecto de Microzonificación para el Área Metropolitana de San José. El informe oficial consta de 120 páginas y más de 50 figuras a todo color, incluyendo espectros de respuesta. Si desea obtener mayor información, puede contactar a los autores o escribir a esta dirección:

**Laboratorio de Ingeniería Sísmica
Instituto de Investigaciones en Ingeniería
Universidad de Costa Rica
San José, COSTA RICA
Fax: 224-2619**

CAPITULO I

FALLAMIENTO ACTIVO Y SISMICIDAD

Resumen

En este capítulo se analiza el fallamiento y la sismicidad somera (0-30 km) del Valle Central de Costa Rica. En general, las fallas de esta región siguen un patrón de orientación noreste o noroeste. Hay un sistema de fallas activo en el flanco sur de la Cordillera Volcánica Central y otro en el flanco norte de las estribaciones occidentales de la Cordillera de Talamanca. Las fallas de estos sistemas han generado en el área 16 terremotos históricos destructivos, todos ellos someros; sus localizaciones se distribuyen en dos sectores principales: uno cerca del Volcán Poás y otro al sur del Valle Central. Dos de estos eventos destruyeron la ciudad de Cartago, provocando cerca de 1000 personas fallecidas. De acuerdo con la sismicidad reciente, se encuentran tres fuentes sísmicas principales en la Cordillera Volcánica Central: Irazú, Bajo de la Hondura y Poás y otras tres en las estribaciones del oeste de la Cordillera de Talamanca: Puriscal, Los Santos y Pejibaye.

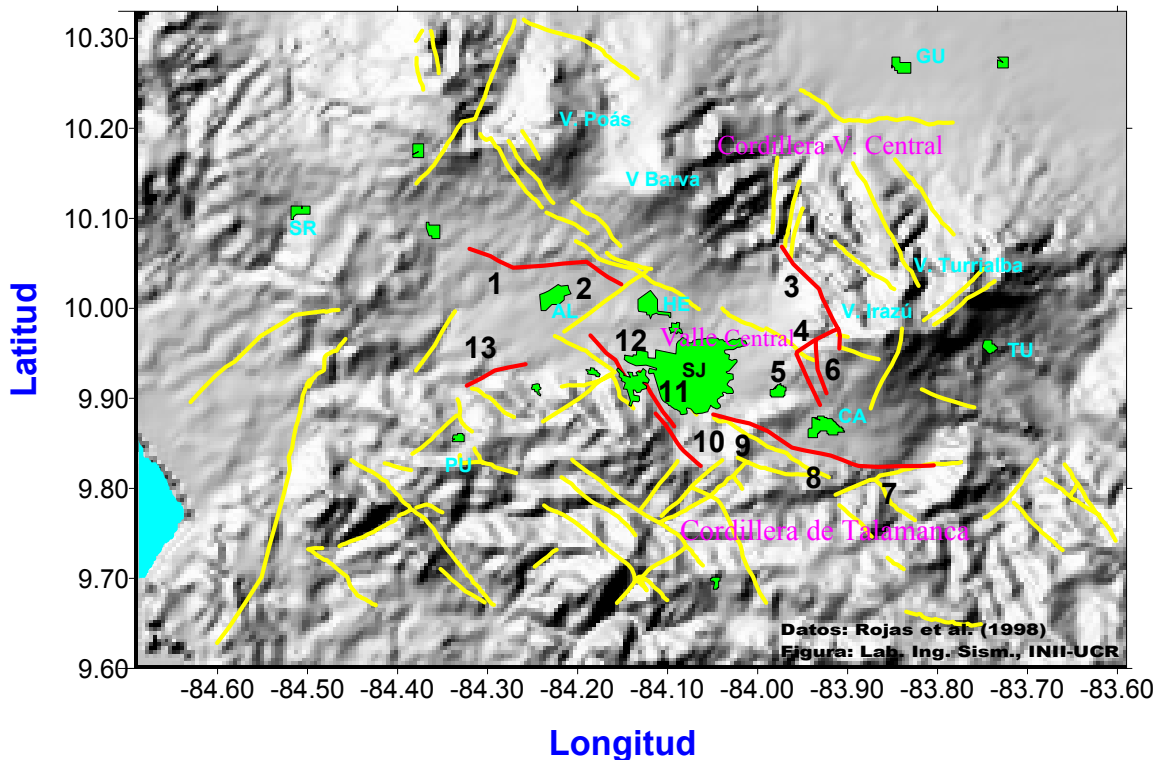


Figura 1.1 Fallamiento del area central de Costa Rica. Fallas en rojo corresponden a las fallas utilizadas en la estimacion de la amenaza para el Area Metropolitana de San Jose.

CAPITULO II ESTIMACION DE LA AMENAZA SISMICA

Resumen

La amenaza sísmica resultante se presenta mediante un ploteo de los valores de aceleración máxima horizontal del suelo (PGA) en condiciones de lecho rocoso, para periodos de retorno de 50, 100 y 500 años, así como los correspondientes espectros de respuesta. En el Parque Central de San José se encontraron los siguientes valores de PGA de $2,9 \text{ m/s}^2$ para 50 años, $3,5 \text{ m/s}^2$ para 100 años y $5,2 \text{ m/s}^2$ para 500 años. Estos valores indican que el grado de amenaza sísmica en el área es moderadamente alto. Se espera que estos resultados contribuyan al mejoramiento y actualización del código sísmico, así como a los planes de desarrollo urbano del Area Metropolitana.

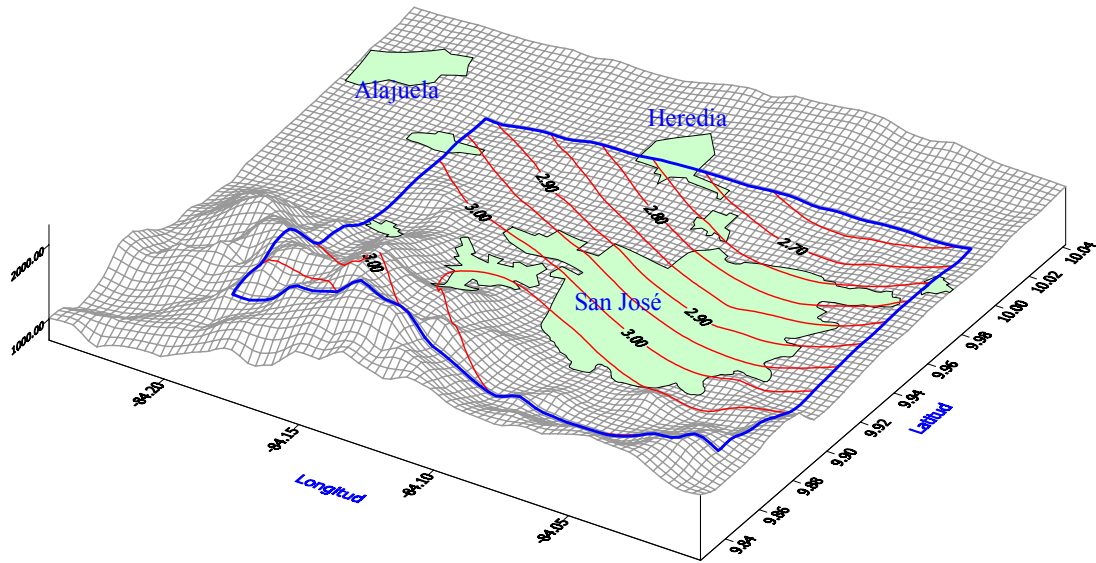


Figura 2. Aceleración horizontal pico esperada (m/s^2) para el área estudiada en el Valle Central. Las isólinas representan igual valor de PGA para una probabilidad de excedencia de 2×10^{-2} .

CAPITULO III

GEOLOGIA Y CARACTERISTICAS GEOTECNICAS-GEOFISICAS

Resumen

La información geológica y geotécnica está resumida en mapas generales y la información geofísica en perfiles por sitio. Las mediciones geofísicas fueron realizadas en 13 diferentes sitios, en 7 de los cuales se realizaron mediciones directas de la velocidad de la onda cortante por medio del método SASW. Con base en esta información se ha determinado que los suelos que se encuentran presentes en San José pueden ser clasificados como rígidos.

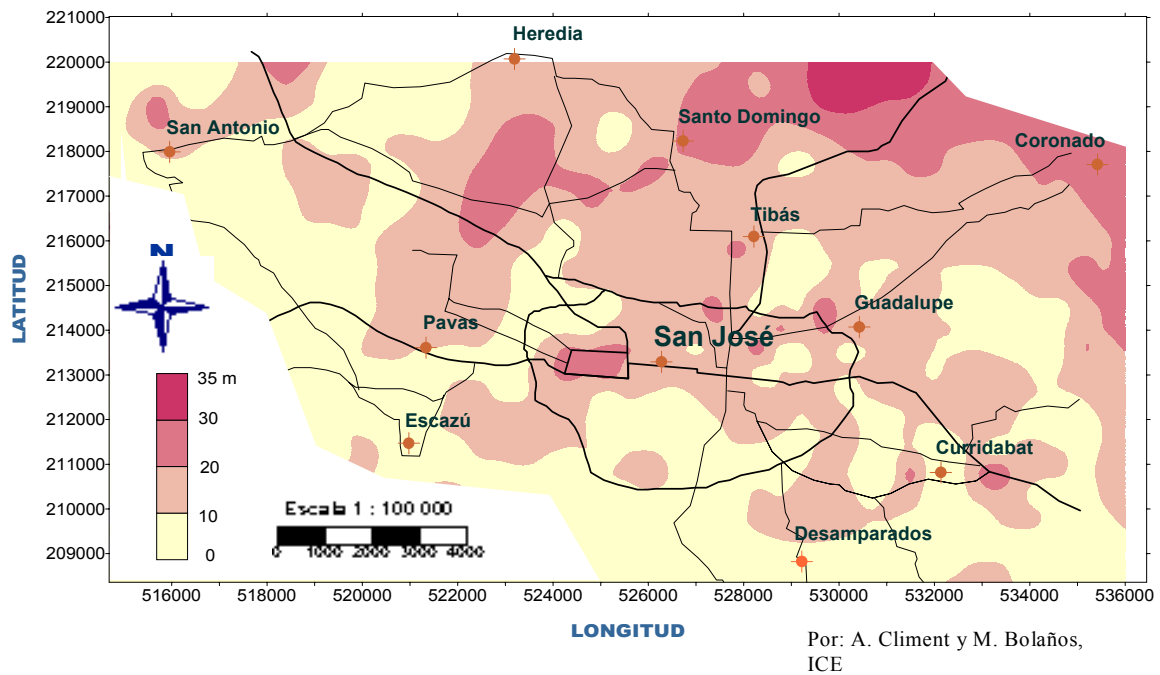


Figura 3. Mapa de espesores de material no consolidado del Area Metropolitana.

CAPITULO IV

RESPUESTA DINAMICA DE LOS SUELOS: ESTIMACIONES EMPIRICAS

Resumen

Los efectos de sitio se determinaron en forma empírica para once sitios seleccionados en el Area Metropolitana de San José, Costa Rica. Se utilizó una red de instrumentos de registro de movimiento fuerte compuesta por ocho acelerógrafos del tipo K2 Kinematics y tres del tipo SSA de la misma marca. La red registró un total de sesenta y ocho sismos con magnitudes entre 2,0 y 5,0 grados durante un periodo de nueve meses. Con esa información sismológica, se procedió a la determinación de los factores de amplificación y al reconocimiento de los periodos fundamentales del suelo en el Area Metropolitana. Mediante el uso del ruido ambiente se determinó el periodo fundamental en 185 puntos diferentes a lo largo y ancho de toda el Area Metropolitana. Los resultados fueron interpolados y se presentan en forma de un mapa de isoperiodos que muestra que la parte noreste de la zona estudiada tiene los periodos más largos y la zona sur y oeste los periodos más bajos.

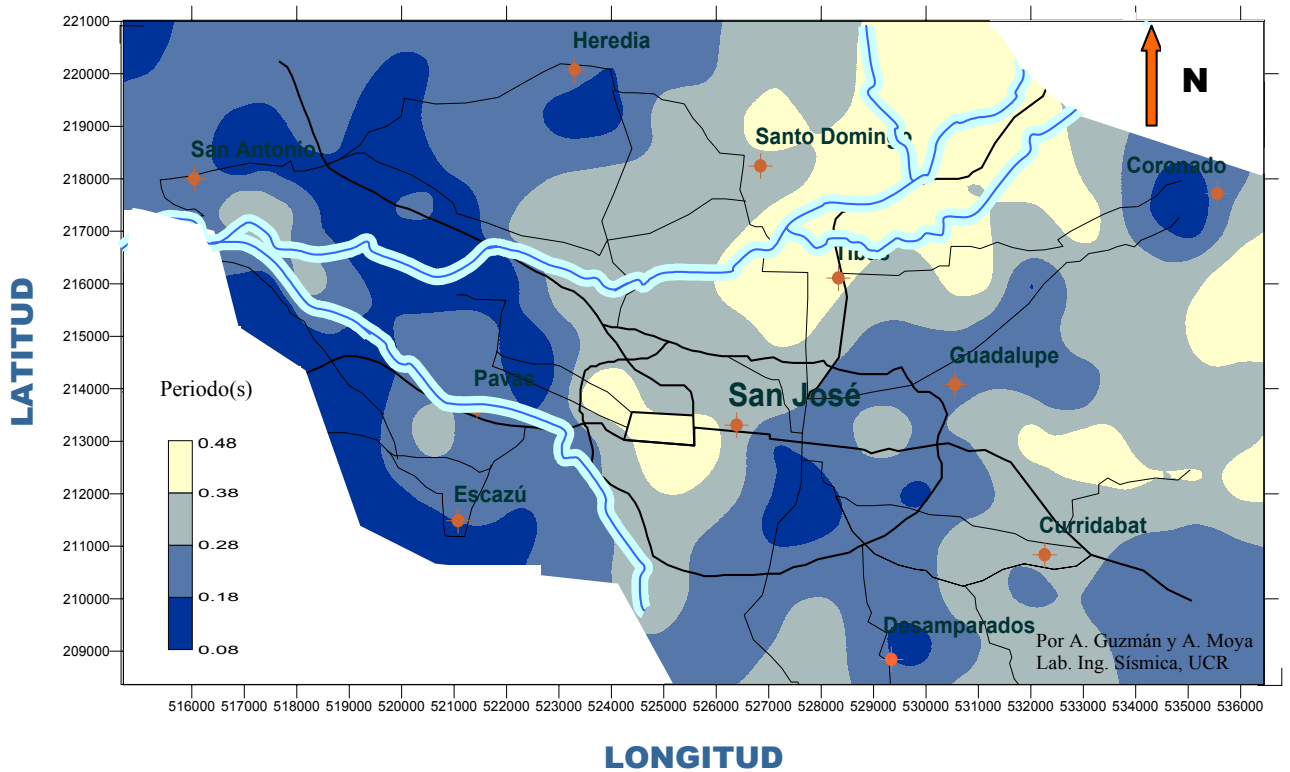


Figura 4. Mapa de isoperiodos del Area Metropolitana de San Jose.

CAPITULO V

RESPUESTA DINAMICA DE LOS SUELOS: ESTIMACIONES ANALITICAS

Resumen

El objetivo principal de este capítulo es identificar el comportamiento dinámico del suelo del Area Metropolitana de San José y de sus alrededores, por medio del uso de modelos matemáticos creados para este fin. El programa de cómputo utilizado en los análisis fue el SHAKE. Este permite estimar la respuesta en superficie de una señal que atraviesa un medio estratificado de material blando a partir del nivel de roca. Estas estimaciones permitieron obtener acelerogramas modelados en la superficie, sus respectivos espectros de respuesta, razones de amplificación y funciones de transferencia, resultados que son necesarios para conocer en detalle el comportamiento dinámico del suelo (identificación de los principales periodos de vibración y factores de amplificación), así como estimar espectros para el diseño de estructuras sismo-resistentes, que son los productos finales que se presentarán al final de este estudio. Como datos de entrada del modelo fueron utilizados registros de aceleraciones de señales sísmicas pequeñas, moderadas y grandes, de manera que los resultados reflejen el globalmente la sismicidad del país.

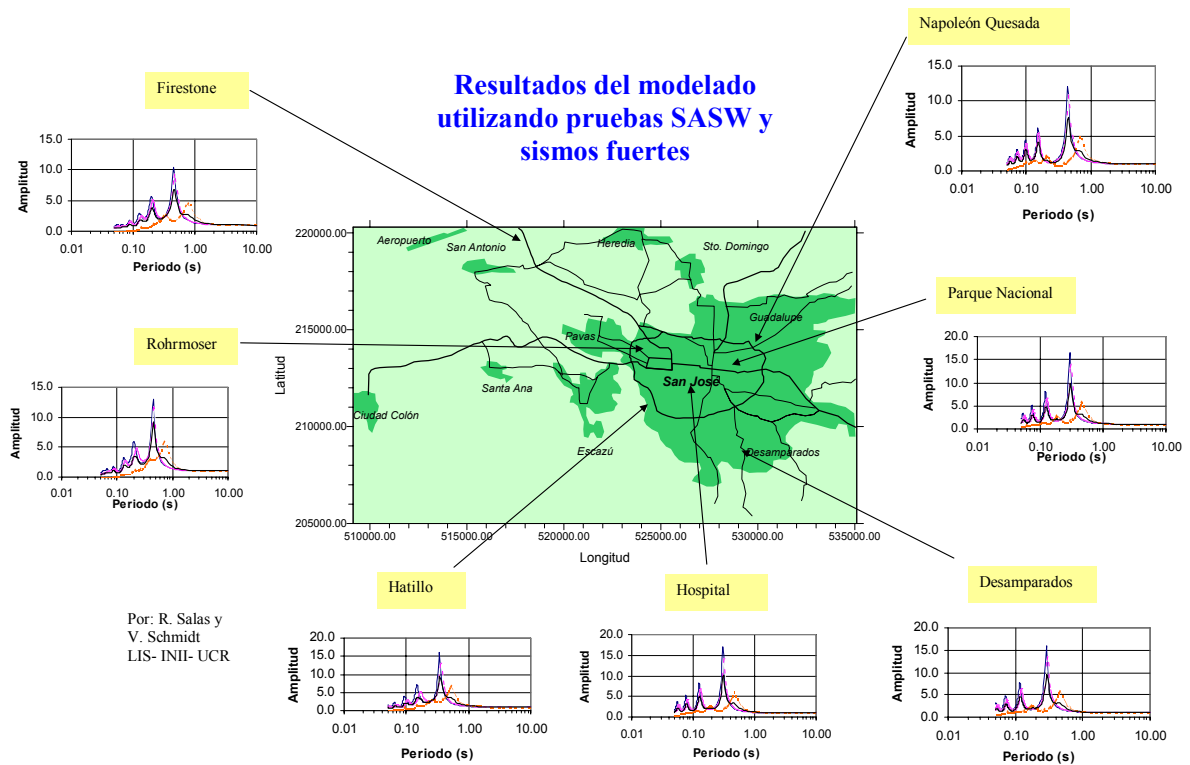


Figura 5. Resultados de modelado utilizando sismos fuertes y pruebas SASW.

CAPITULO VI **INTEGRACION Y ANALISIS DE RESULTADOS**

Resumen

Primeramente, se presenta un resumen de todos los resultados y luego se retoman los mapas de espesor de suelo y de isoperiodos para su comparación y discusión. Con base en lo anterior, se presenta un mapa con una zonificación basada en la consideración de dos aspectos: tipo de geología superficial existente y espesores de los estratos. Considerando el hecho de que los suelos menos consolidados y de mayor espesor son los que modifican en mayor medida las ondas sísmicas (filtrado de frecuencias altas y mayor amplificación), se identifica la zona de mayor amenaza al fenómeno de amplificación dinámica y se hacen comentarios acerca de la vulnerabilidad de la región, considerando los tipos de estructuras que predominan y las tendencias de crecimiento de población que se han dado en la zona desde 1976 hasta 1999. Finalmente, se presentan espectros normalizados de respuesta y se comparan con las normativas de diseño vigentes para Costa Rica.

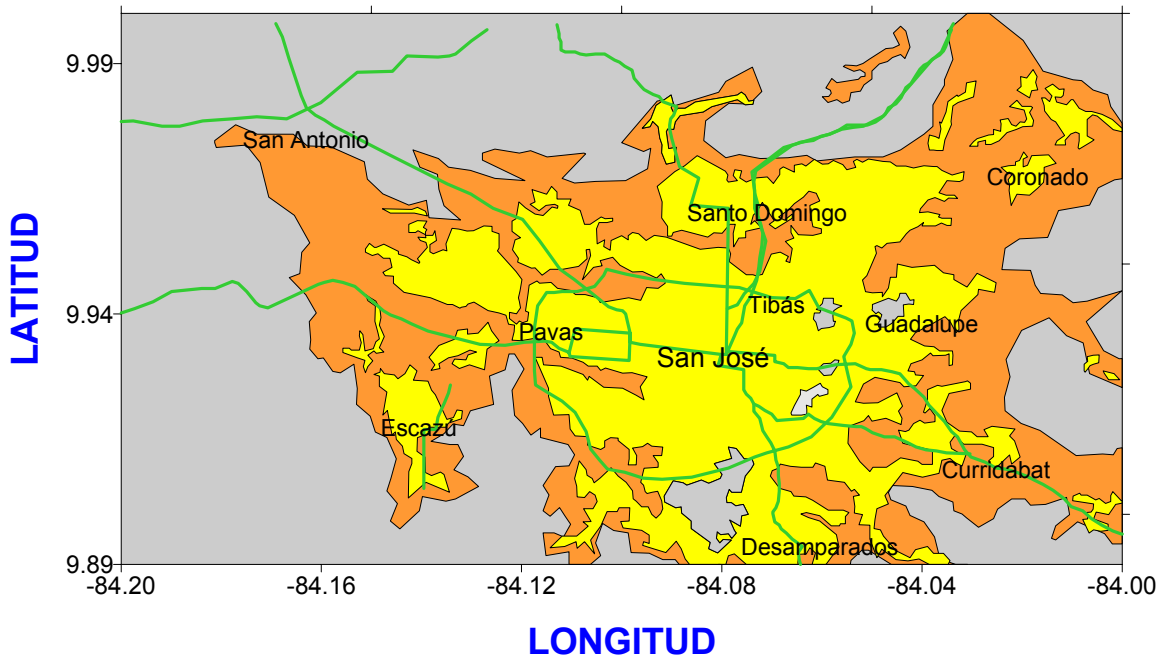


Figura 6. Mapa de crecimiento urbano en la zona en estudio en el periodo de 1976 (amarillo) a 1996 (anaranjado).

CAPITULO VII

DISCUSION FINAL Y RECOMENDACIONES

Resumen

Se ha realizado un estudio que se ha concentrado en la estimación de la amenaza sísmica en el Valle Central de Costa Rica y en el comportamiento dinámico de los suelos del Area Metropolitana de San José. Esto ha permitido, al final, obtener espectros de respuesta para condición de suelo y roca, así como un mapa de microzonificación sísmica del Area Metropolitana de San José. Los resultados obtenidos están basados en la recopilación de información disponible y en la adquisición y compilación de nuevos datos.

En general San José presenta un comportamiento de suelo rígido. Sismos cercanos, incluso de magnitudes intermedias, de foco superficial con contenidos de alta frecuencia, podrían tener una alta amenaza para las edificaciones de la ciudad, caracterizada por el predominio de edificaciones rígidas y de poca altura.

Se recomienda realizar mediciones geofísicas y cálculos adicionales en la zona noreste de San José, especialmente hacia Tibás y Santo Domingo de Heredia. Finalmente se recomienda el uso de los resultados obtenidos en este informe en los planes de desarrollo urbano que desarrollan los gobiernos locales del Area Metropolitana de San José.

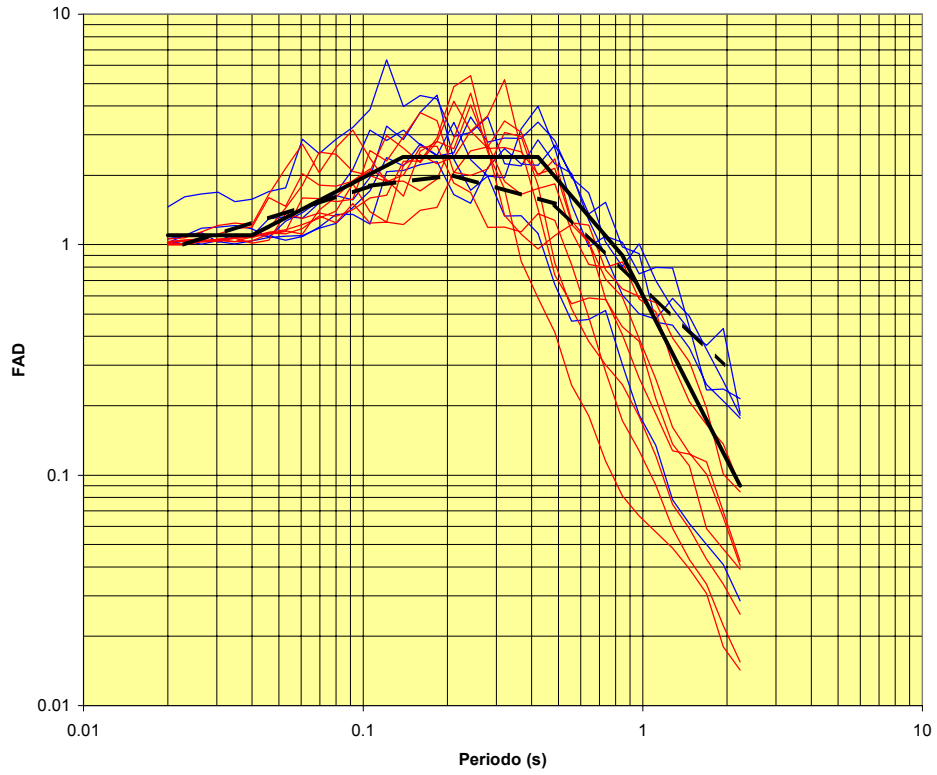


Figura 6. Espectro de diseño propuesto (líneas negra continua y punteada)
Para la zona de estudio. Las líneas rojas y azules
corresponden a espectros observados.