



El Proyecto RESIS-II:

Reducción de Riesgos Sísmicos en Guatemala, El Salvador y Nicaragua con Cooperación Regional a Honduras, Costa Rica y Panamá

Tipologías estructurales prevalentes en America Central

1 Introducción

Una de las primeras tareas necesarias para realizar un estudio de riesgo y pérdidas en ciudades de América Central es la 'Caracterización de las Estructuras Típicas' para tener una idea de las topologías estructurales prevalentes y para realizar esto es necesario:

1) Asignar topologías estructurales para cada país Centro Americano y preferentemente con aplicabilidad regional. Los criterios de selección son altura de la estructura, sistema de resistencia lateral, sistemas de resistencia de cargas gravitacionales, etc. Adicionalmente, el tipo de ocupación (residencial, comercial, etc.) y los patrones ocupacionales (numero de residentes, tipo de ocupación diurna y nocturna) serán considerados.

2) Definición de clases de estructuras en función de el material de construcción, sistema estructural y numero de pisos.

3) Establecimiento y compilación de información de fragilidad (i.e. curvas de capacidad, funciones de vulnerabilidad) para cada estructura tipo.

El resultado de la Tarea de Trabajo 1 establecerá la base de la Tarea de Trabajo 2, 'Municipalidades en Riesgo' en la que se procede a calcular el riesgo y pérdidas.

2 Áreas de estudio

Inventarios detallados obtenidos mediante visitas a terreno que fueron realizadas en cuatro áreas distintas (Tabla 1). **Figura 1** muestra de manera ejemplificadora el área de estudio en Ciudad de Guatemala y la subdivisión en unidades geográficas.



Figure 1. Subdivisión del área de estudio en Ciudad de Guatemala – Parte de la Zona 11 en 3 unidades geográficas (censos realizados).

Tabla 1. Caracterización de las áreas de estudio de escala reducida.

No.	Área de estudio	País	Unidades geográficas	No. de estructuras	Población total
1	San Salvador – Distrito 2	El Salvador	16	3,377	16,870
2	Ciudad de Guatemala – Zona 11	Guatemala	3	2,499	22,047
3	Managua – Distrito 4 (Racachaca)	Nicaragua	1	385	3,412
4	Masaya – zona céntrica	Nicaragua	1	834	6,474

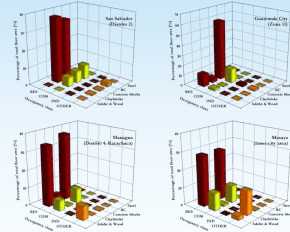


Figure 2. Composición del inventario de estructuras en diferentes áreas de estudio, ilustrando la distribución de clases de ocupación y tipos estructurales.

3 Tipologías estructurales prevalentes

Un esquema de clasificación personalizada de topologías estructurales prevalentes en América Central fue desarrollado basado en los inventarios en las cuatro zonas de prueba como también en encuestas aleatorias tanto en zonas rurales como urbanas. Además, se chequeo cual de los tipos estructurales definidos por HAZUS (FEMA, 1999, 2003) son disponibles en América Central.

Usando estos descubrimientos, una clasificación final personalizada fue hecha (Tabla 2). **Figuras 3 - 18** representan algunas de las topologías estructurales de distintas regiones rurales o urbanas en América Central.

Tabla 4. Esquema de clasificación final para los países de América Central.

No. final	Índice final	Índice CA	HAZUS mbt	No. de pisos	Descripción
1	W1	MF	W1	1	Minifalda, marcos livianos de madera
2	AD	AD, TP	-	1	Adobe y Tapial
3	WD	TZ, BQ	-	1 (2)	Tajueque and Bahareque
4	CC	CC	-	1	Calycanto
5	CLa	CLa	URML	1-2	Mampostería no reforzada (con ladrillos de arcilla)
6	CLr	CLr	-	1-2	Mampostería reforzada con barras de acero
7	CLrc	CLrc	RM2L	1-3	Mampostería confinada con CR
8	CBu	CBu, PdC	URML	1	Mampostería (con ladrillos de concreto) no reforzados, incluyendo Piedra de Cantero
9	CBri	CBri	-	1-3	Mampostería (con ladrillos de concreto) reforzados con barras de acero
10	CBrc	CBrc	RM2L	1-3	Mampostería (con ladrillos de concreto) confinada con marcos de CR
11	PC1	BP	PC1	1	Muros de bloque panel prefabricados
12	S3	LT	S3	1	Marcos de acero livianos, incluyendo Laminada Troquelada
13	SSL	-	SSL	1-3	Marco de acero con rellenos de muros de mampostería sin reforzar
14	SSM	-	SSM	4-7	
15	SSH	-	SSH	8+	
16	C1L	-	C1L	1-3	Marco estructural
17	C1M	-	C1M	4-7	
18	C1H	-	C1H	8+	
19	C2L	-	C2L	1-3	Muros de corte
20	C2M	-	C2M	4-7	
21	C2H	-	C2H	8+	
22	C3L	-	C3L	1-3	Marco de concreto reforzado con rellenos de muros de mampostería sin reforzar
23	C3M	-	C3M	4-7	
24	C3H	-	C3H	8+	



Figure 3. MF - 'Minifalda' (madero y concreto).



Figure 4. AD - Mampostería de adobe con mortero de adobe.

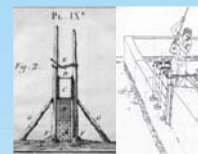


Figure 5. TP - 'Tapial' (tierra apisonada).



Figure 6. BH - 'Bahareque/bahareque' (madera mezclada, bambú y construcciones de muros de tierra).



Figure 7. TZ - 'Tajueque' (comparable con Bahareque, solo se encuentra en Nicaragua).



Figure 8. CC - 'Calycanto' (piedras, escombros de mampostería).



Figure 9. CLa - Mampostería no reforzada (con ladrillos de arcilla).



Figure 10. CLrc - Mampostería confinada.



Figure 11. CBu - Bloques de concreto no reforzados.



Figure 12. CBri - Bloques de concreto reforzados internamente.



Figure 13. CBrc - Bloques de concreto confinados.



Figure 14. PdC - 'Piedra de Cantero' Mampostería hecha de piedras de cantera, confinadas con madera.



Figure 15. PdC - 'Piedra de Cantero' Mampostería de piedras de cantera no reforzada.



Figure 16. BP - 'Bloque Panel' Arreglo horizontal con perfiles de acero.



Figure 17. CBrc - Arreglo horizontal confinado.



Figure 18. LT - 'Laminada Troquelada' Marcos de acero con placas de acero corrugados.

4 Provisión de la información de fragilidad

Para el calculo de riesgo analítico, la aplicación del método de capacidad espectral (CSM) necesita de la provisión de curvas de capacidad confiables y funciones de vulnerabilidad para cada tipo de estructura. Para los estudios realizados y venideros, las curvas de capacidad y las funciones de vulnerabilidad fueron elegidas de la literatura y asignadas a los distintos tipos de estructuras. Muchas de estas curvas no fueron hechas para Centro America, pero para topologías estructurales comparables.

Contact: Dr. D.H. Lang dominik@norsar.no <http://www.norsar.no>

Referencias

FEMA (1999). "HAZUS 99 – Earthquake Loss Estimation Methodology. Technical Manual," Federal Emergency Management Agency, Washington.
 FEMA (2003). HAZUS-MH: Multi-hazard Loss Estimation Methodology, Federal Emergency Management Agency.
 Lang, D.H., Merlos, R., Holliday, L., López, M. (2007). Vivienda de Bahareque, Bahareque houses in El Salvador. Report no. 141, World Housing Encyclopedia, Earthquake Engineering Research Institute.
 Lang, D.H., Flores, O.G., and Holliday, L. (2007). Vivienda de Adobe (adobe brick houses), Adobe houses in Guatemala. Report no. 144, World Housing Encyclopedia, Earthquake Engineering Research Institute.
 Lang, D.H., Amador, A., Holliday, L., Romero López, C., and Ugarte, A. (2008). Vivienda de Minifalda (madera y concreto), Minifalda houses in Nicaragua. Report no. 148, World Housing Encyclopedia, Earthquake Engineering Research Institute.

Agradecimientos

Agradecemos a los estudiantes de la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC), Universidad de El Salvador (UES), Universidad Centro Americana José Siméon Cañas (UCA) de San Salvador, Universidad Nacional de Ingeniería (UNI) de Managua y el Centro de Investigaciones Geocientíficas (CIGEO) de Managua, que participaron en la recolección de datos. Además, estamos en deuda con el Dr. Armando Ugarte (UNI), Ing. Omar Flores B. (USAC), Ing. Helman Taleno (MTI Managua) y Álvaro Amador (previamente en INETER Managua) por el soporte técnico y la provisión de experiencia técnica entregada.