

Instituto de Estudios Ambientales IDEA
Sede Manizales
25 Años



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA



SEMINARIO INTERDISCIPLINAR INGENIERÍA, RIESGO Y CULTURA

La Experiencia de Manizales - Homenaje In Memoriam: Samuel Darío Prieto Ramírez

**En el marco de los 25 años del Instituto de Estudios Ambientales IDEA
de la Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales**

Noviembre 8 de 2016

U.N. Sede Medellín

Una universidad con criterio nacional y presencia regional



Centro de proyectos e investigaciones sísmicas

CPIS

**SEMINARIO INTERDISCIPLINAR
INGENIERÍA, RIESGO Y CULTURA
In memoriam SAMUEL DARÍO PRIETO RAMÍREZ**

Facultad de Minas
Sede Medellín



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

Introducción del Bahareque en la Normativa Colombiana de Diseño Sismorresistente

Yosef Farbiarz F., M.S.C.E.

Director

Centro de Proyectos e Investigaciones Sísmicas

Introducción

- Sismo del 25 de enero de 1999:
 - ✓ Necesidad de viviendas nuevas.
- ✓ Bahareque no estaba incluido en CCCSR-84 ni en NSR-98.
- ✓ Poca información acerca del comportamiento de elementos de bahareque.
- Encargos de estudios específicos sobre el bahareque:
 - ✓ Comisión para la AIS del Fondo para la Reconstrucción y Desarrollo Social de la Región del Eje Cafetero (FOREC).
 - ✓ Convenio de cooperación institucional entre la Fundación Corona y AIS, CPC-01/2000.

Programa experimental

- Convenio AIS – Corona.
 - ✓ Conexiones.
- Contrato AIS – FOREC.
 - ✓ Elementos.
 - ✓ Ensamblés.
- ✓ Estudio de prácticas existentes.
- ✓ Materia prima disponible.

Grupo de trabajo

Coordinador General:

Samuel D. Prieto R.

Investigador principal:

Yosef Farbiarz F.

Co-Investigadores

Jaime Mogollón V.

Jorge E. Hurtado

Residentes de Investigación:

Alejandro Amarís M.

María I. Márquez V.

Auxiliares de Investigación

Carlos M. Gómez A.

Cecilia I. Granada O.

José O. Flórez D.

Mario Felipe Silva V.

Luis Felipe López M.

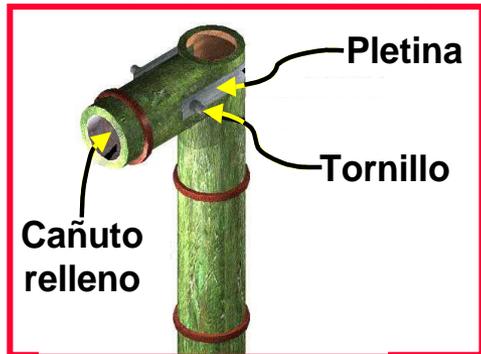
Laboratoristas:

Jorge A. Osorio M.

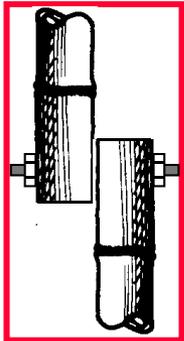
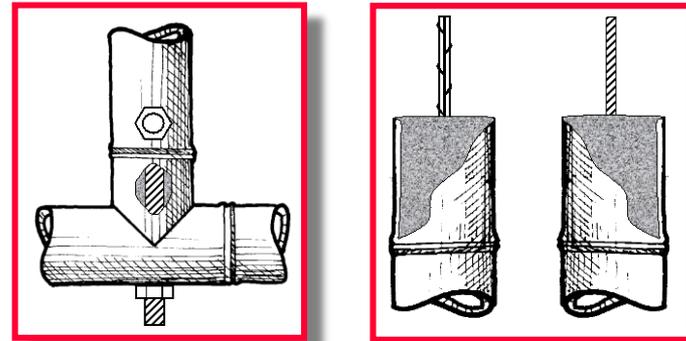
Francisco Romero D.

Conexiones

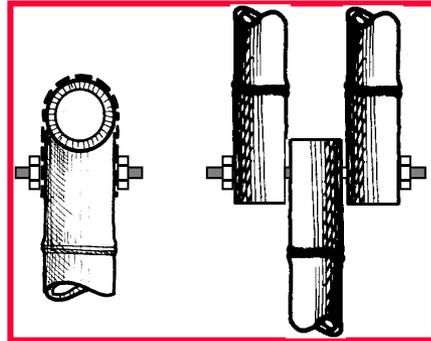
✓ Barra atravesada



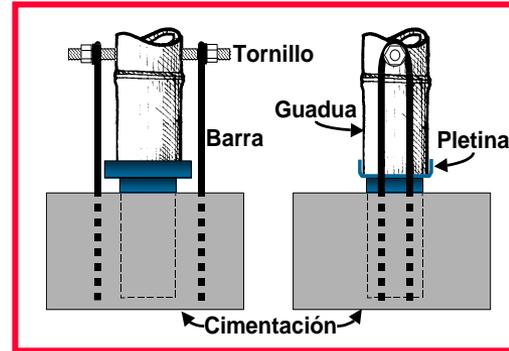
✓ Conexión en T



Carga asimétrica

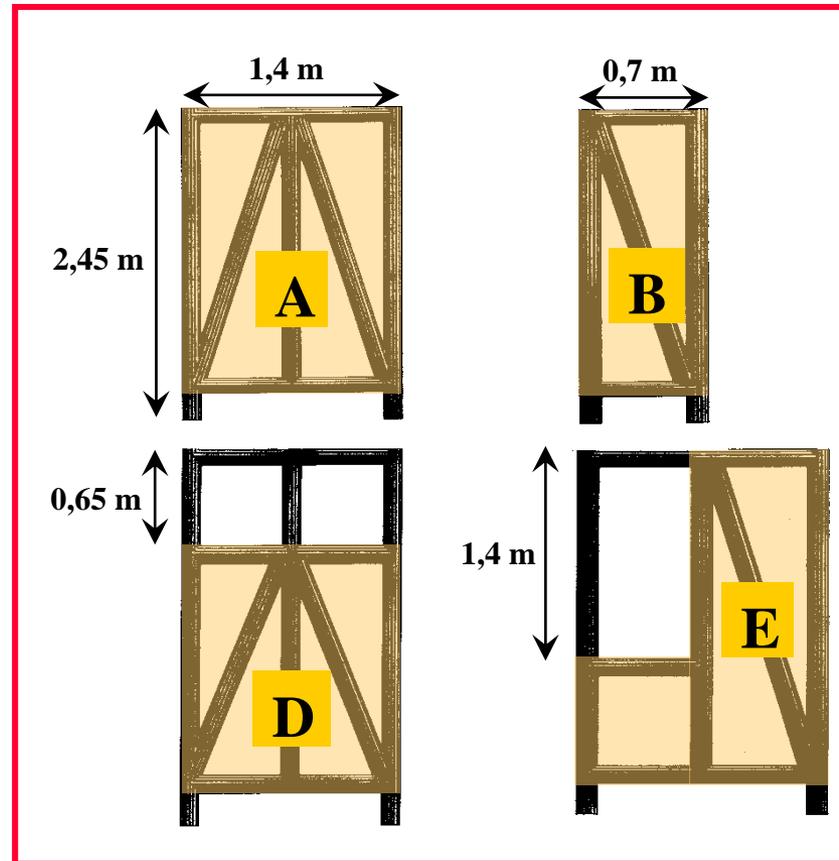


Carga simétrica



Elementos ...

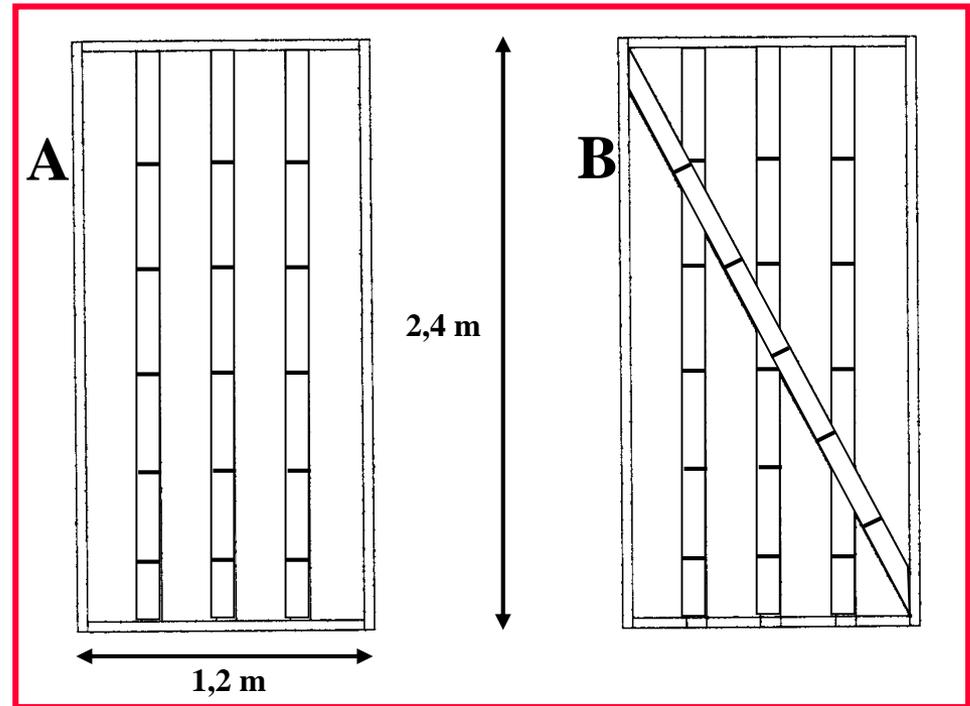
✓ **Tipo1:**
Paneles con esqueleto de guadua.



Taller Casa Partes, Pijao, Quindío

...Elementos ...

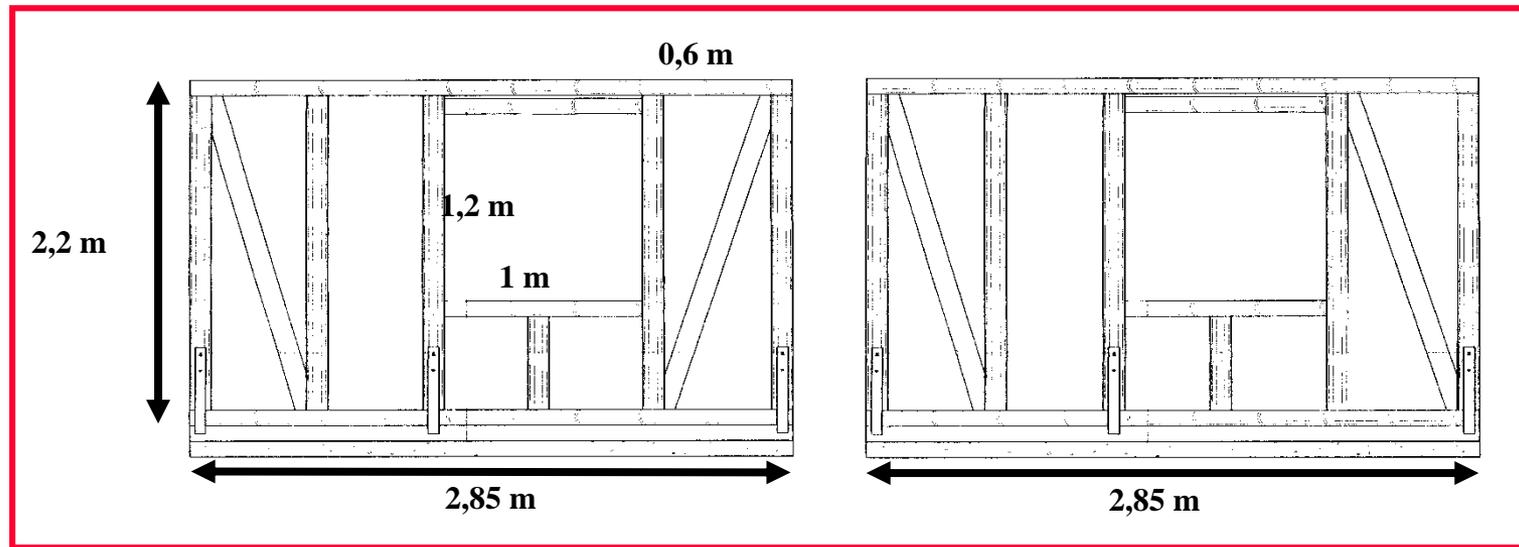
✓ **Tipo2:**
Paneles con esqueleto de guadua y madera.



Premio Corona a la Arquitectura, 1994
Jaime Mogollón, Manizales, Caldas

...Elementos...

✓ Tipo 3: Pared con esqueleto de guadua.



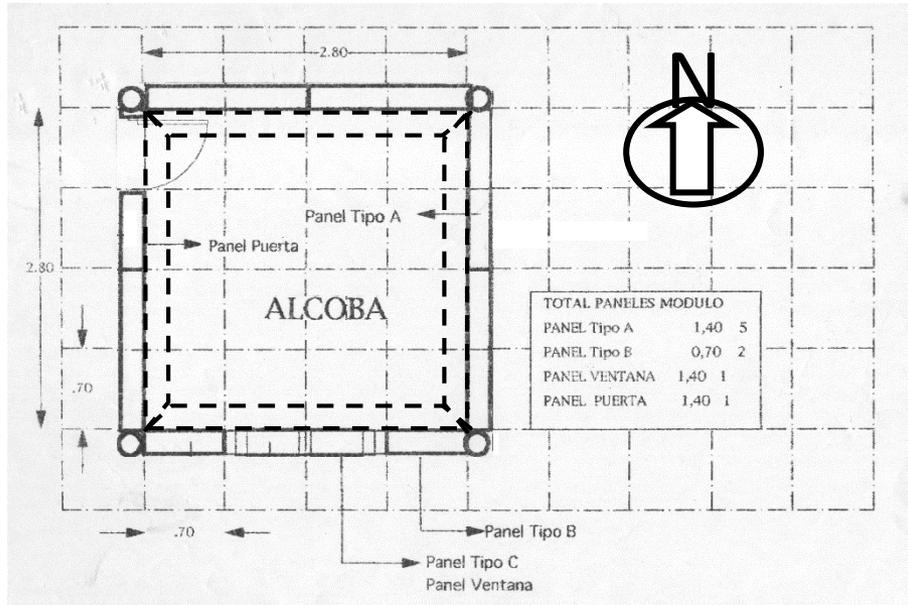
FORECAFE, Armenia, Quindío

...Elementos

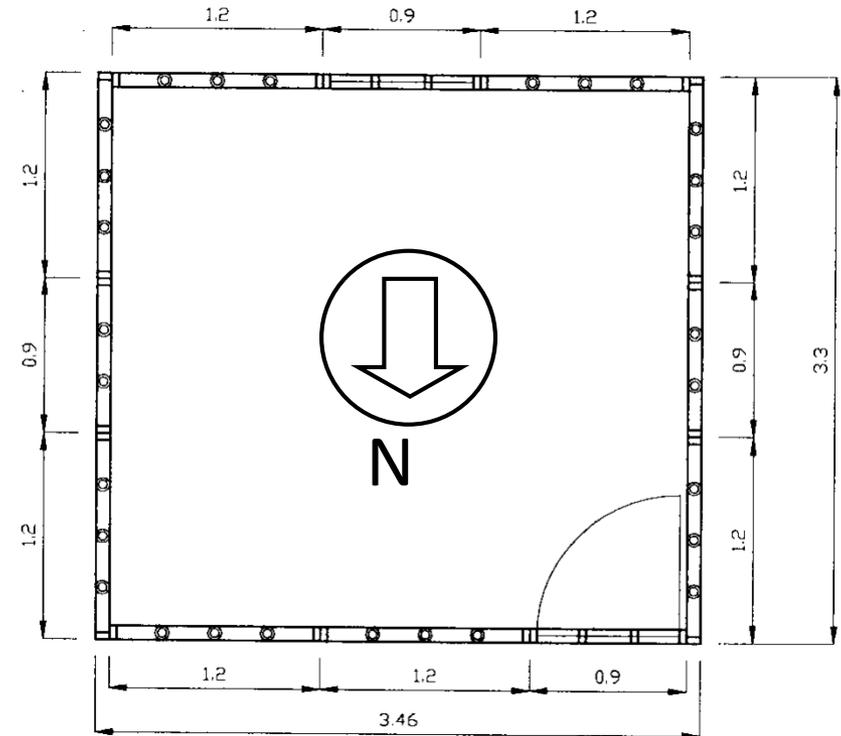


Ensamblajes...

- ✓ Módulo con esqueleto de guadua.



- ✓ Módulo con esqueleto de guadua y madera.



...Ensamblajes

**Simulación
de carga
gravitatoria.**

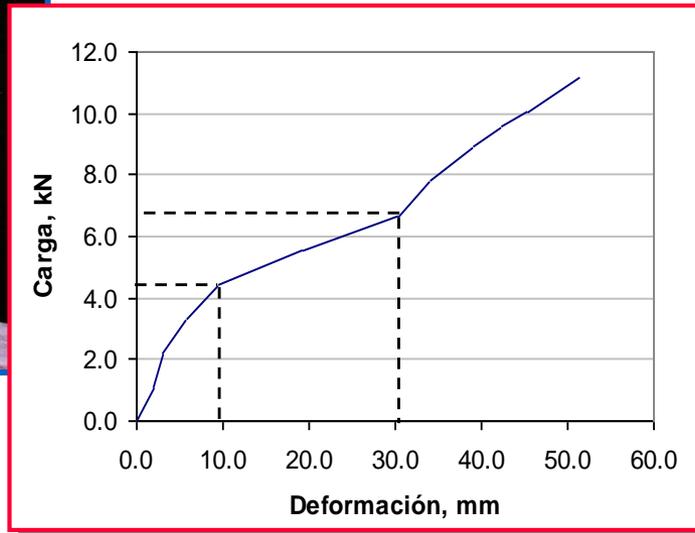


Resultados en conexiones...

✓ Barra atravesada – Carga asimétrica

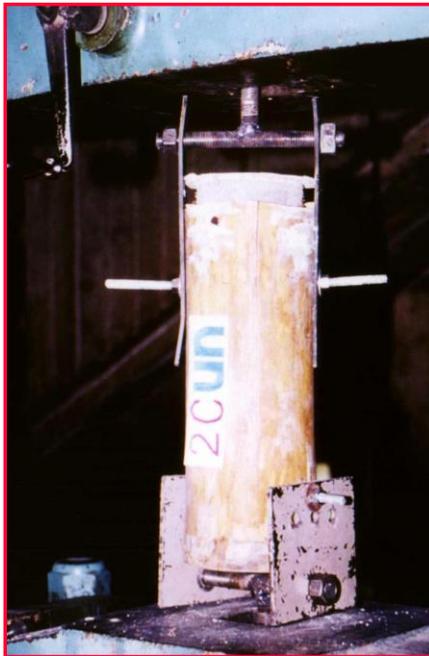


- ✓ Función del diámetro.
- ✓ Independiente del espesor.



...Resultados en conexiones...

✓ Barra atravesada – Carga simétrica



...Resultados en conexiones...

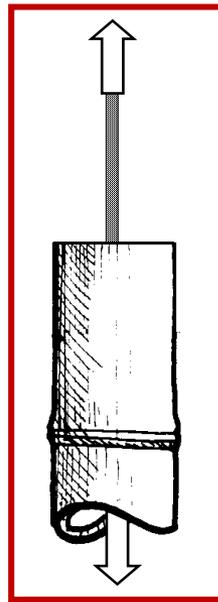
✓ **Conexión en T: Aleta**



- ✓ Resistencia última: 13,5 kN
- ✓ Similar a barra atravesada y carga asimétrica.

...Resultados en conexiones...

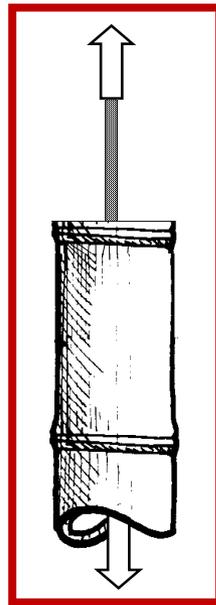
✓ **Conexión en T: Alma**



- ✓ Similar a carga simétrica.
- ✓ Resistencias últimas del orden de 2 kN.

...Resultados en conexiones...

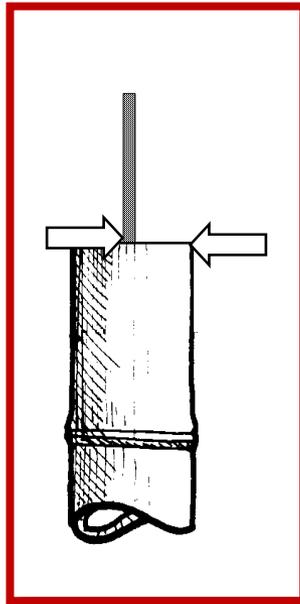
✓ **Conexión en T: Alma**



✓ Resistencias cerca de cinco veces mayores que sin nudo.

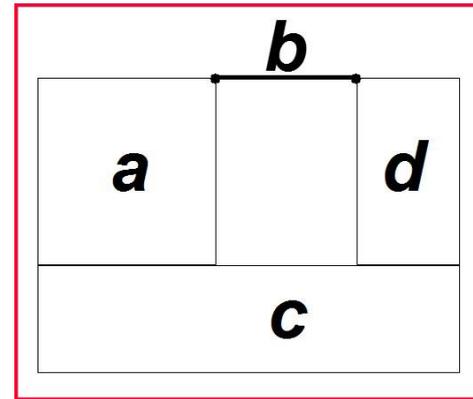
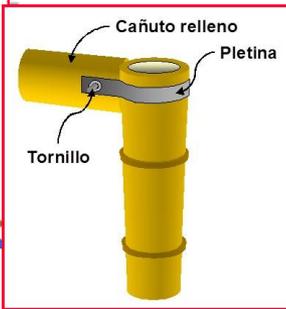
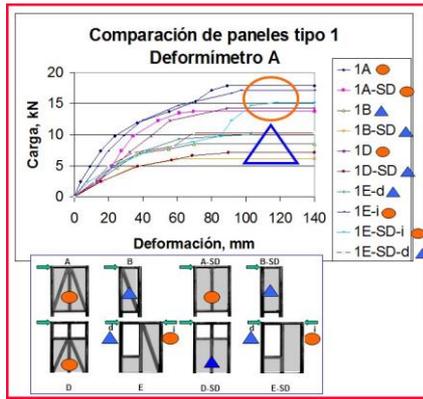
...Resultados en conexiones

✓ **Conexión en T: Alma**



✓ Resistencias del orden de 2 kN.

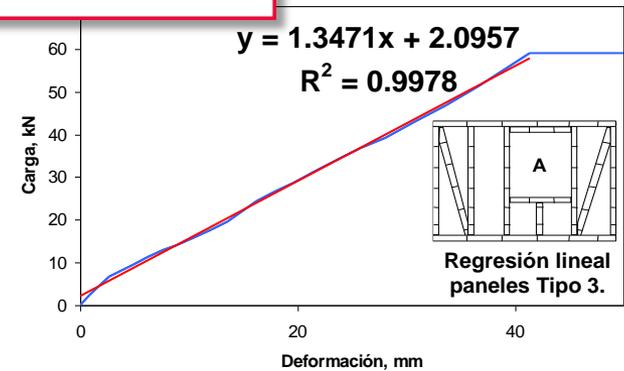
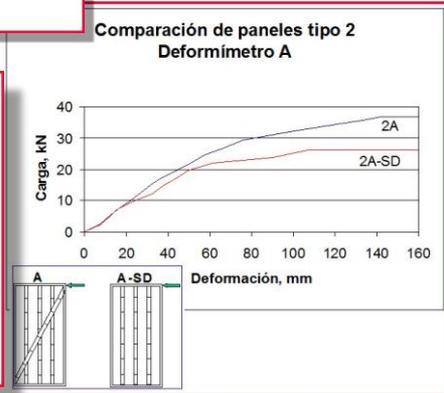
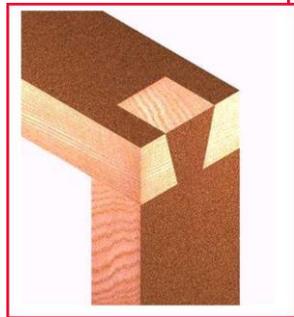
Resultados en elementos



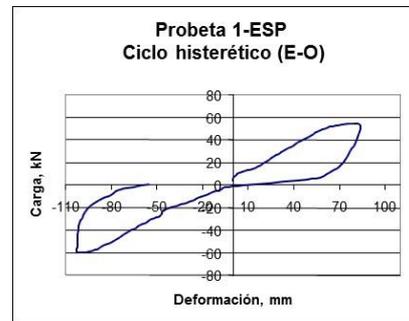
$$K_{calc} = 1,43 \text{ kN/mm}$$

$$K_{exp} = 1,35 \text{ kN/mm}$$

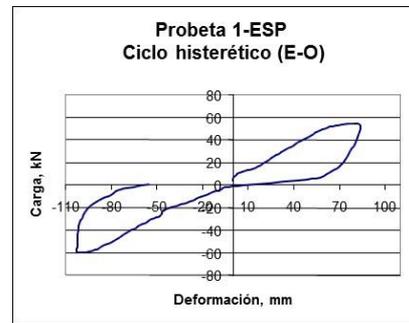
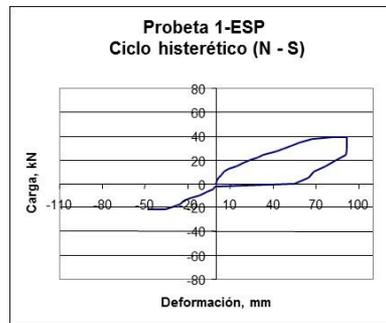
$$\frac{K_{calc}}{K_{exp}} = 1.06$$



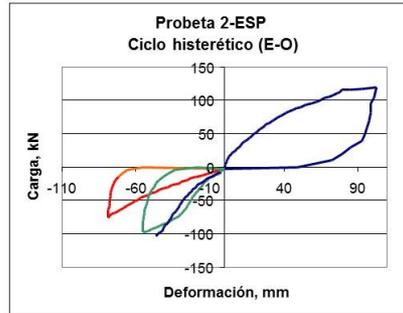
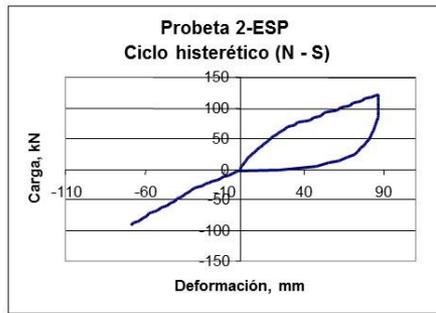
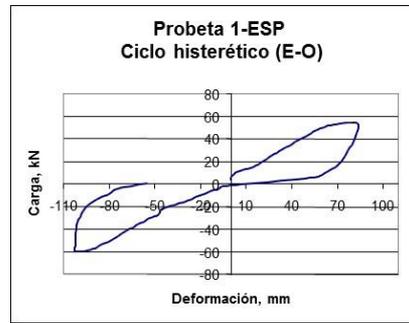
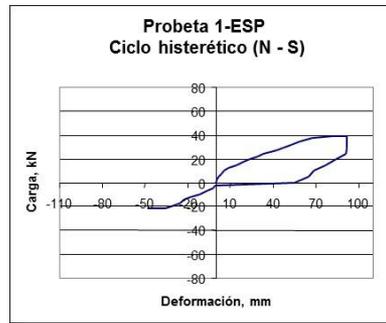
Resultados en ensambles...



Resultados en ensambles...



...Resultados en ensambles



Implementación de los resultados

- ✓ Introducción del bahareque encementado en la normativa vigente, NSR-98.
- ✓ Título E.
- ✓ Nuevo Capítulo: Capítulo E.7.
- ✓ Misma metodología que para mampostería confinada:
 - Prescripción de resistencia con base en longitud de muros.

Resistencia basada en longitud de muros...

$$V_B = S_a g m$$

donde:

V_B = Cortante basal, kN

S_a = Coeficiente de aceleración, g

g = Aceleración de la gravedad, m/s²

m = Masa de la construcción, kg

$$V_B = R L_T$$

donde:

V_B = Cortante basal, kN

R = Resistencia promedio por unidad de longitud, kN/m

L_T = Longitud total de muros, en cada dirección, m

$$\rightarrow L_T = \frac{S_a g m}{R}$$

$$\rightarrow L_T \text{ (m)} = \frac{S_a 9,81 \text{ m/s}^2 \times 150 \text{ kg/m}^2}{R \text{ (kN/m)}} A_p \text{ (m}^2\text{)}$$

$$\rightarrow L_T \text{ (m)} = \frac{S_a 1,47 \text{ kN/m}^2}{R \text{ (kN/m)}} A_p \text{ (m}^2\text{)}$$

...Resistencia basada en longitud de muros...

Suponiendo:

- ✓ La resistencia admisible obtenida, por unidad de longitud: 9.66 kN/m
- ✓ $\phi = 0,6$
- ✓ Mayoración de 1,25
- ✓ Respuesta en la meseta del espectro NSR-98

$$L_T \text{ (m)} = \frac{1,25 \times 2,5 A_a \times 1,47 \text{ kN/m}^2}{0,6 \times 9,66 \text{ kN/m}} A_P \text{ (m}^2\text{)}$$

➔ $L_T \text{ (m)} = \underbrace{0,79}_{C_B} A_a \text{ (m}^{-1}\text{)} A_P \text{ (m}^2\text{)}$

...Resistencia basada en longitud de muros

✓ Longitud mínima

$$L_T = C_B A_P$$

donde:

L_T = Longitud total de muros, en cada dirección

A_P = Area de la cubierta o entrepiso

C_B = Coeficiente de densidad de muros

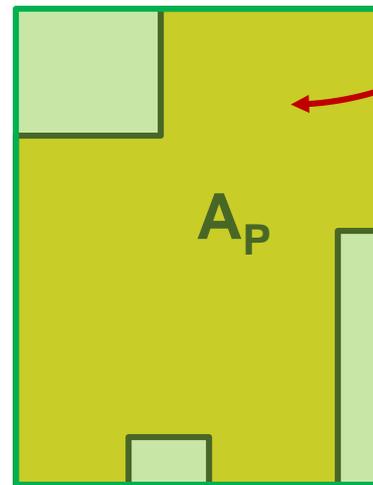
Amenaza Sísmica	Aa	C _B
Alta	0,40	0,32
	0,35	0,28
	0,30	0,24
	0,25	0,20
Intermedia	0,20	0,16
	0,15	0,16
	0,10	0,16
Baja	0,05	0,16

Simetría de muros

$$\frac{\sum(L_i \cdot b)}{\sum L_i} - \frac{B}{2} \leq 0,15$$

donde:

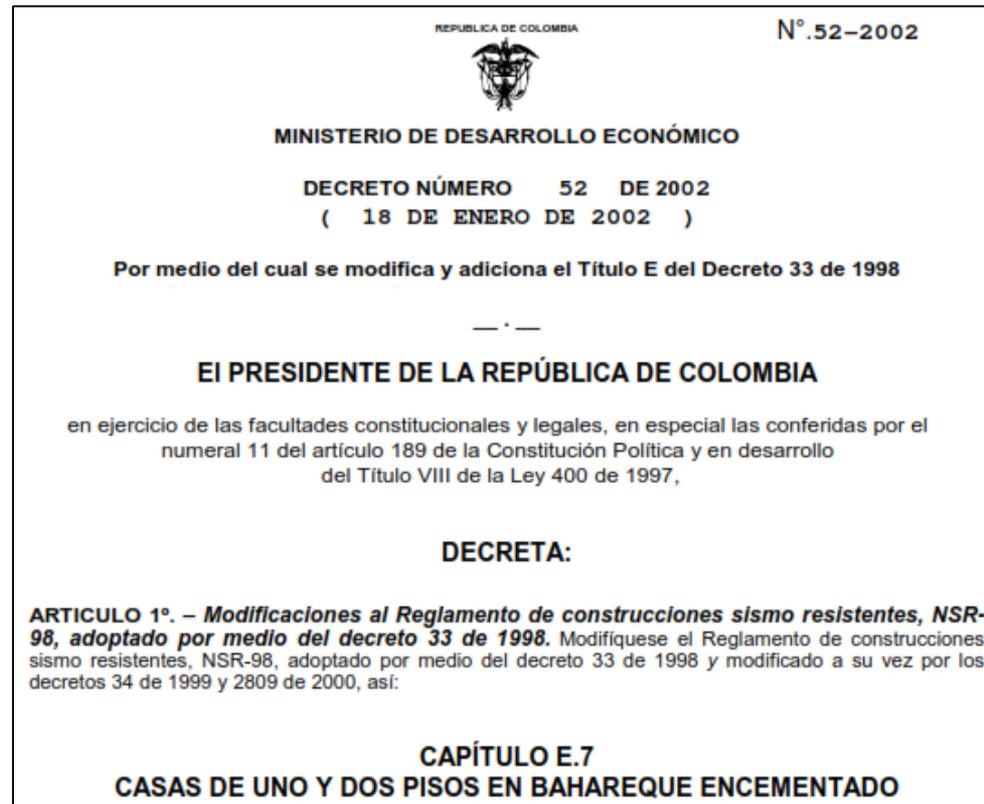
- L_T = Longitud de cada muro, en la dirección i
- b = Distancia perpendicular desde cada muro, en la dirección i , hasta un extremo del rectángulo menor que contiene el área de la cubierta o entrepiso
- B = El lado, perpendicular al muro, del rectángulo menor que contiene el área de la cubierta o entrepiso



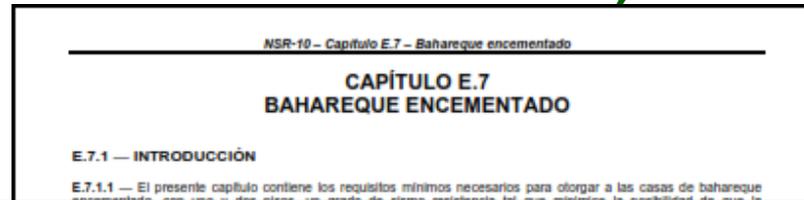
Planta de la edificación

Rectángulo menor que contiene el área de cubierta o entrepiso

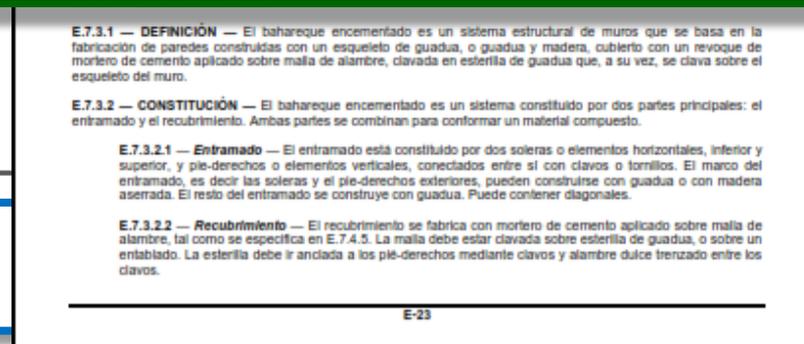
Inclusión en las NSR-98



Actualización normas, NSR-10



- Capítulos nuevos:
 - ✓ Capítulo E.8 – Entrepisos y uniones en bahareque encementado.
 - ✓ Capítulo E.9 – Cubiertas para construcción en bahareque encementado.
- Simetría también para mampostería



*“La disolución de la magia,
el embrujo diluido entre los caldos humosos
de otro silencio,
la fiebre apaciguada con emplastos
del balsámico remedio del olvido.”*

(Extracto)

Fuegos Fatuos

Samuel D. Prieto R.

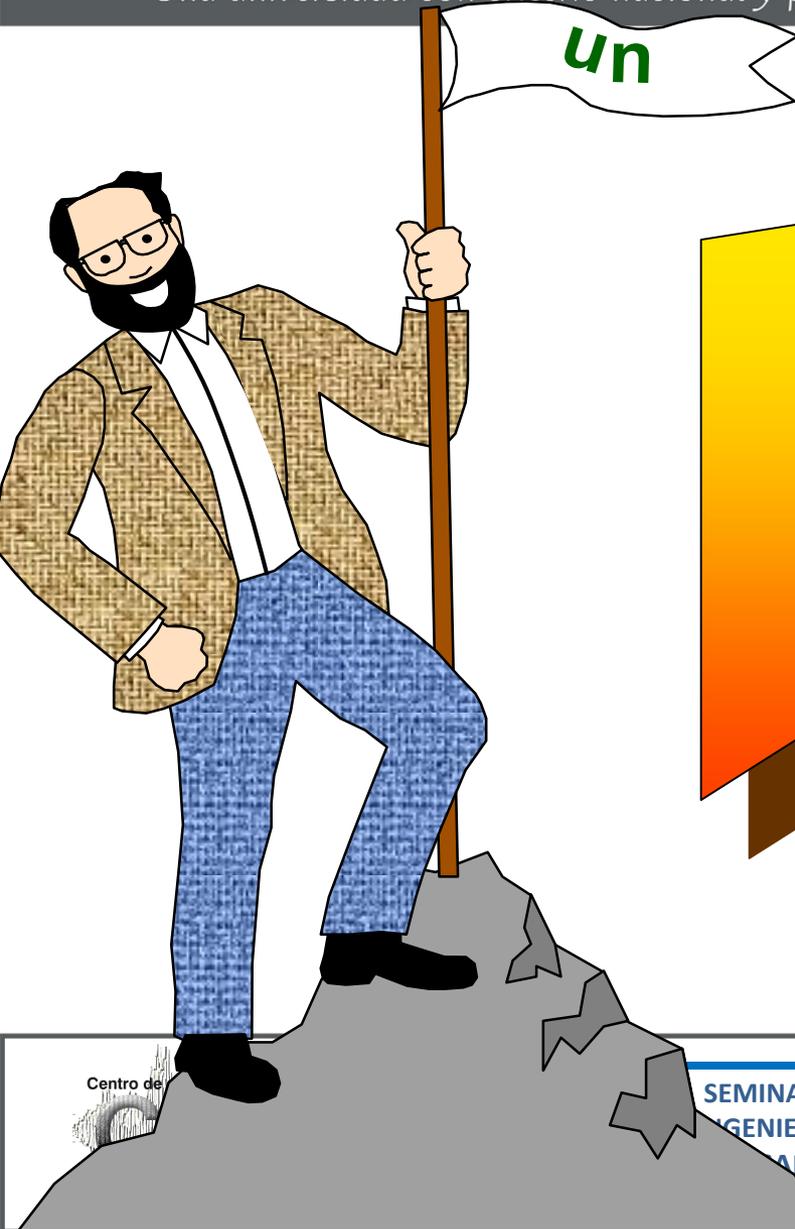
Manizales, 30 de mayo de 2002



In memoriam

U.N. Sede Medellín

Una universidad con criterio nacional y presencia regional



Centro de

SEMINARIO INTERDISCIPLINAR
INGENIERÍA, RIESGO Y CULTURA
SAMUEL DARÍO PRIETO RAMÍREZ

Facultad de Minas
Sede Medellín



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA