

# ESTUDIO DE PATOLOGÍA, VULNERABILIDAD Y REFORZAMIENTO ESTRUCTURAL DE EDIFICACIONES INDISPENSABLES.

## CENTRAL TELEFONICA TELEARMENIA TORRES A Y B

JOSE ANTONIO RIVERA ZULUAGA – CARLOS JULIO ARBOLEDA AUDRITO  
UNIVERSIDAD DEL QUINDIO – FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

J. RIVERA  
INGENIEROS

## EDIFICIOS TELEARMENIA



J. RIVERA  
INGENIEROS

# **METODOLOGIA PARA EVALUAR LA VULNERABILIDAD Y DETERMINAR LA NECESIDAD O NO DE REFORZAR**

**NSR-98 A.10 - Decreto 2809 / 2.000**

**Prestandard and Commentary for the  
Seismic Rehabilitation of Buildings - FEMA  
356**

**Seismic Evaluation and Retrofit of Concrete  
Buildings - ATC 40**

**J. RIVERA  
INGENIEROS**

## **PROCEDIMIENTO**

- **RECOPIACION DE INFORMACION SOBRE LA ESTRUCTURA EXISTENTE**
- **EVALUACION DE LA ESTRUCTURA**
  - **Métodos elásticos ( estáticos y dinámicos)**
  - **Métodos inelásticos ( estáticos y dinámicos)**
- **ELECCION DE LA TECNICA DE REFORZAMIENTO**

**J. RIVERA  
INGENIEROS**

## TECNICAS DE REFORZAMIENTO

### MODIFICACION GENERAL DEL SISTEMA ESTRUCTURAL

- **Adición de muros estructurales**
- **Riostras metálicas**
- **Aisladores en la base**
- **Dispositivos disipadores de energía**

J. RIVERA  
INGENIEROS

## TECNICAS DE REFORZAMIENTO

### REFORZAMIENTO LOCAL DE ELEMENTOS

- **Adición de concreto y acero**
- **Fibras de carbono o polímeros**
- **Encamisado de columnas y vigas**

J. RIVERA  
INGENIEROS

## TECNICAS DE REFORZAMIENTO

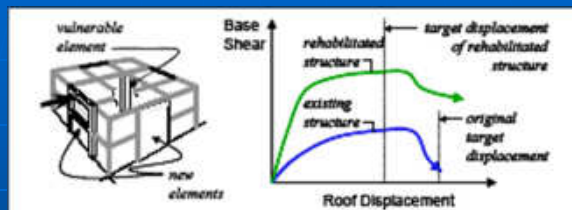


Figure 7 - Global modification of the structural system

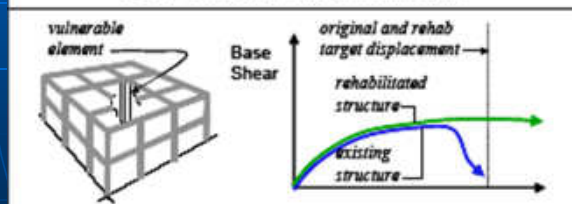


Figure 8 - Local modification of structural components

Ref: Moehle - 2.000

J. RIVERA  
INGENIEROS

## ASPECTOS A TENER EN CUENTA:

- **Relación costo / beneficio**
- **Disponibilidad de tecnología, mano de obra, materiales**
- **Duración del trabajo y efectos sobre la ocupación**
- **Necesidades del dueño**
- **Funcionalidad y estética**
- **Importancia histórica, social o patrimonial**

J. RIVERA  
INGENIEROS

## ASPECTOS A TENER EN CUENTA:

- **Compatibilidad con el sistema estructural existente**
- **Irregularidades en rigidez, resistencia o ductilidad**
- **Control de daño a elementos no estructurales**
- **Capacidad de la cimentación**

J. RIVERA  
INGENIEROS

## RIOSTRAS METALICAS

- **Concéntricas o excéntricas**
- **Aumentan la resistencia a carga sísmica**
- **Disminuyen la flexibilidad**
- **Al disminuir el período pueden aumentar la carga sísmica a resistir**
- **Pueden incrementar las cargas a cimentación en los apoyos cercanos**
- **Dificultad conexión acero - concreto**

J. RIVERA  
INGENIEROS

# RIOSTRAS METALICAS

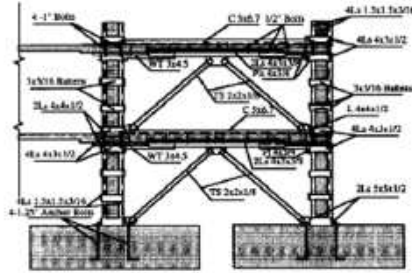


Figure 9. Layout of the braced frame (Goel and Masri 1994).

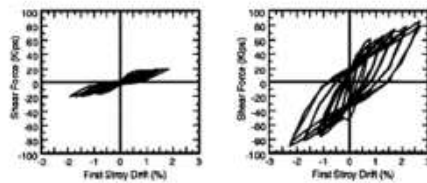


Figure 10. Hysteretic loops of the RC and braced frames (Goel and Masri 1994).

Ref: Goel and Masri - 1.996

J. RIVERA  
INGENIEROS

# RIOSTRAS METALICAS Y MUROS



Figura 71 – Esquema de Refuerzo Muros Interiores en Concreto

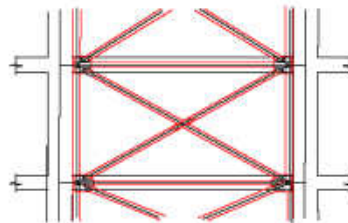


Figura 72 – Esquema de Refuerzo Diagonales Metálicas de Fachada

Ref: Cardona y otros - 2.000

J. RIVERA  
INGENIEROS

- **Telearmenia**, atendiendo las recomendaciones de **La Norma Colombiana de Diseño y Construcción Sismo Resistente (NSR-98)**, contrató el estudio patología, vulnerabilidad y el reforzamiento estructural de sus edificios.
- **Torre A** - Edificación de los años 70 - Sin normativa sísmica - Edificación de 3 pisos - Pórticos de concreto reforzado - Placas Macizas - Grandes luces centrales <12 m> - Zapatas superficiales sobre lleno.
- **Torre B** - Edificación de 1.989 - Código Colombiano de Construcciones de 1.984 - Edificación de 7 pisos - Pórticos de concreto reforzado - Placas Aligeradas - Luces entre 5 y 9 m - Cimentación profunda pilas y pilotes.

J. RIVERA  
INGENIEROS

## COMPONENTES DEL ESTUDIO

### **ESTUDIO TOPOGRAFICO:**

Levantamiento  
planimétrico  
Control de nivelación  
Chequeo de verticalidad

### **ESTUDIO DE SUELOS Y CIMENTACIONES:**

Sondeos y apiques  
Ensayos de laboratorio  
Revisión de cimentación

### **MAPEO Y SANIDAD AMBIENTAL:**

Mapeo de elementos estructurales  
Apiques  
Ensayos del concreto y del acero  
Levantamiento estructural

J. RIVERA  
INGENIEROS

## COMPONENTES DEL ESTUDIO

### **ANALISIS DE VULNERABILIDAD:**

Indices de sobre esfuerzo  
Indices de flexibilidad  
Indices de vulnerabilidad

### **DISEÑO DEL REFORZAMIENTO:**

Memorias y planos estructurales

### **ESPECIFICACIONES DE CONSTRUCCION**

### **CANTIDADES DE OBRA Y PRESUPUESTO**

J. RIVERA  
INGENIEROS

## Telearmenia Torre A-B, luego del sismo de 1999



Buitrones



Separación



Elementos NO estructurales

J. RIVERA  
INGENIEROS



## DAÑOS EN ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES



J. RIVERA  
INGENIEROS

## TORRE B – 7 PISOS



Vista Fachada principal Edificio Telearmenia Torre B

J. RIVERA  
INGENIEROS

## TORRE B

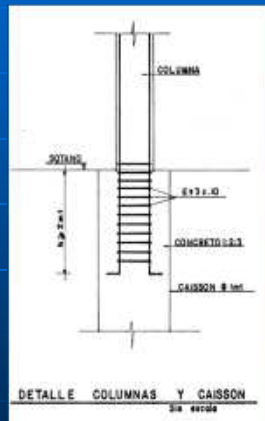
- Estructura 6 pisos y sótano, concreto reforzado, pórticos en los dos sentidos principales.
- Columnas entre <math>40 \times 40</math> y <math>80 \times 45</math> - Alturas entre 3 - 4.50 m
- Vigas entre <math>40 \times 40</math> y <math>90 \times 40</math> - Luces entre 5 - 9.20 m
- Placas aligeradas con casetón de guadua y viguetería en una dirección - H=40 cms
- Cimentación en caissons y pilotes con secciones variables y profundidades mayores a 15 metros, con cabezales altura de 1.15 metros.

J. RIVERA  
INGENIEROS

## CIMENTACION

J. RIVERA  
INGENIEROS

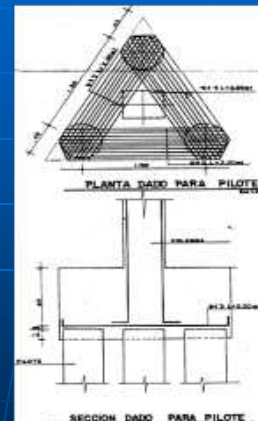
### Información de los planos de construcción



- Ganchos



- Refuerzo negativo



- Ganchos pilotes

## Levantamiento Arquitectónico y Topográfico



J. RIVERA  
INGENIEROS

La arquitectura coincidía con lo establecido en planos

## Estudio de suelos y cimentaciones



Torre A zapatas – Torre B Pilotes

J. RIVERA  
INGENIEROS

## ESTUDIO DE PATOLOGÍA ESTRUCTURAL

### Sanidad y Mapeo Estructural Torre A-B

- Extracción de núcleos
- Carbonatación
- Resistencia del concreto
- Resistencia del acero
- Verificación de cuantías de refuerzo
- Geometría de Vigas / Columnas / Viguetas
- Orientación de la placa



J. RIVERA  
INGENIEROS

## DATOS DE LA PATOLOGÍA

### TORRE B

- Concreto de 3.500 psi vs 3.000 psi
  - Geometría coincide con planos
  - Disposición de refuerzo coincide con planos
  - Concreto sano
- 
- Buena calidad de la construcción
  - Interventoría técnica buena
  - La obra construida coincide con la especificada en los planos



J. RIVERA  
INGENIEROS

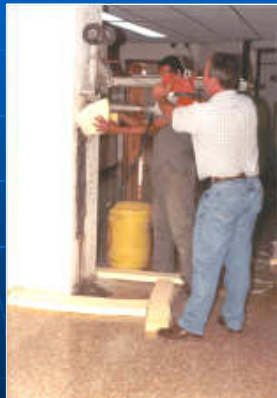
## GRANDES ESPESORES DE ACABADOS



•SOBRE ESPESORES DE PISOS  
INCREMENTO DE LA CARGA MUERTA  
REDUCCION DE LA CAPACIDAD DE LOS  
ELEMENTOS

J. RIVERA  
INGENIEROS

Ensayos realizados: mapeo del acero, esclerometría y ultrasonido, regatas de inspección, toma de núcleos de concreto, pruebas al acero, levantamiento de fisuras, grietas y averías.



Toma de Núcleos



Mapeo de refuerzo

J. RIVERA  
INGENIEROS

**SE PUEDE OBTENER:**

- Capacidad de los elementos
- Modelación de la estructura
- Indices demanda / capacidad
- Indices de resistencia
- Indices de flexibilidad

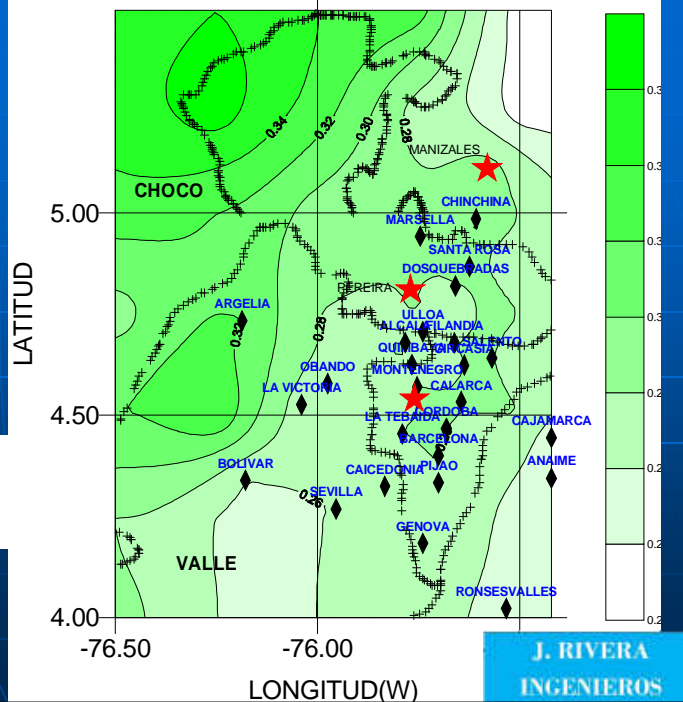


**J. RIVERA  
INGENIEROS**

**AMENAZA  
SISMICA**

**Aa=.28 g**

MAPA DE ISOACELERACIONES  
EJE CAFETERO  
MODELO LINEA FUENTE  
q=0.10 Q=50 Años  
Periodo de Retorno 475 Años



**J. RIVERA  
INGENIEROS**

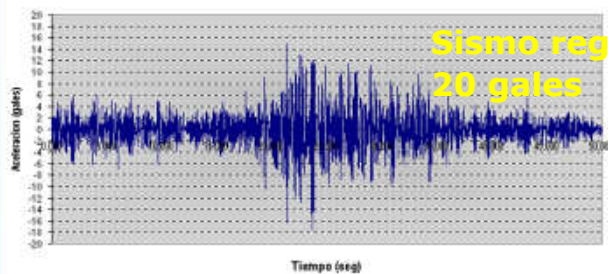
## INFORMACION SISMICA

- Red Nacional de Acelerógrafos (RNA)
- Sismos registrados en las Estaciones de Calarca (roca) y la Universidad del Quindío (suelo).
- Armenia 1997 Roca
- Armenia 25 de enero de 1999 Superficie
- Falla del Sistema Romeral
- Sismos de Subducción.

- Sismo de 1.997 en roca ESCALADO
- Sismo de 1.999 en superficie DECONVOLUCION
- Los dos sismos se subieron a superficie en Telearmenia

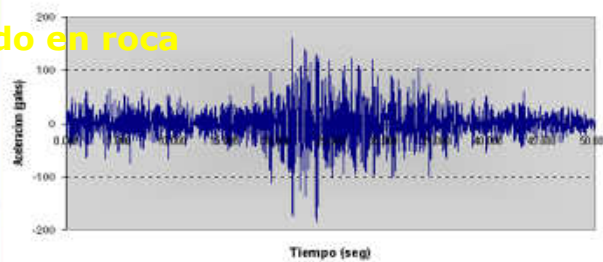
J. RIVERA  
INGENIEROS

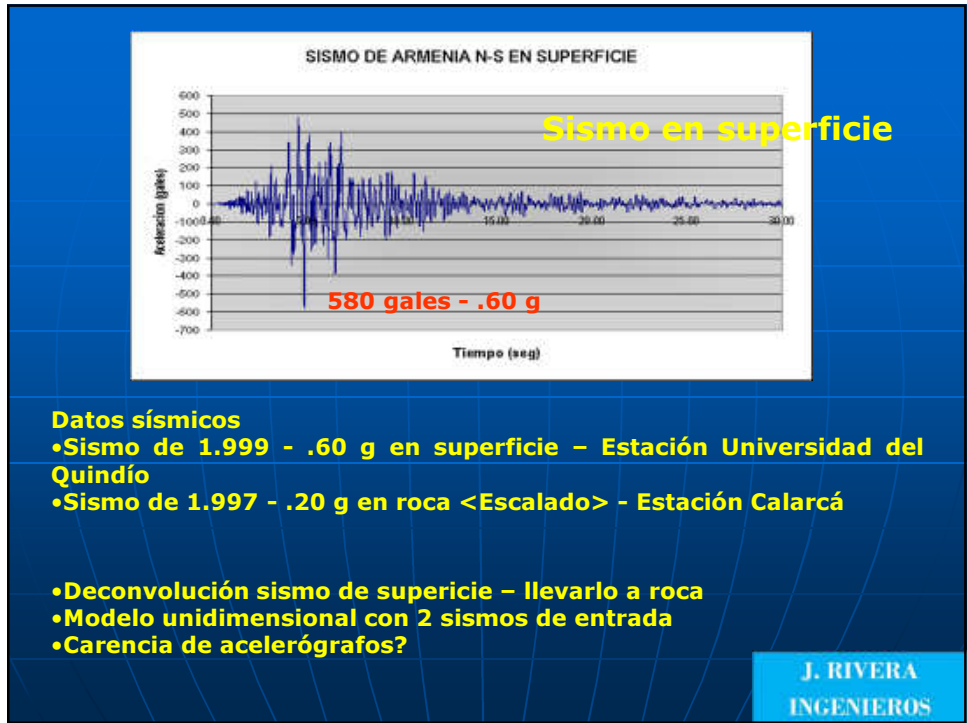
SISMO DE ARMENIA 1997 EN ROCA



J. RIVERA  
INGENIEROS

SISMO DE ARMENIA 1997 EN ROCA ESCALADO A 186 GALES  
EN ACELERACION PICO





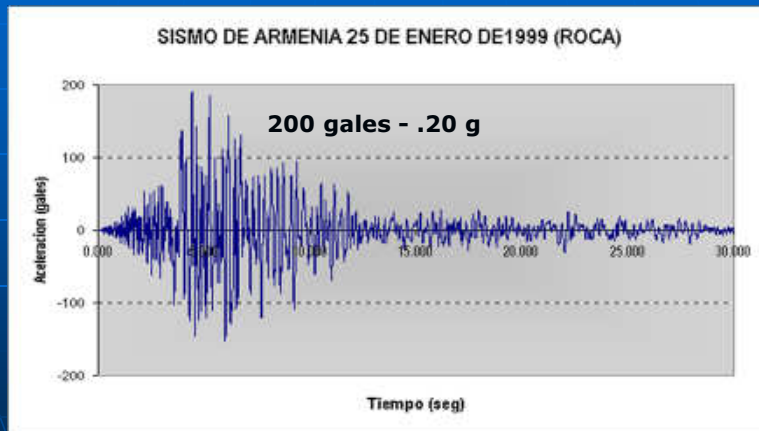
**Perfil Columna de suelo Uniquindío**

CAPA	PROF.	DESCRIPCION	IP (%)	Peso Unit (ton/m <sup>3</sup> )	Vs (m/seg)
1	0-7	Limo arenoso	20	1.6	150
2	7-10	Limo arenoso	80	1.5	150
3	10-13	Limo Areno arcilloso	100	1.4	150
4	13-18	Arcilla limosa con Gravas	30	1.6	200
5	18-22	Arena Limo gravosa	20	1.6	500
6	22-25	Limo Areno arcilloso	30	1.5	500
7	25-27	Limo Areno arcilloso con gravas	40	1.5	610
8	+27	Roca	-	2	1300

**J. RIVERA  
INGENIEROS**



## Deconvolución sismo en superficie

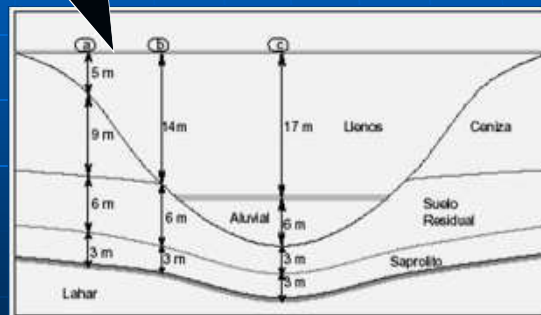


J. RIVERA  
INGENIEROS

## COLUMNA DE SUELO - TELEARMENIA

### EDIFICIOS TELEARMENIA

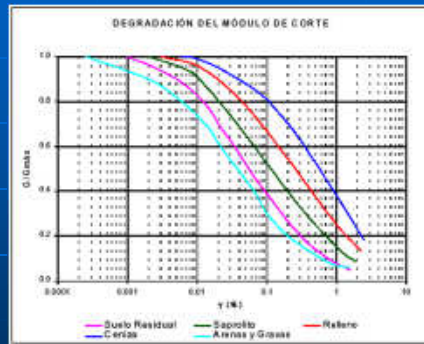
- Quebrada Armenia
- Zona de Llenos
- Profundidad Variable
- Resonancia
- Período suelo/estructura
- Amplificación



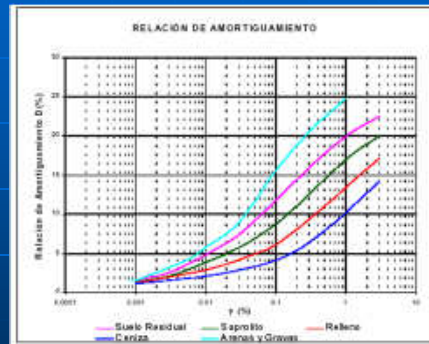
J. RIVERA  
INGENIEROS

## ENSAYOS DINAMICOS COLUMNA DE SUELO

### MODULO DE CORTE



### AMORTIGUAMIENTO



J. RIVERA  
INGENIEROS

## PARAMETROS DE LA COLUMNA DE SUELO

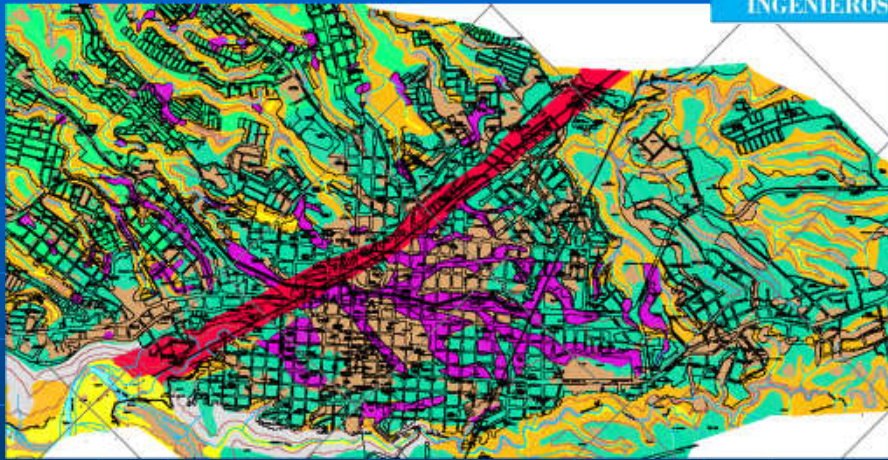
- Velocidad de onda de corte baja
- Período de la columna de suelo
- Profundidad relativamente pequeña
- Modelo unidimensional

DESCRIPCIÓN	PROFUNDIDAD(M)	PESO UNIT. (TON/M <sup>3</sup> )	Vs(M/SEG)
Lleno	0-7	1.4	70
Ceniza	7-15	1.45	150
S. Residual	15-21	1.5	320
Saprofito	21-24	1.75	400

J. RIVERA  
INGENIEROS

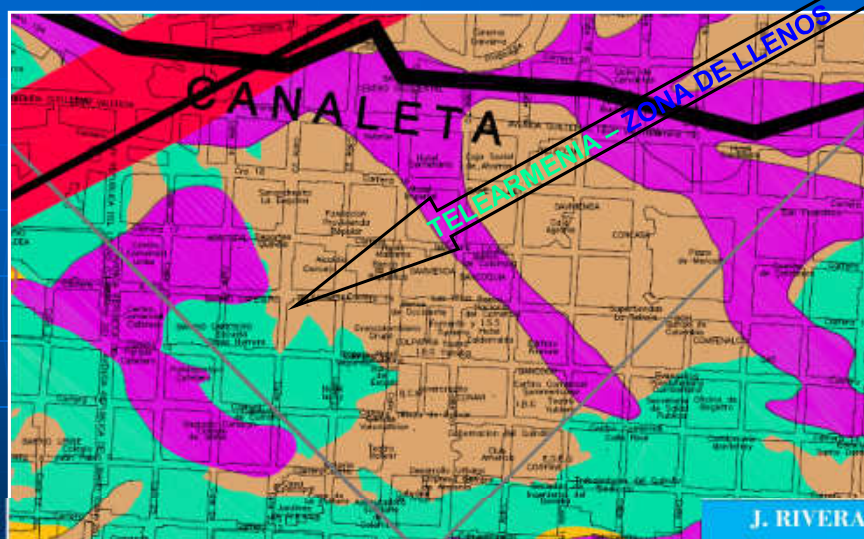
## UBICACIÓN ESPACIAL

J. RIVERA  
INGENIEROS



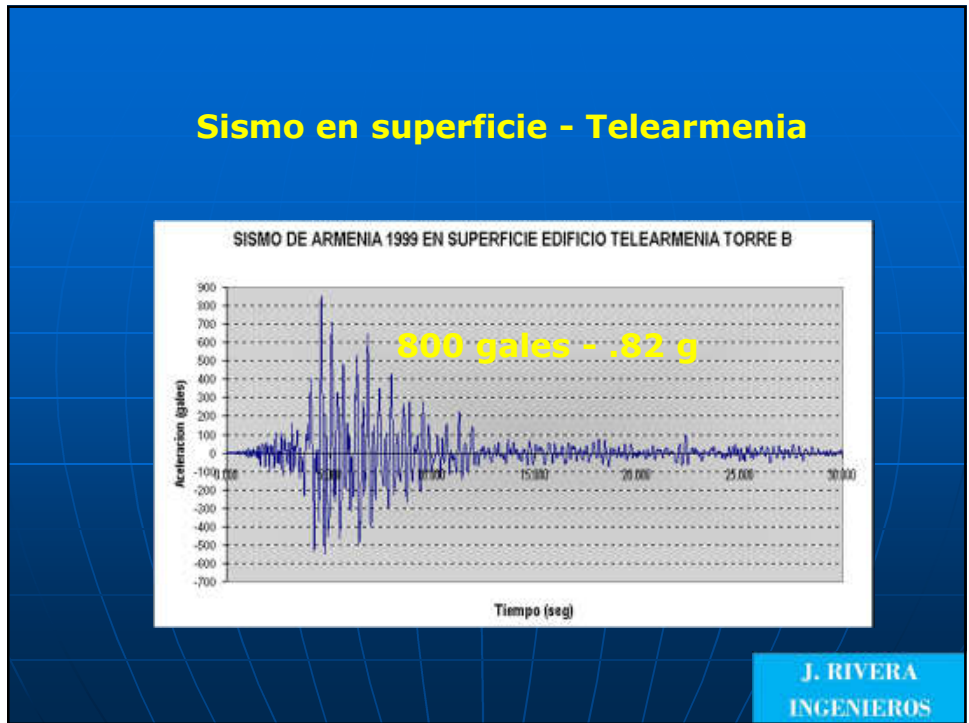
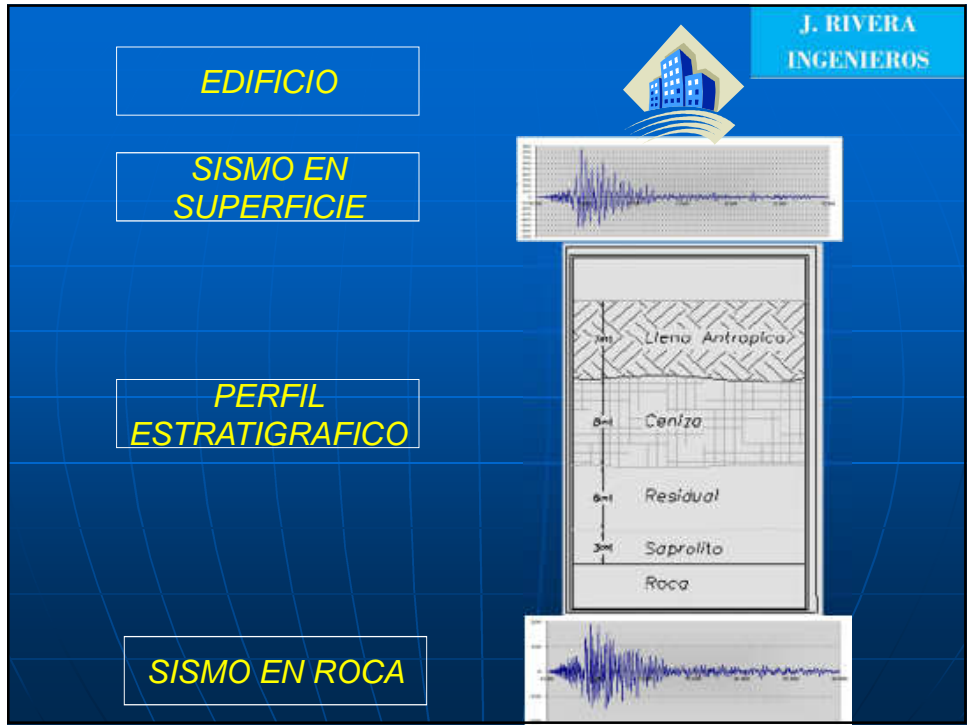
- ZONA 2 - CENIZAS 2** - (Incluye tipo de Cenizas 2 y 3), con espesores mayores o iguales a 13m en zonas de pendiente moderada. Amplificaciones medias a altas. Debe emplearse el espectro de diseño para la Zona 2.
- ZONA 3 - LLENOS 1** - Llenos mecánicos (Material VII) con espesores menores de 6m sobre por lo menos 1m de cenizas volcánicas (Material I) y llenos naturales (Material X), ubicados en zonas de pendiente moderada. Amplificaciones elevadas. Debe emplearse el espectro de diseño para la Zona 3.
- ZONA 4 - LLENOS 2** - (Incluye Llenos 2 y 3), Llenos mecánicos (Material VII) con espesores superiores a 6m, ubicados en zonas de pendiente moderada sobre materiales residuales (Material II), flujos volcánicos (Material IV) o materiales aluviales (Materiales VI o VII). Amplificaciones medias a bajas. Debe emplearse el espectro de diseño para la Zona 4.

## CARACTERIZACION GEOTECNICA

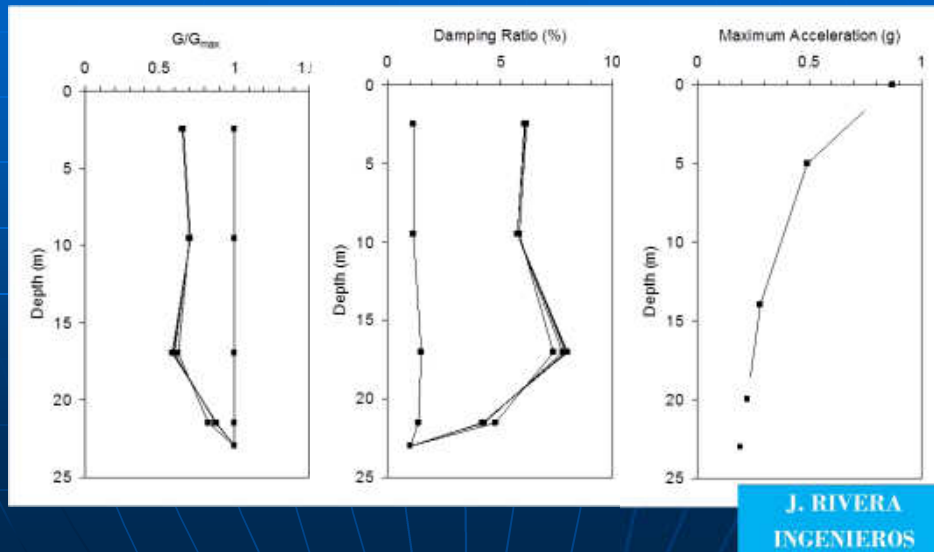


J. RIVERA  
INGENIEROS

- ZONA 3 - LLENOS 1** - Llenos mecánicos (Material VII) con espesores menores de 6m sobre por lo menos 1m de cenizas volcánicas (Material I) y llenos naturales (Material X), ubicados en zonas de pendiente moderada. Amplificaciones elevadas. Debe emplearse el espectro de diseño para la Zona 3.

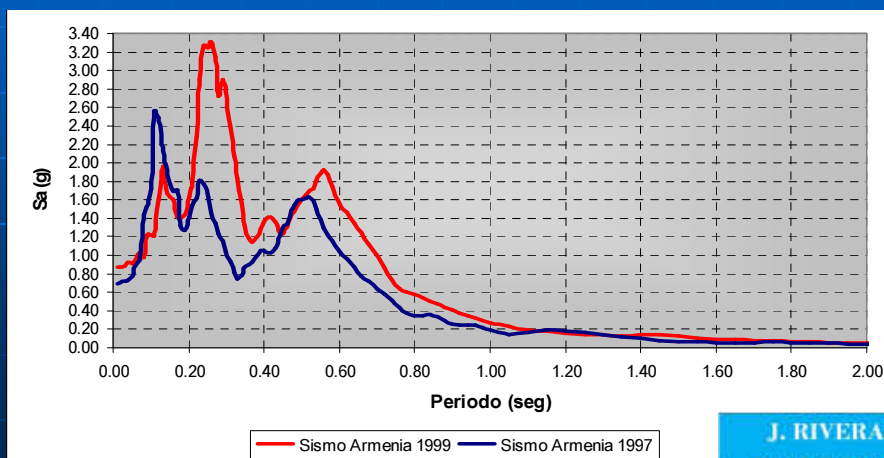


## PARAMETROS DE SUELO T = 0.44 seg



## Espectro de respuesta de la zona - Telearmenia

- Amortiguamiento 5%
- Señal en superficie de los 2 sismos
- Grandes amplificaciones
- 2 picos - T = .30 seg - T = .58 seg



## Espectros de Fourier



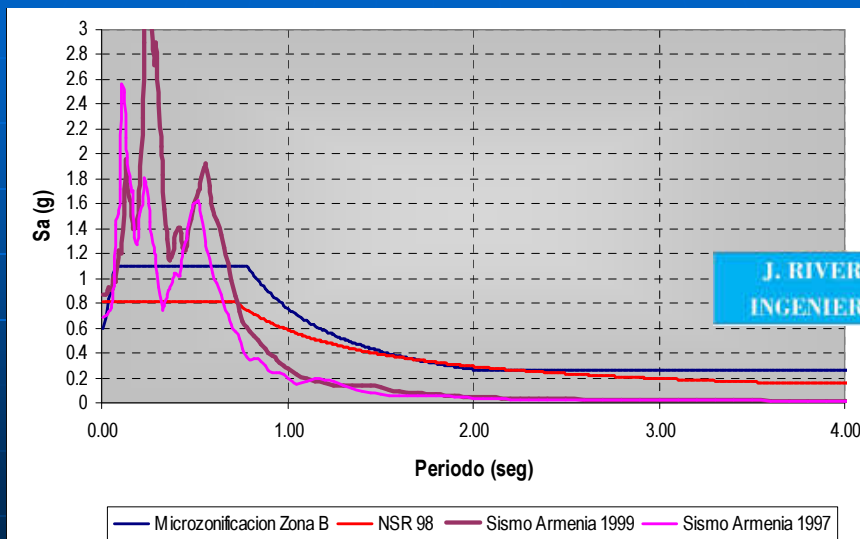
Energía Periodo  
0.58 seg  
T<sub>edf</sub>: 2.48 seg

Energía Periodo  
0.53 seg

J. RIVERA  
INGENIEROS



## Espectro de respuesta vs. Espectro de diseño de NSR-98 vs Microzonificación Armenia



## Qué se tiene hasta el momento ?

- Geometría
- Cantidad de refuerzo y disposición
- Cargas actuantes verticales
- Espectros de respuesta y diseño en el sitio
- Acelerogramas en superficie

Tenemos lo necesario para analizar la VULNERABILIDAD DE LA ESTRUCTURA

- PROCEDAMOS A CONSTRUIR EL MODELO PARA IDENTIFICAR POSIBLES DEFICIENCIAS

J. RIVERA  
INGENIEROS

## ***MODOS DE VIBRACION***

MODO	PERIODO (SEG)	FRECUENCIA
1	2.48	0.4
2	1.95	0.51
3	1.71	0.59
4	0.67	1.5
5	0.56	1.78
6	0.47	2.13
7	0.42	2.38
8	0.36	2.75
9	0.3	3.36
10	0.29	3.47

**Período fundamental de la estructura de 2.48 seg**  
**Relación rigidez / masa desproporcionado**  
**Excesiva flexibilidad**  
**Efectos de segundo orden elevados**  
**DERIVAS ?**

***ESTA ESTRUCTURA TIENE PROBLEMAS?***

J. RIVERA  
INGENIEROS

## DERIVAS CON LA NSR-98 – ANALISIS ESPECTRAL

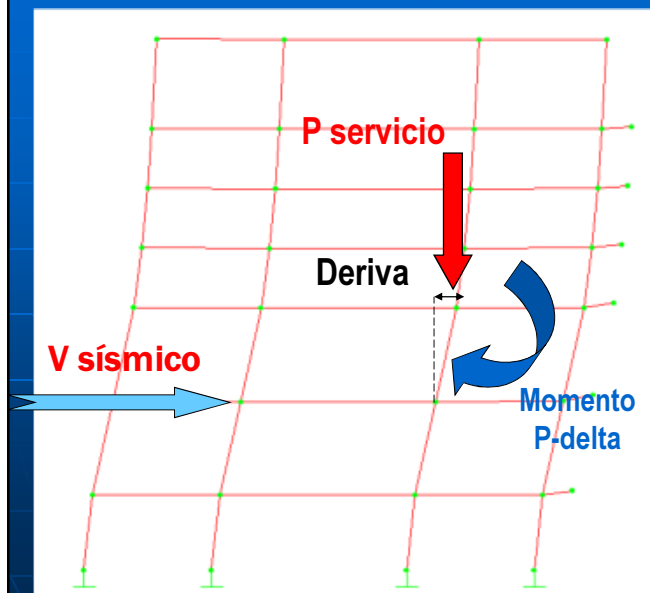


**DERIVAS DE 8%!**

- Excesivo desplazamiento lateral
- Daño en elementos No estructurales
- SE DEBE RIGIDIZAR

J. RIVERA  
INGENIEROS

## EFECTO P-DELTA

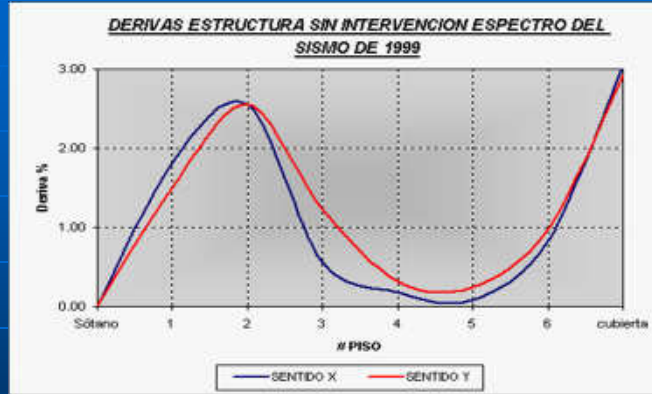


- AUMENTO DE FUERZAS
- DAÑOS MUROS
- VOLCAMIENTO
- DESPLAZAMIENTOS

J. RIVERA  
INGENIEROS



## Modelación Espectro de respuesta del sismo de 25 de enero de 1999



- No es tan crítico –  $T_{suelo}=0.44$  seg
- Espectro con aceleraciones altas en períodos bajos –  $T_{edf}=2.48$  seg
- DERIVAS DE 2.5%

J. RIVERA  
INGENIEROS

## Índices de Flexibilidad, Sobre esfuerzo y Vulnerabilidad

### Evaluación con el espectro de la NSR 98

NIVEL	DERIVA X (%)	DERIVA Y (%)	ÍNDICE DE FLEXIBILIDAD
Sótano	0	0	0
1	3.15	2.39	3.15
2	7.07	5.74	7.07
3	7.35	5.67	7.35
4	4.54	3.98	4.54
5	3.1	2.87	3.1
6	2.1	2.01	2.1

MUY ELEVADO



J. RIVERA  
INGENIEROS

## Índices de Sobre esfuerzo Estructura sin Intervenir

### VIGA EJE 1 PISO 1 (A-B)

(D/C)	
M izq. (-)	chk
M der (-)	chk
M eje (+)	0.47
V izq	chk
V eje	chk
V der	chk

### VIGA EJE 1 PISO 2 (A-B)

(D/C)	
M izq. (-)	chk
M der (-)	chk
M eje (+)	0.47
V izq	chk
V eje	chk
V der	chk

### VIGA EJE 1 PISO 3 (A-B)

(D/C)	
M izq. (-)	chk
M der (-)	chk
M eje (+)	0.47
V izq	chk
V eje	chk
V der	chk

### VIGA EJE 2 PISO 1 (B-C)

(D/C)	
M izq. (-)	chk
M der (-)	chk
M eje (+)	0.91
V izq	chk
V eje	chk
V der	chk

### VIGA EJE 2 PISO 2 (B-C)

(D/C)	
M izq. (-)	chk
M der (-)	chk
M eje (+)	0.91
V izq	chk
V eje	chk
V der	chk

### VIGA EJE 2 PISO 3 (B-C)

(D/C)	
M izq. (-)	chk
M der (-)	chk
M eje (+)	0.91
V izq	chk
V eje	chk
V der	chk

**75% de elementos  
NO APTOS**

**Falla compresión  
Cuantía > .75 RoBal**

**Falla Corte  
Falla súbita**

**Ductilidad  
R  
Articulaciones  
Disipación Energía**

**J. RIVERA  
INGENIEROS**

## CALCULO DE VULNERABILIDAD SEGUN A.10.8

### HIPOTESIS DE SECUENCIA DE FALLA:

- a) Falla de vigas de carga en sentido Y
- c) Falla de columnas de piso 1

### INDICE DE SOBRE ESFUERZO GENERAL DE LA EDIFICACION:

Tomando como elementos mas importantes las columnas y las vigas de carga

Índice de sobre esfuerzo	3.67	
Vulnerabilidad	0.27	<b>VULNERABLE</b>

### INDICE DE FLEXIBILIDAD GENERAL DE LA EDIFICACION:

Índice de flexibilidad	7.35	
Vulnerabilidad	0.14	<b>MUY VULNERABLE</b>

**EDIFICACION VULNERABLE  
COLAPSO DE COLUMNAS ANTES QUE VIGAS  
GRAN FLEXIBILIDAD  
POSIBILIDAD DE COLAPSO PARA SISMOS MODERADOS Y FUERTES  
POCA DISIPACION DE ENERGIA**

**ES NECESARIA LA INTERVENCION DE LA EDIFICACION**

## ESTUDIO DE ALTERNATIVAS DE REFORZAMIENTO

- **OPCIONES**
  - ENCAMISADO DE COLUMNAS Y VIGAS
  - MUROS ESTRUCTURALES
  - FIBRAS DE CARBONO
  - ARRIOSTRAMIENTO METALICO
- **RESTRICCIONES**
  - LA PLANTA NO PUEDE SALIR DE OPERACION
  - RUIDO
  - INTERVENCION LIMPIA
  - COSTO

J. RIVERA  
INGENIEROS

## **QUE SISTEMA DE REFORZAMIENTO SE ESCOGE?**

- ENCAMISADO DE COLUMNAS Y VIGAS - GRAN AFECTACION
- MUROS ESTRUCTURALES EFICIENTES PERO GENERA TRAUMATISMO EN LA OPERATIVIDAD
- FIBRAS DE CARBONO REFUERZO SECUNDARIO
- ARRIOSTRAMIENTO METALICO SISTEMA ELEGIDO

**EL EDIFICIO SE REFORZARA CON  
ARRIOSTRAMIENTOS METALICOS  
CONCENTRICOS**

J. RIVERA  
INGENIEROS

## **ENCAMISADO COLUMNAS**



**J. RIVERA  
INGENIEROS**

## **PANTALLAS**



**J. RIVERA  
INGENIEROS**

## ***PANTALLAS***



**J. RIVERA  
INGENIEROS**

## ***ENCAMISADO COLUMNAS***



**J. RIVERA  
INGENIEROS**

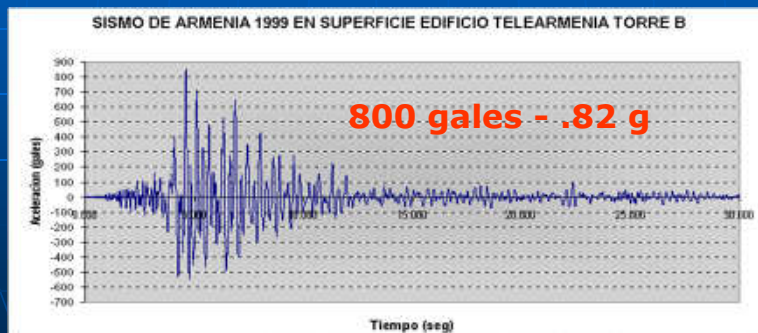
## ENCAMISADO VIGAS



J. RIVERA  
INGENIEROS

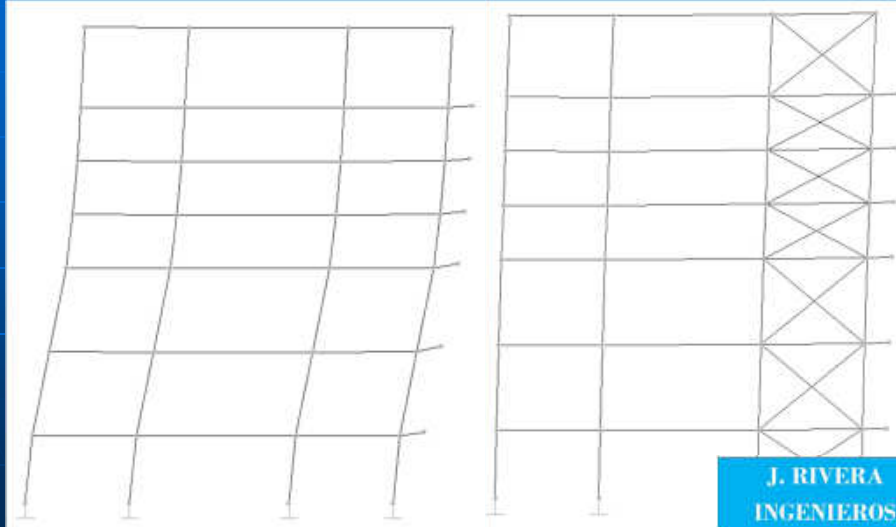
## Modelación estructural cronológica elástica con el sismo de 1.999

- Señal en superficie
- Amplificación elevada
- Modos de vibración
- Ecuaciones desacopladas
- Fuerzas en cada tiempo como contribución de todos los modos



J. RIVERA  
INGENIEROS

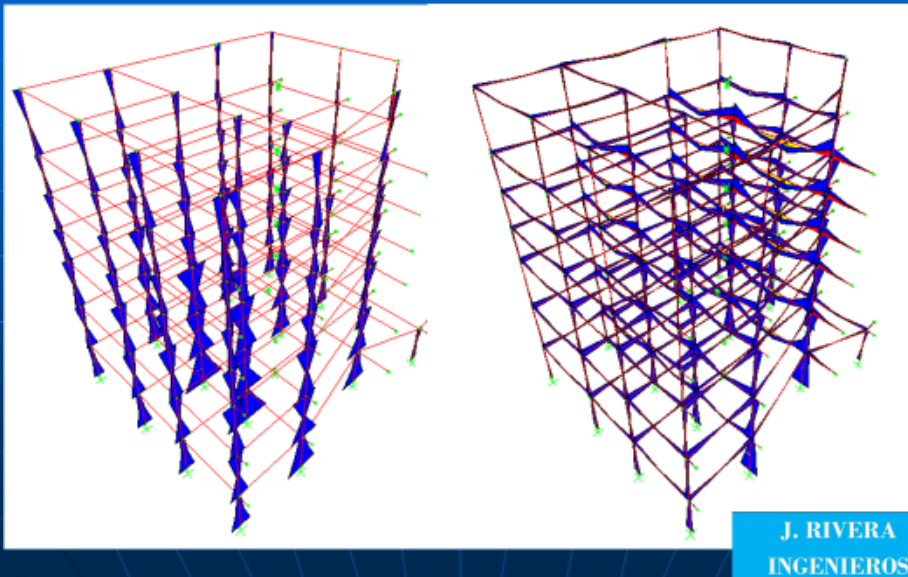
## Reducción de la flexibilidad



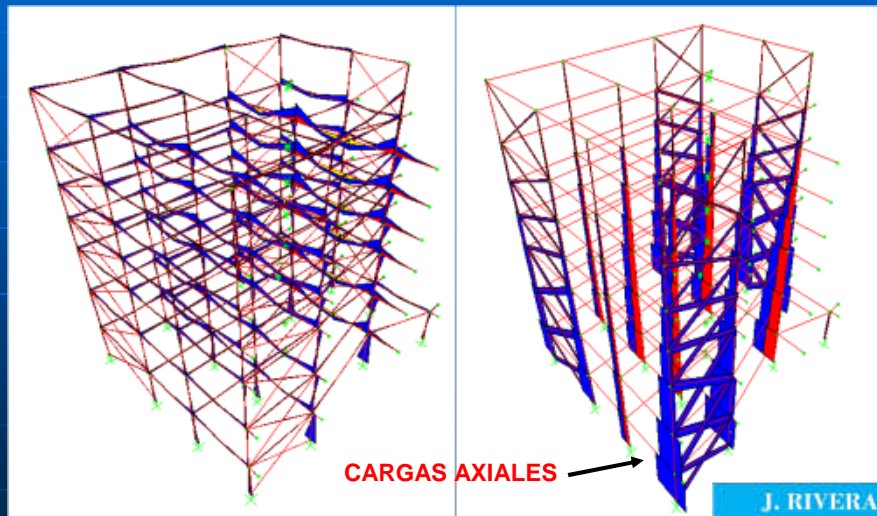
Sin intervención

Con arriostramiento

## ENVOLVENTE DE MOMENTOS EDIFICACION SIN INTERVENCION

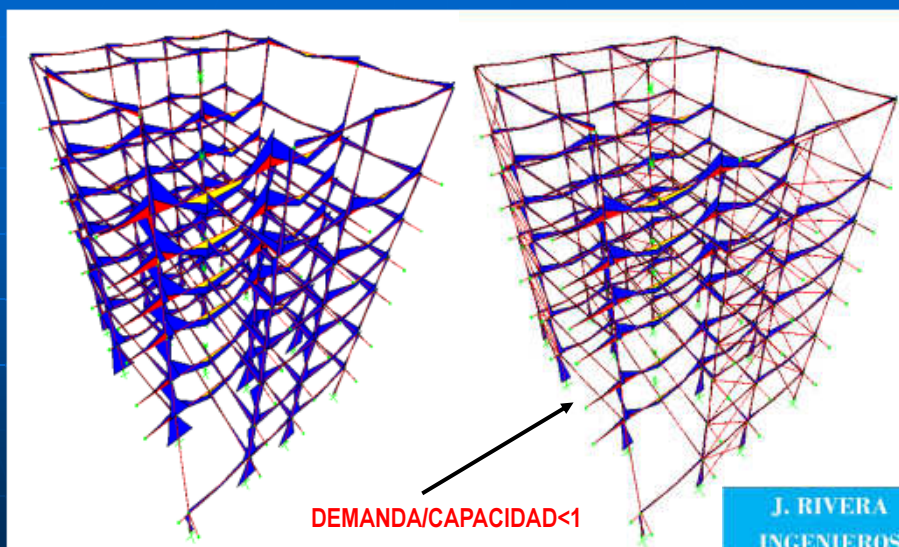


## ENVOLVENTE DE MOMENTOS Y AXIALES CON ARRIOSTRAMIENTO



J. RIVERA  
INGENIEROS

## REDUCCION DE DEMANDAS



J. RIVERA  
INGENIEROS

SIN RIOSTRAS

CON RIOSTRAS



## ARRIOSTRAMIENTO METALICO



J. RIVERA  
INGENIEROS

## ARRIOSTRAMIENTO METALICO



J. RIVERA  
INGENIEROS

### **ESPECIFICACIONES**

- Tubo de 260x260x11 mm (A-500C)
- Cartelas de 1" extremos
- Pernos 1" grado 8 - <A-490> extremos
- Cartelas de 5/8" nudo central
- Pernos 3/4" grado 8 - <A-490> nudo central



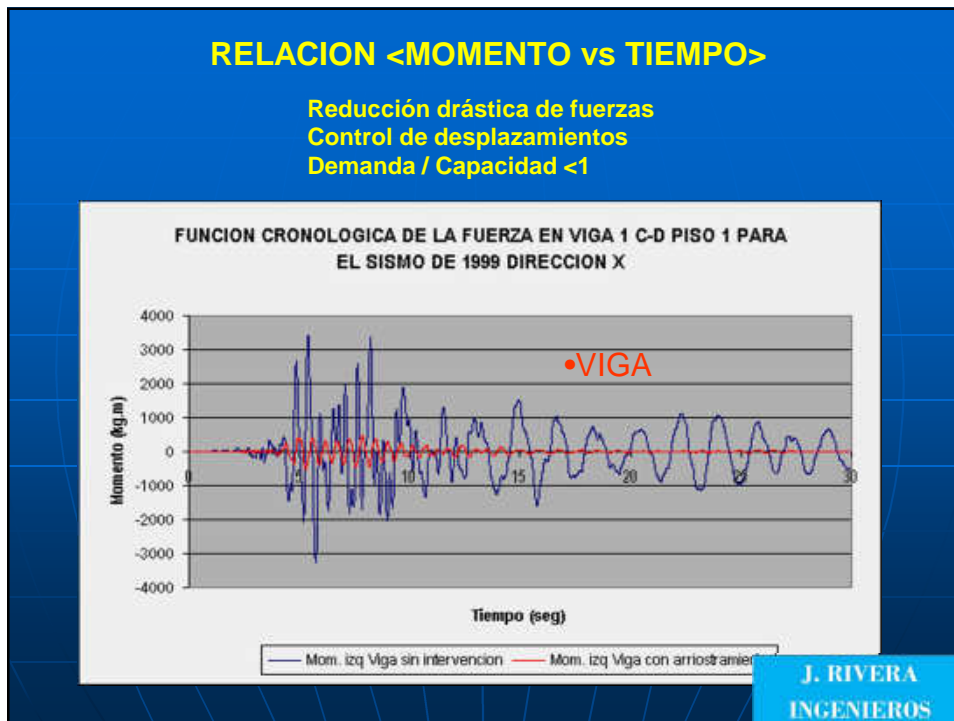
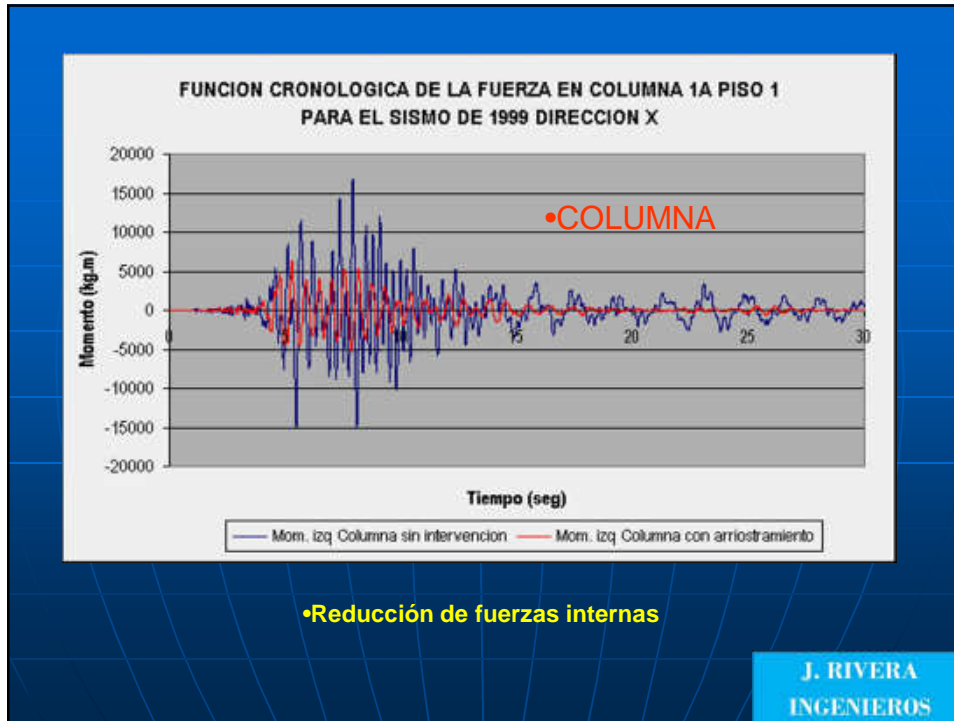
J. RIVERA  
INGENIEROS

## **MODOS DE VIBRACION DE LA ESTRUCTURA INTERVENIDA**

MODO	PERIODO (SEG)	FRECUENCIA
1	0.89	1.12
2	0.88	1.13
3	0.57	1.75
4	0.23	4.33
5	0.23	4.42
6	0.15	6.7
7	0.12	8.2
8	0.12	8.3
9	0.12	8.41
10	0.11	9.09

- **Período de 0.89 seg vs 2.48 seg**
- **Desplazamientos laterales adecuados**
  - **Efectos de segundo orden**

J. RIVERA  
INGENIEROS



## Demanda / capacidad en los elementos estructurales

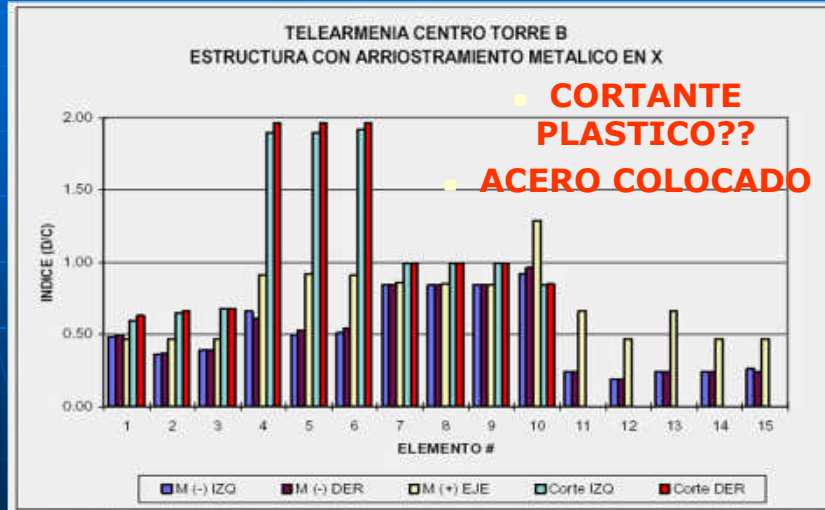
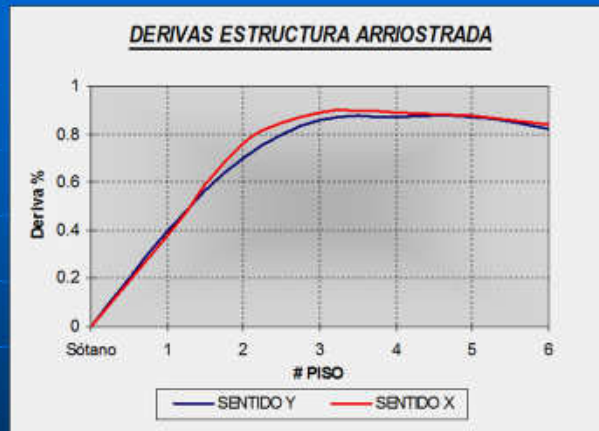


Figura 19. Índices de sobre esfuerzo de los elementos estructurales de la edificación con arriost

**J. RIVERA  
INGENIEROS**

## Derivas Arriostramiento



- Valores menores al 1% - OK
- Reducción de daño en elementos NO estructurales

**J. RIVERA  
INGENIEROS**



## ARQUITECTURA - INGENIERIA

**SE VE BIEN!**



J. RIVERA  
INGENIEROS

## NUDO CENTRAL RIOSTRAS



J. RIVERA  
INGENIEROS



## NUDO CENTRAL RIOSTRAS



J. RIVERA  
INGENIEROS



## EXTREMO RIOSTRAS



J. RIVERA  
INGENIEROS

## REFORZAMIENTO CON PANTALLAS

*Aplicable en algunos casos!!!*



J. RIVERA  
INGENIEROS

## PROBLEMAS DE LA INSTALACION

- ACERO EXISTENTE COLUMNA / VIGA
- ESCANEO DE CADA SITIO
- EFECTIVIDAD DEL ESCANER
- TIPOLOGIA DIFERENTE
- PLANTILLA UNICA PARA CADA NUDO
- FABRICACION



J. RIVERA  
INGENIEROS

## PLANOS ESTRUCTURALES

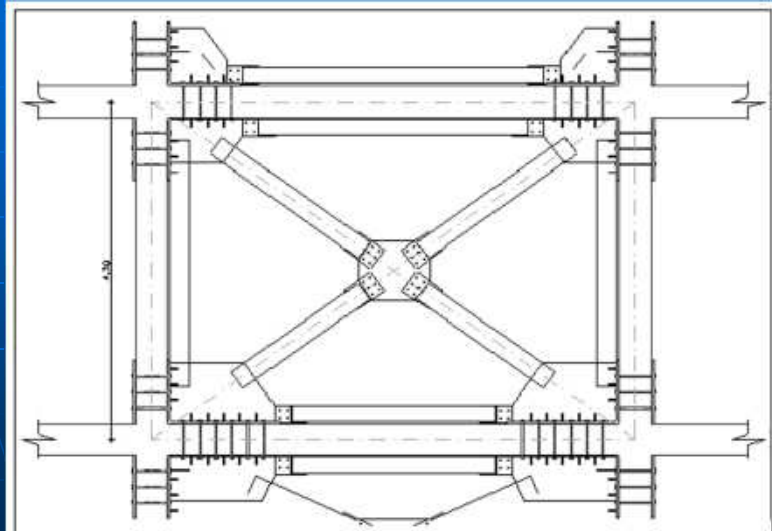
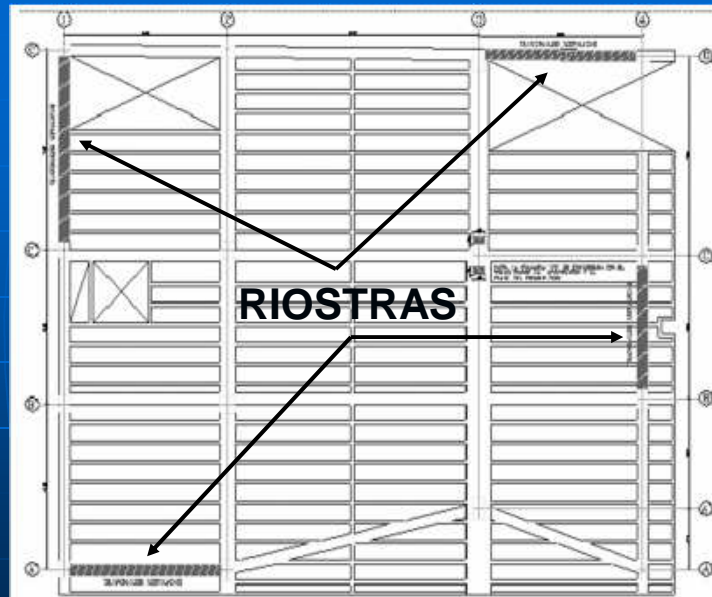


Figura 21. Amostramiento metálico concéntrico

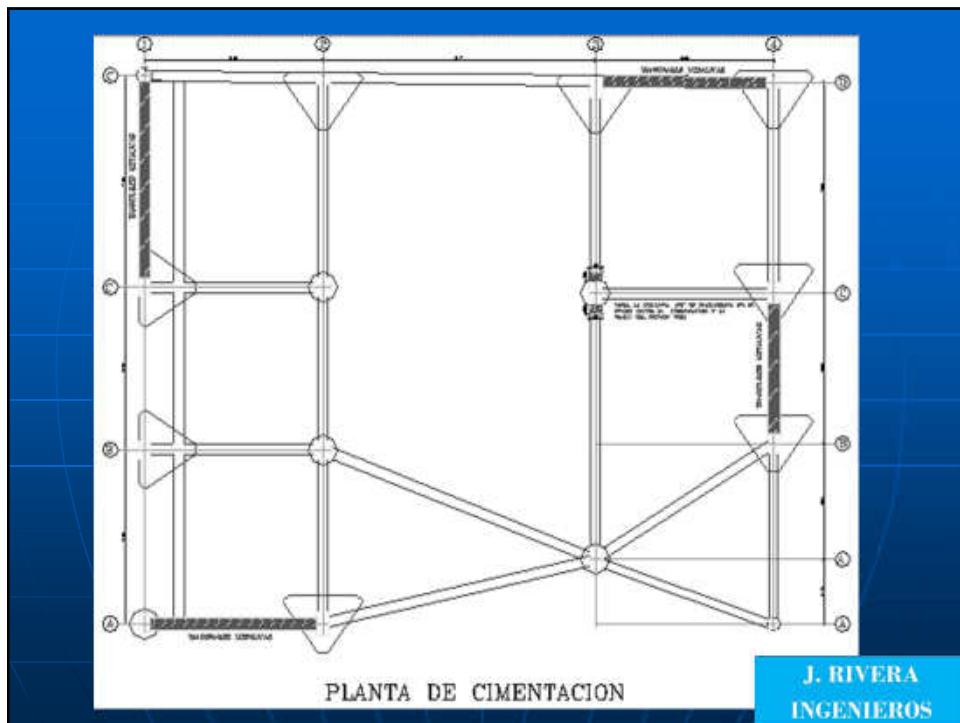
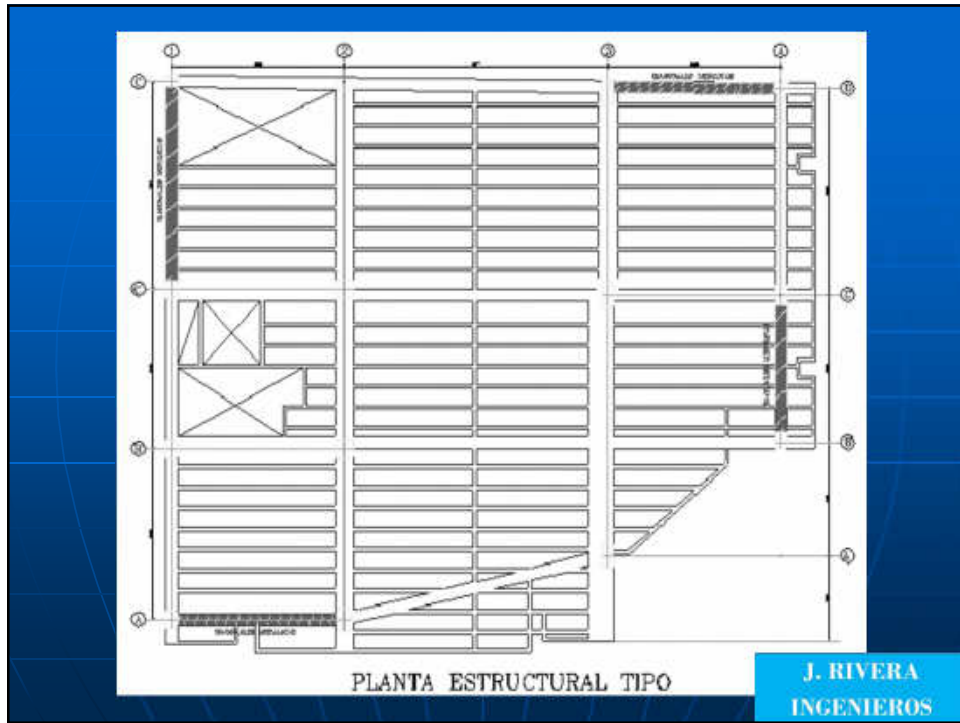
J. RIVERA  
INGENIEROS

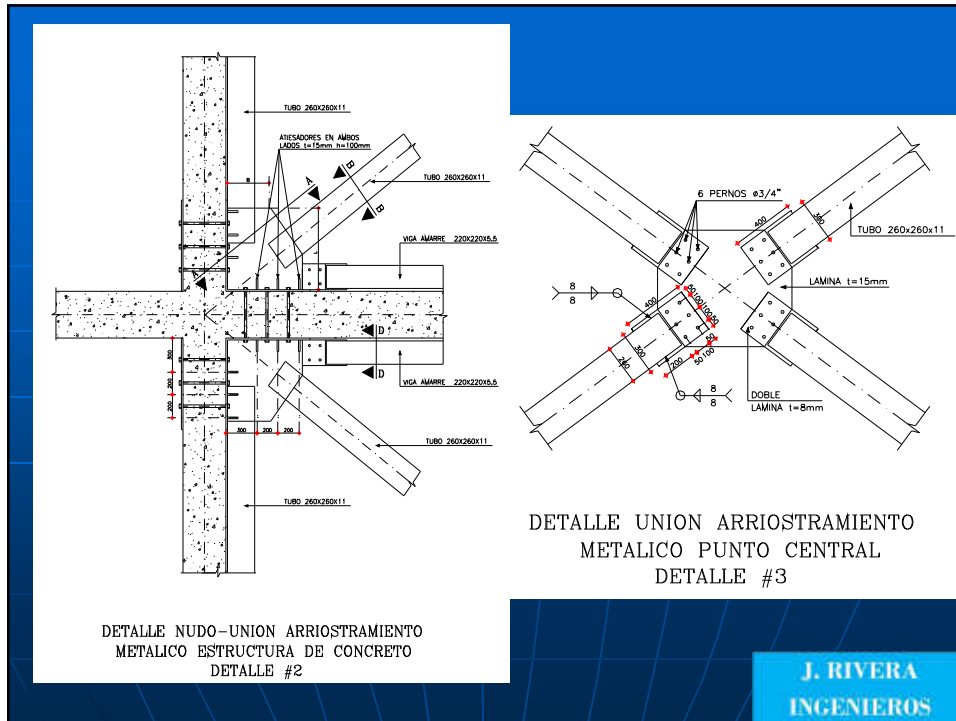


PLANTA ESTRUCTURAL 1 PISO

J. RIVERA  
INGENIEROS







## CONCLUSIONES

- El reforzamiento es un método efectivo para reducir el riesgo en estructuras deficientes.
- Existen varias técnicas de rehabilitación, debe escogerse la más apropiada.
- Se requiere saber cómo está construido el edificio, hacer un análisis sísmico apropiado y seleccionar el método de reforzamiento.
- Deben considerarse otros aspectos diferentes a los meramente técnicos.

J. RIVERA  
INGENIEROS