

UNA HISTORIA
INCOMPLETA
SOBRE CREENCIAS FALSAS
EN INGENIERIA SISMICA

Leonardo

- Vinci era un hombre bien parecido. Tocaba el laúd y cantaba muy bien. Además, dibujaba muy bien. Él decía que no era sólo un artista sino un hombre práctico. Él quería que yo lo contratara como ingeniero.

Leonardo (Cont.)

- En lugar de aprovechar lo que estaba a la mano, él siempre deseaba **algo que, de tenerlo, sería mucho mejor**. Casi siempre, sus ideas parecían suficientemente buenas, pero yo siempre tuve la sensación de que no se hubieran visto tan bien si él no hubiera sido un artista de primer nivel.

Leonardo (Cont.)

- Lo contraté a pesar de que nunca estuve totalmente convencido de hacerlo. Yo prefiero que los ingenieros que trabajan para mí sean ingenieros y no intérpretes de laúd ingenieriles. **Vinci nunca fue realmente exitoso.**

Leonardo (Cont.)

- Naturalmente que él tenía una mente ingeniosa y una cantidad significativa de información técnica, pero **no era confiable en los detalles diarios** de su trabajo. Tenía la exasperante **habilidad de convertir los problemas simples en complicados.**

UNA HISTORIA
INCOMPLETA
SOBRE CREENCIAS FALSAS
EN INGENIERIA SISMICA

Contenido

- Quiero comenzar con unos cuantos mitos.
- Voy a continuar con problemas relacionados con la interpretación general de la respuesta de edificios.
- Y por último me concentraré en edificios de concreto reforzado

Perspectiva

- Permítanme confesar mi perspectiva de la relativamente corta historia de la ingeniería sísmica in EUA:
- Se comenzó con un pragmatismo admirable.
- Luego se descendió a un escolasticismo rígido.
- Ahora nos dirigimos hacia el romanticismo.



THALES of MILETUS

- Century 6 BC



Galesius 1570

Permanezca fuera da la casa durante del terremoto

No construya por encima de ~20 m

Coloque estatuas de Mercurio en todas las esquinas de la casa.

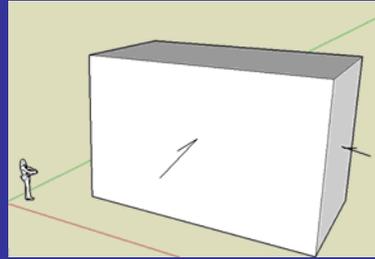
Ore!

Lisbon 1755

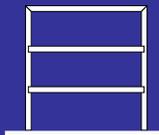
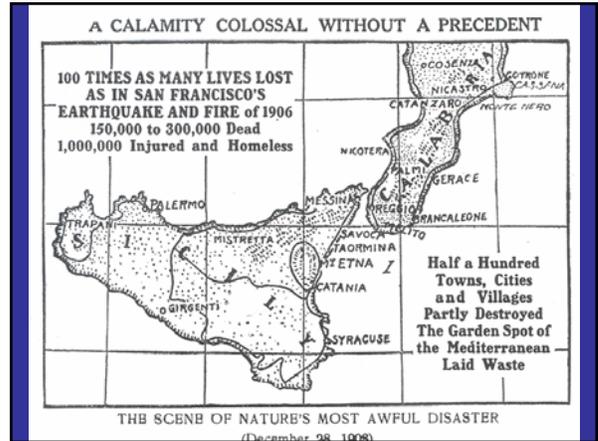
- Mitchell >>>>. Wave propagation (1761)
- Mallet Epicenter (1857)

San Francisco 1906

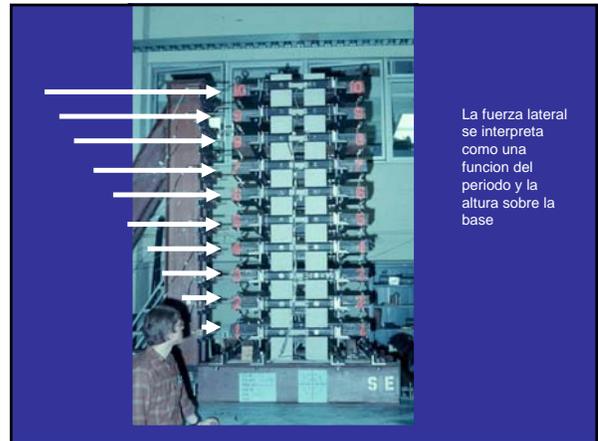
Carga de Viento



Messina 1908



Cortante en la base
W/12



La fuerza lateral se interpreta como una función del periodo y la altura sobre la base

Fuerza lateral controlaba el diseño

y debido a que

Fuerza = masa x aceleración

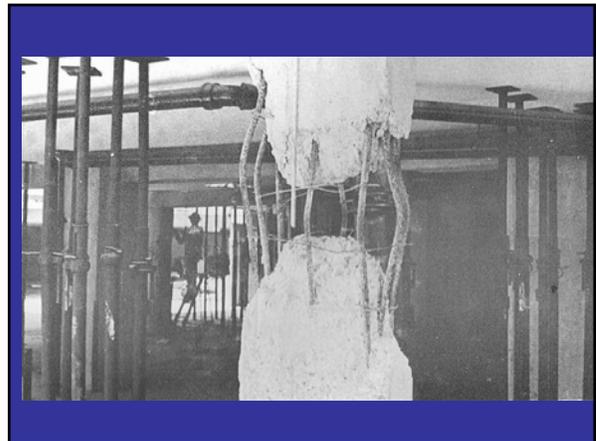
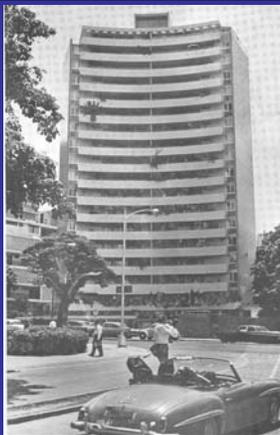
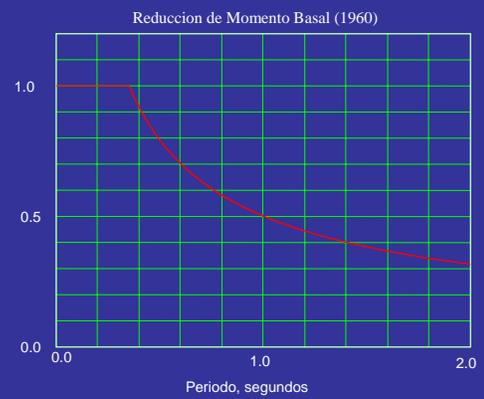
aceleración se convirtió en el tema central

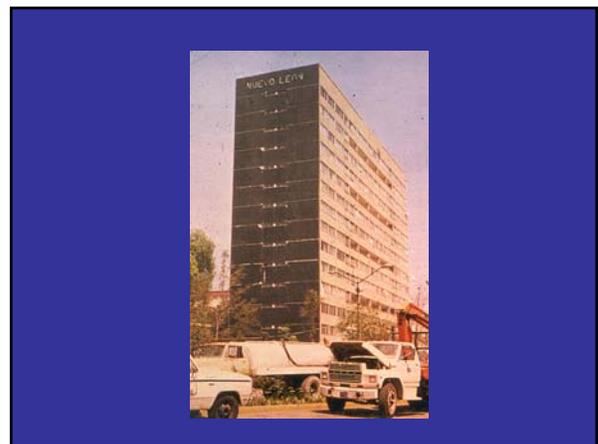
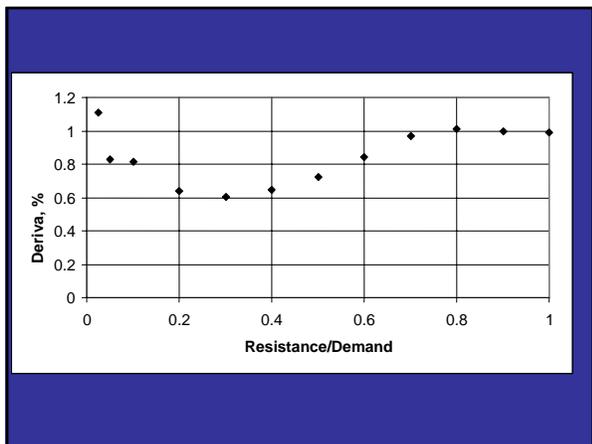
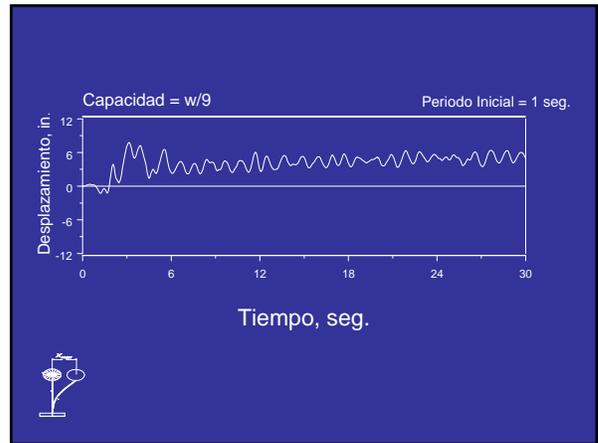
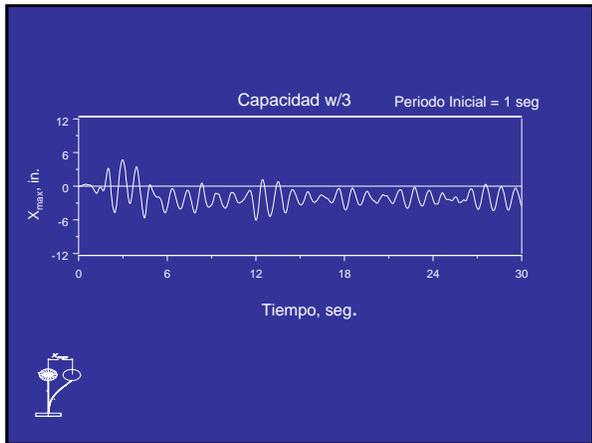
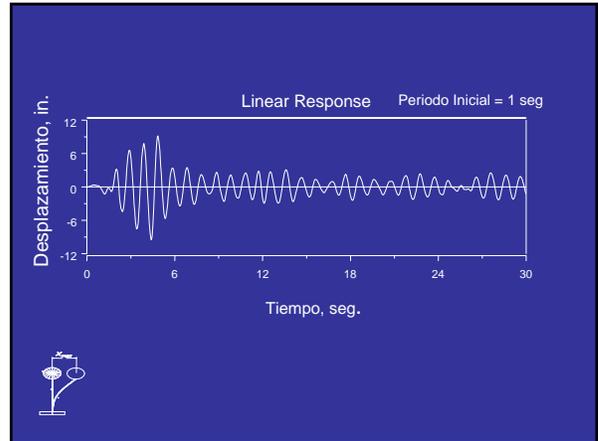
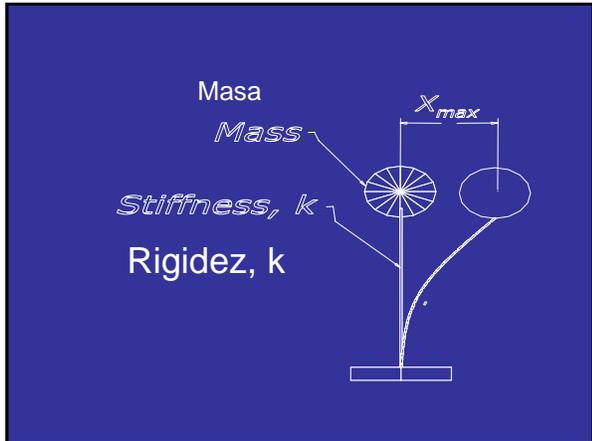
El reto intelectual >> Combinación Modal

1960

Reduccion del Momento Basal

$$J = \frac{0.5}{\frac{2}{T^3}} \text{ pero } < 1.0$$







H M Westergaard
MIDIENDO LA INTENSIDAD SÍSMICA EN
LIBRAS POR PIE CUADRADO

 Engineering News Record, 1932

Measuring Earthquake Intensity
in Pounds Per Square Foot

A suggested deduction based on a conventional maximum ground velocity for all periods in a given disturbance

By H. M. Westergaard
Professor of Structures and Applied Mechanics, University of California, Berkeley, California

A CONVENTIONAL measure of the intensity of an earthquake is the ratio, α , of the greatest horizontal acceleration of the ground to the acceleration due to gravity. When measurements are interpreted as sets of sine and cosine waves with different periods, superimposed on one another, it appears that the greatest values of the intensity α are identified with small waves with short periods, while waves with greater amplitudes and longer periods correspond to smaller intensities. The effects of an earthquake on a structure depend to a great extent on the relations of its periods of free vibrations to the periods of the vibrations of the ground. Therefore, if the safety of a structure against earthquakes is concerned with the consideration of the different possible periods of vibration, it does not seem rational to assume a single constant value of the intensity ratio, independent of the periods. When the ratio is not a constant it loses its usefulness as a measure of the intensity of the earthquake, although of course it may be kept as a quantity occurring in the computations.

Consider the motion defined by the equation

$$x = a_0 \left(\frac{t}{T} \right)^2 \cos \frac{2\pi t}{T} \quad (1)$$

in which a_0 is the displacement of the ground in a horizontal direction, T is the period, and t is time. The maximum acceleration is seen to be a_0 . The maximum velocity becomes

$$v = a_0 \frac{2t}{T} \quad (2)$$

If a_0 is to decrease when T increases, it is desirable to assume

a_0 inversely proportional to T within some range of values of T . Then v becomes a constant. For this reason it is suggested that consideration be given to the following possibility: The intensity of an earthquake in a given region is expressed not in terms of a greatest acceleration a_0 , but in terms of a greatest velocity v . The examination of the safety of a structure against earthquakes requires first, then, only a study of its vibrations due to the most unfavorable possible combinations of seismic waves, these combinations being subject to the restriction that the greatest velocity of the ground shall be v .

In case of simple harmonic motions it is in some regions the ratio $v = 0.05$ in T is more when $T = 1$ sec., then $v = 0.17$, $T = 1.2$ sec., $v = 0.145$ ft. per sec. $v = 0.1$ sec. would correspond $v = 0.1$. The corresponding maximum velocity would be $v = 0.250$ ft. sec.⁻¹.

Assuming a particular maximum velocity of the ground is equivalent to assuming a particular maximum kinetic energy of the ground per unit of volume. If W is the weight of the bedrock per unit of volume, then the kinetic energy becomes

$$E = \frac{1}{2} W v^2 \quad (3)$$

This energy is measurable in R.-ft. per unit of volume per unit of time. During an earthquake, waves of kinetic energy are transmitted through the bedrock. It seems reasonable that the intensity of this action should be measured by its energy. The suggestion is submitted that the energy E might serve as a measure of the intensity of the earthquake.

A numerical example will indicate the orders of magnitude of the various quantities. Assume $W = 130$ lb. ft.⁻³, $v = 0.170$ ft. sec.⁻¹, then eq. (3) gives $E = 0.0185$ ft. sec.⁻². If the motion is simple harmonic, eq. (2) gives $v = 0.12$ sec., which permits the combination $v = 0.12$, $T = 1.2$ sec., $v = 0.145$ ft. sec.

Letters to the Editor

Trends in Engineering Education

Sir—It is quite in agreement with the analysis of the future trends of engineering education made by Dean H. L. Rogers in your issue of April 6, 1932.

I am sure that Dean Rogers is quite right, also, in his opinion that there will be an increasing demand for engineers with administrative ability and sound training in business fundamentals. The tremendous shift in our country toward more and more scientific and technical training in business fundamentals has been in some ways well illustrated by the industry for the example of the old empirical type. An engineering degree supplemented by courses in English, economics, corporation finance, cost finding, etc., will probably offer the best training possible for the prospective industrial executive.

Una medida convencional de la intensidad de un sismo es la razón, α , de la mayor aceleración del suelo a la aceleración de la gravedad, g .

αg

... no parece racional asumir un solo valor constante [para representar] intensidad, independiente de los periodos.

H M Westergaard 1932

Los efectos de un sismo sobre las estructuras dependen en gran medida de la relación entre los períodos de vibración libre de la estructura y los períodos de vibración del suelo.

H M Westergaard 1932

- Considere la ecuación de movimiento descrita por:

$$x = \alpha g \left(\frac{T}{2\pi} \right)^2 \cos \left(\frac{2\pi t}{T} \right)$$

H M Westergaard 1932

Maximum Velocity

$$v = \alpha g (T/2\pi)$$

Constant Velocity

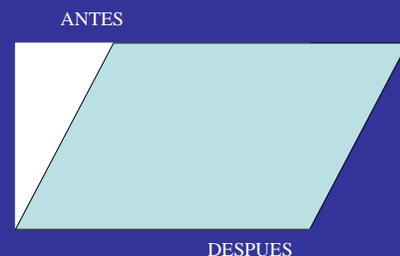
H M Westergaard 1932

Si α disminuye al aumentar T , entonces sería plausible asumir que α es inversamente proporcional a T en cierto rango de valores de T .

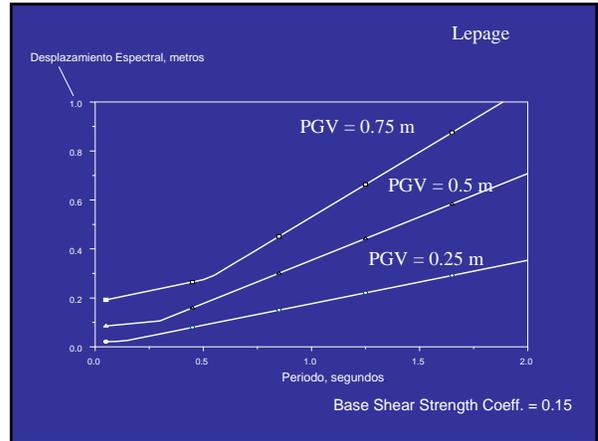
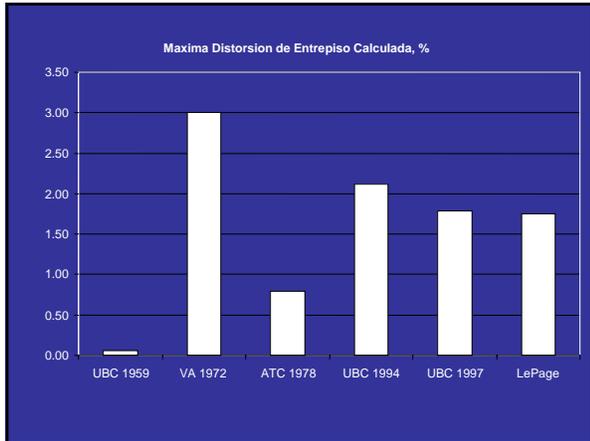
- En Biología, se ha dicho (Otto Loewi, en 1959)
- KALCIUM IST ALLES (El calcio lo es todo)

En Ingeniería Sísmica, Westergard dijo, en 1932, que
LA VELOCIDAD ES LO ÚNICO QUE IMPORTA

Sin embargo, no lo escuchamos



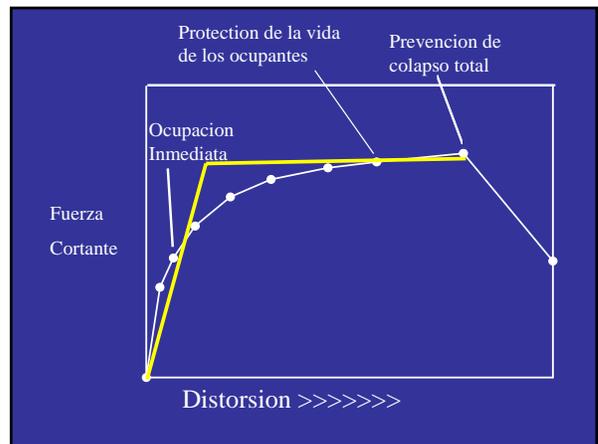
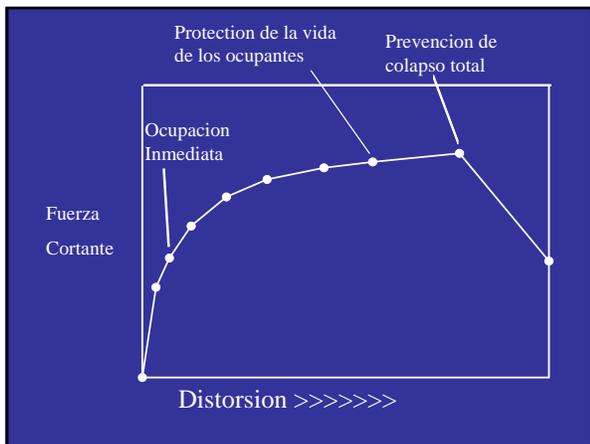
Distorsion



STRUCTURAL ENGINEERS ASSOCIATION OF SOUTHERN CALIFORNIA
February 27, 1959

Desplazamiento Relativo de Entrepiso

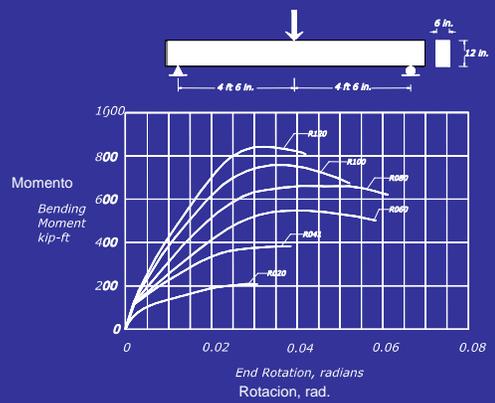
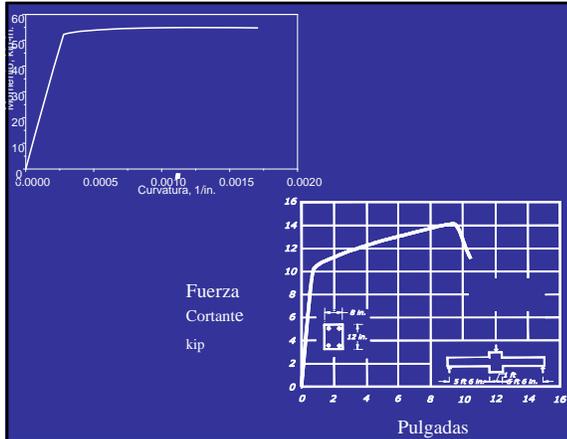
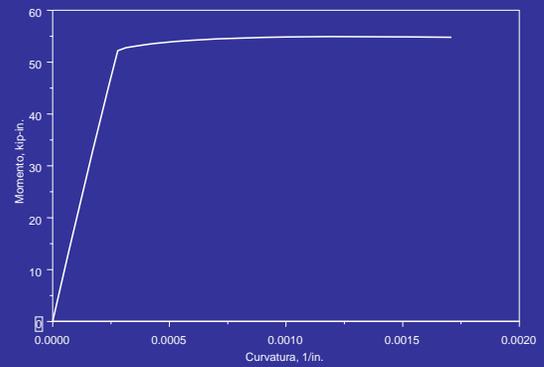
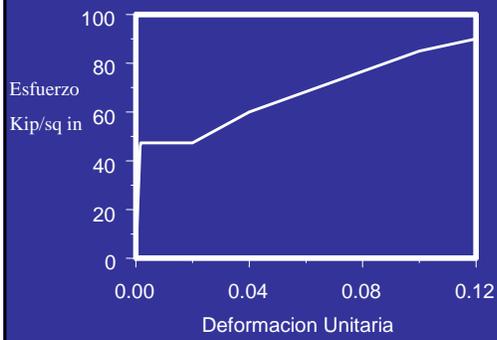
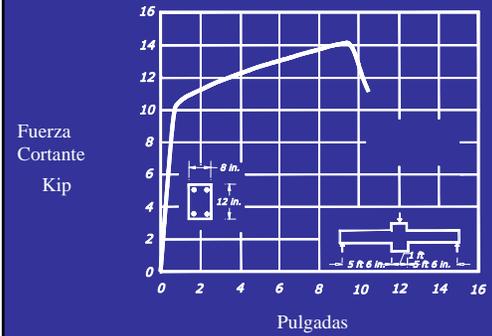
1. Seguridad de la Vida
 2. Proteccion de Elementos no estructurales
 3. Proteccion para Mareo
- The Committee: The first item is relevant. The other two items amount to paternalism.
- La primera es importante. Las otras no es a cargo de ingenieros

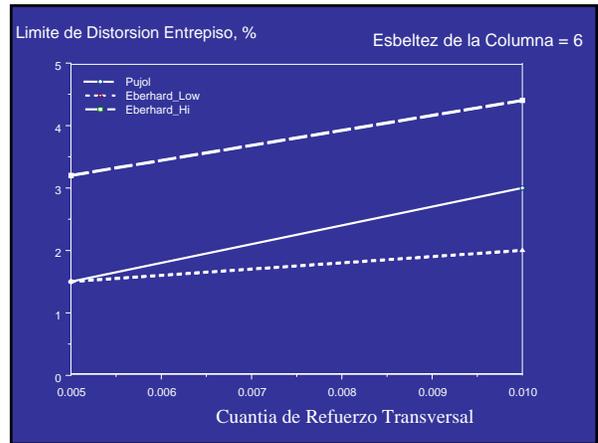
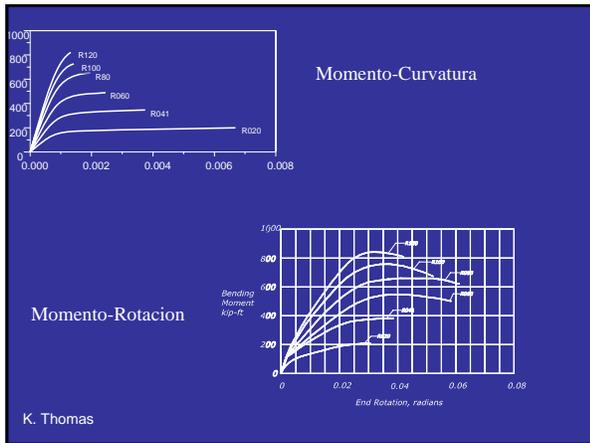
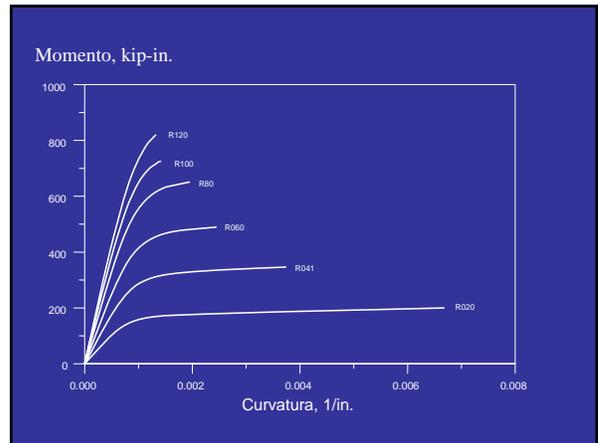
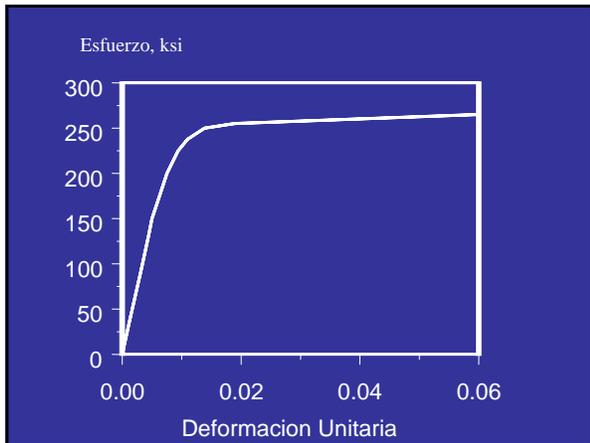


LIMITE

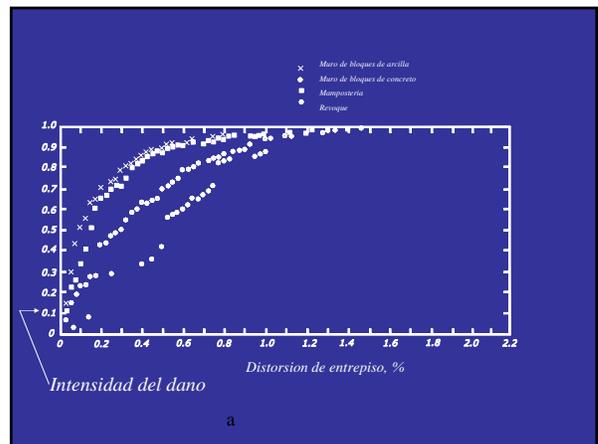
Teoria de Flexion

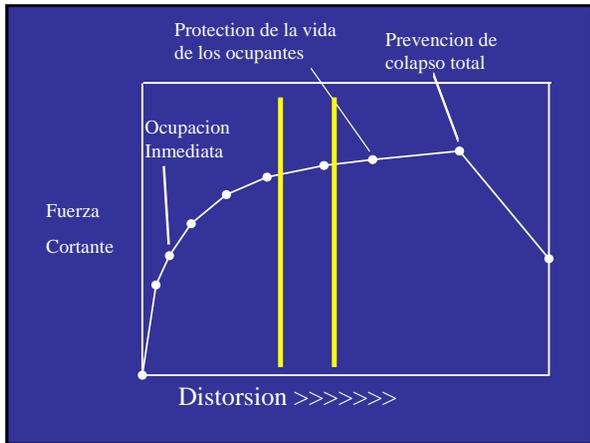
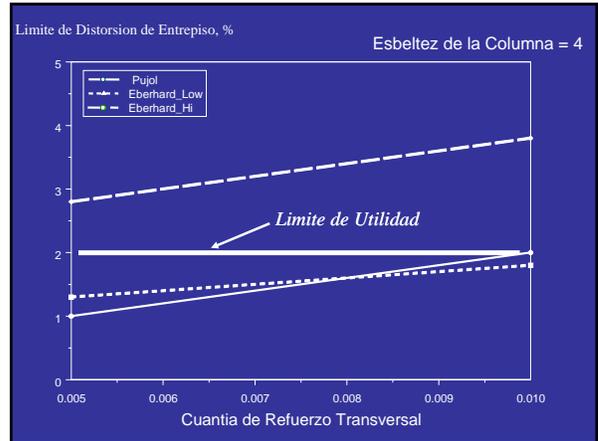
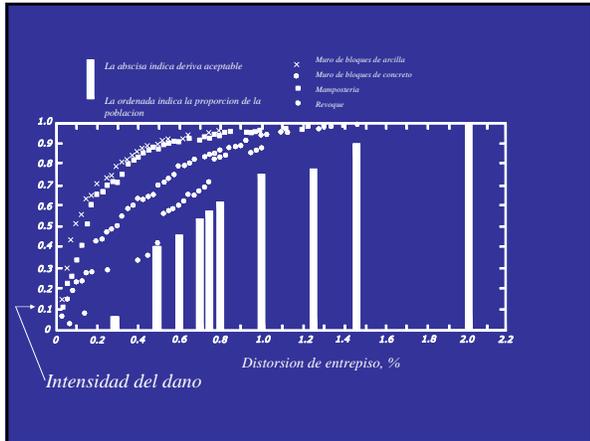
Bien Conocido





Limite de Uso





CONSERVACION DE LA GEOMETRIA

2 Reglas

CONSERVACION DE LA GEOMETRIA

REGLA #1

Mantener La Altura



CONSERVATION OF GEOMETRY

REGLA #2

Mantener La Forma



Sócrates

- Fui con los artesanos porque sabía que yo no sabía casi nada.
- Pero sabía que descubriría que ellos sabrían sobre muchas cosas ingeniosas.
- Y no me defraudaron: ellos sabían cosas que yo desconocía.

Sócrates (cont.)

- Pero cada uno de ellos, debido al dominio de la práctica de su arte, se consideraba a sí mismo experto en otras disciplinas igualmente importantes. Este error opacaba la sabiduría que poseían.

Sócrates (cont.)

- Yo pregunto.
- ¿Debo ser como soy, ni conocedor de su sabiduría pero tampoco ignorante de lo que ellos ignoran?
- ¿O debo ser sabio en lo que ellos saben e ignorante de lo que ellos ignoran?

Un científico necesita saber lo conocido.

Un(a) ingeniero(a) necesita saber lo que el (ella) no **sabe**.

No es lo que no se lo que me hace mal.

Es lo que creo saber y no es cierto.