

Seguridad estructural

MASIAS GUILLEN ESTRUCTURAS

Santa Catalina, Lima, Peru
Tel: (51) (01) 798 6687
Fax: (51) (01) 472 8346
E-mail: gerencia@estructuras.info
Web: www.estructuras.info



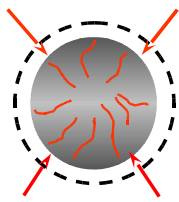
¿El diseño o estructura es segura?



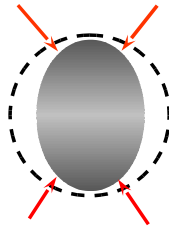
¿Cuándo es segura una estructura?

- Si la estructura presta un adecuado funcionamiento
- Funcion: Es resistente, estable y da servicio.
- Falla: Daño de la estructura a cierto nivel.

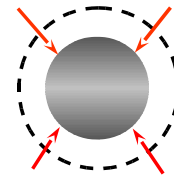
Fallas estructurales



Por resistencia



Por estabilidad



Por servicio

MASIAS GUILLEN
ESTRUCTURAS

¿Qué representa el daño estructural?

- El daño es consecuencia de una falla ... deja de ser segura en una o varias funciones a un nivel de carga.
- Nivel de daño .. depende de los índices de daño (calculable con energía disipada, desplazamiento, etc)
- Niveles de Daño:
 - Nulo: ningún tipo de daño
 - Leve: algunos y pequeños daños, es funcional
 - Moderado: varios y pequeños daños, algo funcional
 - Severo: varios y grandes daños, no es funcional
 - Colapso: inoperativa y no funcional por completo

MASIAS GUILLEN
ESTRUCTURAS

El ingeniero estructural

- Encargado de desarrollar y lograr seguridad ... la legislación solo recalca la responsabilidad.
- Con el conocimiento muestra criterio, imaginación e ingenio buscando seguridad y economía.
- Debe considerar:
 - Usuarios y personas en general.
 - Cooperación con otros.
 - Promover la seguridad.
- Recordar:
 - Lo que puede suceder ...
 - ... sucederá.



MASIAS GUILLEN
ESTRUCTURAS

Criterios de seguridad

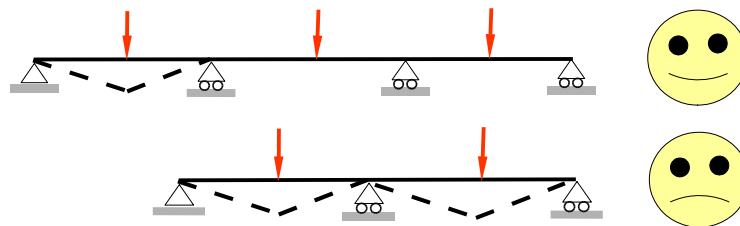
- Considerar todo uso ... en la vida útil.
- Seguridad en etapas ... ductilidad.
- Integrar al diseño ... sistema de disipación pasivo.
- Seguridad en cada parte ... hasta en el eslabón más débil de la cadena.
- No reemplazar seguridad por costo menor o ... por responsabilidades.



MASIAS GUILLEN
ESTRUCTURAS

Filosofía de seguridad

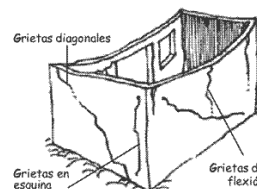
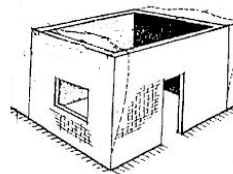
- No deben ocurrir pérdida de vidas.
- Los servicios básicos no deben detenerse ... sanidad, energía y comunicaciones.
- La estructura no debe presentar colapso globalizado ... solo daños o colapso parcial.



MASIAS GUILLEN
ESTRUCTURAS

Filosofía de seguridad por daño

- Ante cargas menores (estado elástico) ... No presenta falla.
- Ante cargas moderadas (de lo elástico a inelástico) ... Presenta falla reparable.
- Ante cargas severas (en lo inelástico) ... Presenta daño sin colapsar.



MASIAS GUILLEN
ESTRUCTURAS

¿Cómo se determina la seguridad?

- Con la Evaluación Estructural:
 - Posee características de proyecto estructural.
- Resultado de la evaluación:
 - Estima y/o calcula el valor de la seguridad.
 - Brinda nivel de daño actual y/o probable.
- Conclusión de la evaluación:
 - Nivel de evaluación.
 - Nivel de seguridad.
 - Nivel de daño.
 - Nivel de mantenimiento.



Definiciones previas

- Realizado por el consultor:
 - Inspección: Examinar o explorar atentamente para reconocer y/o obtener información.
 - Evaluación: Acción de medida del grado de seguridad, sea por estimación, cálculos y/ ensayos.
- Realizado por el supervisor:
 - Supervisar: Ejerce una inspección superior sobre otros.



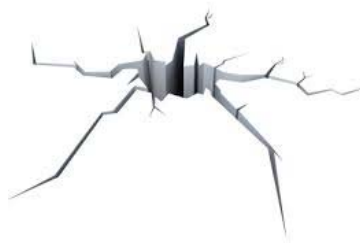
Proceso de evaluación

- Entrada:
 - Peligrosidad: probabilidad que la carga excede un parametro de referencia propio.
- Herramientas:
 - Vulnerabilidad: Respuesta ante una carga o niveles de carga aplicada.
 - Respuesta: Valor de la magnitud de un parametro de la estructura, a usar como referencia o comparación.
 - Costo: Valor económico de la obra.
- Salida:
 - Riesgo: Grado de daño estructural.



¿Qué métodos de evaluación existen?

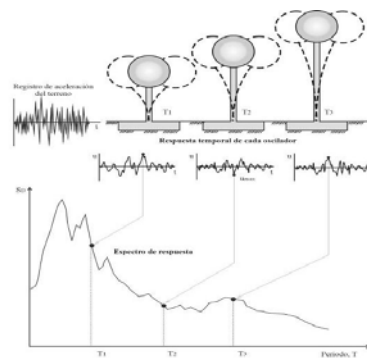
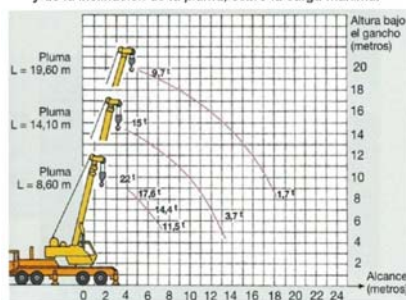
- Demanda por carga vs. Seguridad estructural.
- Desempeño o Comportamiento a niveles de carga.
- Fiabilidad en Comportamiento y carga real probables.



Evaluación por demanda

- Demanda: respuesta ante UN nivel de carga dado.
- Seguridad: capacidad de la estructura
- Procedimiento: Demanda vs. Seguridad

Ejemplo de tabla que muestra la influencia de la longitud y de la inclinación de la pluma, sobre la carga máxima.



MASIAS GUILLEN
ESTRUCTURAS

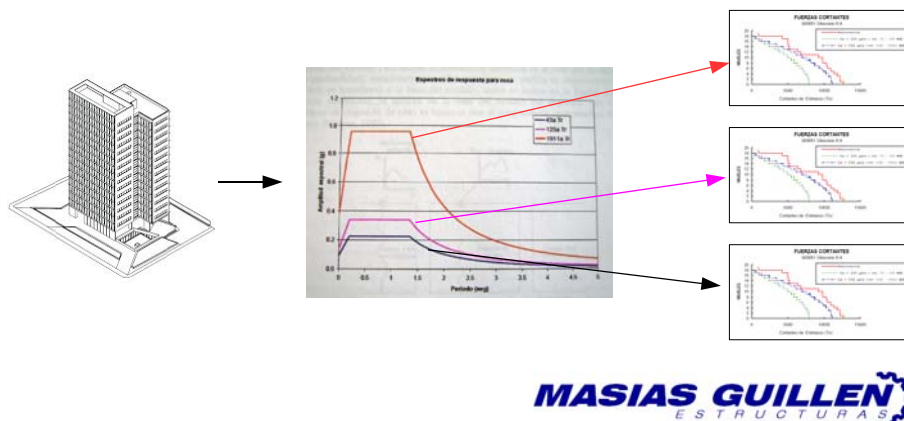
Características

- La mas antigua y relativamente sencilla de usar.
- Bastante usada en la etapa de diseño.
- Se puede considerar:
 - Para la demanda ... la exigencia máxima probable.
 - Para la seguridad ... se usa uno o varios parametros.
- No brinda nivel de daño, ni secuencia de falla.
- Indica si la estructura ... ES SEGURA o NO.

MASIAS GUILLEN
ESTRUCTURAS

Evaluación por desempeño

- Desempeño: comportamiento ante varios niveles de carga
- Procedimiento: demanda a diferentes niveles de carga.
- Nivel de daño: intacta, segura, insegura, colapsara.

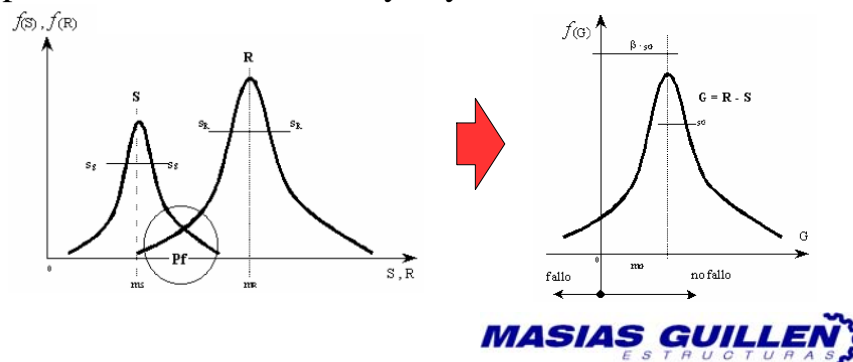


Características

- Relativamente moderno y algo complejo.
- Proviene de la ingeniería industrial:
 - Método de modos de falla y sus efectos
 - Desarrollado para el ejercito ... MIL P 1629.
- Poco usada en la etapa de diseño estructural.
- Se usa demanda-seguridad en varios niveles de demanda.
- Se considera:
 - Para la demanda ... exigencias probables en niveles.
 - Para la seguridad ... se usa uno o varios parametros.
- Brinda nivel de daño (seguridad) y secuencia de falla.

Evaluación por fiabilidad

- Fiabilidad: en la determinación de cargas por estadística.
- Seguridad: en la determinación de la capacidad por probabilidades.
- Proceso: determinación de valores reales por aproximación usando ensayos y matemáticas.



Características




- Método de demanda-seguridad con cálculos de estadística y probabilidades.
- Se considera más exacta., así:
 - Para la demanda ... probabilidades y estadística.
 - Para la seguridad ... estadística.
- Se puede considerar:
 - Para la demanda ... la exigencia máxima probable.
 - Para la seguridad ... se usa uno o varios parametros.
- No brinda nivel de daño, ni secuencia de falla.
- Indica si la estructura ... ES SEGURA o NO.

¿Qué tanto se debe evaluar?

- Depende del NIVEL DE EVALUACION.
- Inmediata o de poca duración:
El profesional revisa y da cuenta de los requerimientos necesarios.
- Inicial o inspección visual:
Anterior + Se toman los datos de la estructura y los daños, se ubican y anotan.
- Detallada con toma de datos y muestras:
Anterior + Se replantea la estructura y se toman muestras
- Definitiva que acumula lo anterior y da solución:
Anterior + solución estructural.



¿Qué nivel de evaluación se requiere?

	Habitable operacional En servicio	Nivel bajo requiere solo evaluacion inmediata y/o inicial
	Segura Pero falla por servicio	Nivel intermedio Requiere evaluación inicial y/o detallada
	Insegura Ademas falla por resistencia y/o estabilidad	Nivel alto Requiere evaluacion detallada y solución. Inoperable.



Características del nivel de evaluación

- Después de la falla o después de detectarla.
- Hasta 3 días: evaluación inmediata por profesional especialista o personal técnico calificado ... 30 a 60 min.
- Hasta 1 semana: evaluación inicial por profesional(es) especialistas ... de 60 a 120 min.
- Hasta 3 semanas: evaluación detallada por profesionales especialistas ... de 1 a 2 semanas.
- Hasta 1 mes a más: evaluación definitiva por profesionales especialistas y técnicos ... de 1 a 2 meses.



Informe de evaluación

- Presentación ... del porque del tipo de informe
- Resumen ... descripción breve del problema y solución
- Descripción ... descripción del trabajo o proyecto
- Objetivos ... que se desea obtener o para que sirva
- Generalidades ... alcances, estrategias, procedimientos y criterios
- Desarrollo ... cuerpo del informe con lista de actividades preliminares, de desarrollo y de resultados
- Conclusiones ... interpretación de resultados
- Recomendaciones ... sugerencias de las conclusiones
- Anexos ... documentos, fotos, referencias, etc.



Area preliminar

- Presentación: tipo de informe, razones y la naturaleza de este.
- Resúmen: breve descripción de la evaluación, desde el inicio al final. Menciona la razón de la evaluación.
- Descripción: Nombre, ubicación, referencias, razones y antecedentes ... el “genesis”.
- Objetivos: Describir los objetivos generales, el todo, y específicos, es decir cada parte del todo.
- Generalidades: alcances (legal), **estrategias** (como enfrentar), referencias, **procedimientos** (pasos de la evaluación) y **criterios de evaluación** de acuerdo a las estrategias.



Area de trabajo

- Desarrollo: Este es el **proceso**. Lista y describe cada actividad de acuerdo a los **procedimientos**. Acto propiamente dicho de evaluar. Debe darse las pautas para concluir o dictaminar. Analítica o cualitativamente.
- Conclusiones: interpretación de los resultados obtenidos del desarrollo. Concordancia entre uno y otro.
- Recomendaciones: sugerencias o dictámenes de acuerdo a conclusiones y también desarrollo.
- Anexos: documentos varios mencionados o pruebas de la evaluación ... TODOS los documentos usados en la evaluación deben estar aquí ... el “centro civico”



¿Qué contiene el proceso de evaluación?

- Toma de datos y determinar estrategia.
- Replanteo estructural.
- Ensayo de materiales y otros.
- Análisis y Cálculo estructural.
- Cálculo del riesgo o daño.
- Criterios a través de el resumen y conclusiones.



MASIAS GUILLEN
ESTRUCTURAS

Toma de datos

- ¿Es alquilada o propia?
- Averiguar edad de estructura.
- Reparaciones previas o problemas anteriores.
- Buscar planos, tomar fotos, documentos, etc.
- Revisar zonas con fisuras, corrosión, putrefacción, altas deformaciones, etc.
- Constatar estructuras aledañas o similares.
- Muy importante ... ¿que quiere el propietario o inquilino?, el cliente.

Todo determina ... la ESTRATEGIA DE EVALUACION.

MASIAS GUILLEN
ESTRUCTURAS

Replanteo estructural

- Debo conocer lo que enfrento ... inspección inmediata y/o inicial.
- Replantar ... ¿existan planos (cuidado), o no?
 - Abrir y/o perforar todo lo necesario ... resanar.
 - Usar dispositivos detectores ... apoyo.
- Ayuda ubicación de instalaciones y/o equipos.
 - Ubicación de elementos, características y medidas.
 - Planos generales y de detalle básico.
 - ¿Replantar todo? ... en lo posible.
- A la vez se inspecciona y verifica ... la estructura y otras.



Ensayo de materiales y otros

- Extraer muestras del material de acuerdo a tipo de ensayo.
- Ensayos comunes en edificaciones, y mas:
 - Resistencia: se rompe probeta o testigo extraídos.
 - Esclerometría: determina dureza y “aproxima” resistencia.
 - Químicos: determina vulnerabilidad al medio circundante.
 - Microtrepidación: determina vibración libre de la estructura.
 - Estudio o estimación de terreno de fundación.



Análisis y cálculo estructural

- Análisis ... comprender la estructura.
- Metodologías comunes:
 - Análisis lineal o no lineal elástico.
 - Análisis inelástico.
 - Análisis plástico.
- Cálculo ... verificar los elementos o materiales.
- Métodos de acuerdo al comportamiento:
 - Método de esfuerzos admisibles.
 - Método de cargas últimas.
 - Método de cargas plásticas o por capacidad.



Calculo del riesgo o daño

- Depende de:
 - Características del problema.
 - Criterio de evaluación.
 - Resultados de la evaluación.
 - Requerimientos.
- Se obtiene:
 - Riesgo vs. Seguridad.
 - Conclusiones.
 - Recomendaciones.



Calculo cualitativo

- Se calcula considerando peligrosidad y vulnerabilidad.
 - Mediante matrices.
- Relaciones:
 - Peligro alto ... riesgo alto
 - Vulnerabilidad alta ... riesgo alto
- Así:

Vulnerabilidad Peligro	Baja	Media	Alta
Alto			
Medio			
Bajo			



Calculo cuantitativo

- Se calcula considerando peligrosidad y vulnerabilidad.

$$R = P \cdot V$$
- Para el caso de cuantificar el costo del daño:

$$R = P \cdot V \cdot C$$
- Para el caso de las partes o elementos de la estructura con diferentes vulnerabilidades y/o costos:

$$R = P \cdot \sum (V \cdot C)$$
- El resultado tambien se puede llevar a una matriz.



¿Qué recomendaciones se pueden lograr?

- Se decide si:
 - Intervenir (mantenimiento) o No intervenir ... proyecto existe en físico.
 - Optimizar o ya no ... proyecto aun en diseño
- **Mantenimiento:** Conservación de la seguridad, inclusive ante cambios. Con técnicas de ingeniería, administrativas y de gestión:
 - Plan.
 - Proceso.
 - Importante la Mecánica y Ciencia de los materiales.
 - Niveles: No tocar, **Reparación** y/o **Reforzamiento**.



Mantenimiento

- Plan .. depende de estructura y carga (¿falla por servicio?)
 - Lista de puntos para mantenimiento.
 - Alcance, realización y periodicidad.
 - Programa de revisiones.
 - Tipo de trabajos.
- Proceso:
 - Superficial o de acabado.
 - Operativo.
 - Daños observados.
- Niveles de mantenimiento.



¿Qué niveles de mantenimiento existen?

- Se aplican entre falla y falla ... normas europeas.
- Antes de la siguiente falla:
 - Preventivo: por mantener seguridad
 - Sistemático: de rutina, según cronograma.
 - Condicionado: consecuencia de una inspección.
 - Predictivo: se conoce que y cuando ocurrirá.
- Después de la falla:
 - Correctivo: para corregir la seguridad.
 - Diferido: por cuestiones de programas a respetar.
 - Inmediato: porque puede disminuir la seguridad.



Reparación

- Restituir el nivel de seguridad adecuado.
- Aplicable a presencia de daños o por errores de diseño.
- Procesos:
 - En daños: Sellar y/o reemplazar material.
 - En errores: Adicionar y/o reemplazar ... reforzar.



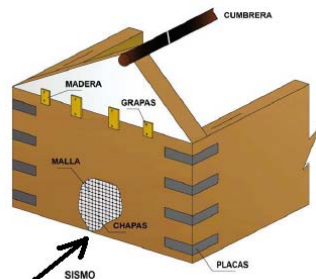
Niveles de reparación

- De acuerdo al nivel de daño: $R = P \cdot \sum (V \cdot C)$
 - nivel de daño **tolerado**.
- Tomar en cuenta los tipos de falla: R-E-S
- Reparaciones de acuerdo a:
 - Fractura: no debe propagarse
 - Grieta (crack): abertura profunda o completa.
 - Fisura (fissure): abertura superficial
 - Fatiga:
 - fractura progresiva ... deterioro, aún estado elástico.
 - Cuidado con maximo-minimo = ?



Reforzamiento

- Restituir y/o aumentar el nivel de seguridad encontrado.
- Proceso:
 - Aumentar material y/o elementos.
 - Reemplazar elementos.
 - Modificar sistema estructural.
 - Reducir masa, volúmen, nivel de carga, etc.



Nivel de reforzamiento

- Depende de los tipos de falla:
 - Resistencia: aumentar esfuerzo resistente
 - Estabilidad: aumentar o mejorar rigidez de material
 - Servicio: aumenta rigidez o devolver uso normal
- Reforzamiento optimo ... donde y cuanto.
 - Mejora propiedades, ¿cuantas y cuales?
asi por ejemplo ... ¿mejora solo ductilidad?
 - Puede provocar concentraciones
 - Puede provocar propagaciones

MASIAS GUILLEN
ESTRUCTURAS

Finalmente ... ¿Qué están haciendo?

- ¿... Reparando, reforzando ...?, ¿ ... Todo o parte ... ?



MASIAS GUILLEN
ESTRUCTURAS