

# DISEÑO ESTRUCTURAL ASISTIDO POR COMPUTADORA

Generalidades

# Historia del CAD

Computer-aided design:

- Es el uso de computadores para ayudar en la creación, modificación, análisis u optimización de un diseño. Mediante el uso de un software se puede aumentar la productividad del diseñador, mejorar la calidad del diseño, mejorar las comunicaciones a través de la documentación y crear una base de datos para la fabricación.
- La salida CAD a menudo se presenta en forma de archivos electrónicos para impresión, mecanizado u otras operaciones de fabricación.
- El CAD fue principalmente inventado por el francés Pierre Bézier, ingeniero de ParisTech. El ingeniero desarrolló los principios fundamentales del CAD con su programa UNISURF en 1966.

El uso de computadores hace que los cálculos se realicen a velocidades extremadamente altas, ampliando la eficiencia en el proceso de generación de entregables.



The Harvard Mark I

## MARK I. Primer computador

- 15m de largo, 2.40 m alto.
- 5 toneladas de peso.
- 760 000 ruedas y 800 km de cables.
- 6 seg por multiplicación.
- 12 seg por división

Ing. Miguel Peralta (Diseño estructural asistido por computadora)





# Soluciones analíticas vs soluciones numéricas

## Métodos Analíticos

Son una serie de formulas bien **definidas, ordenadas y finitas**, de modo que al aplicarse a un problema en particular siempre se llegan a un resultado **real**.



Solución:

- $\Sigma F_y$
- Método de tres momentos
- Carga Virtual
- etc

## Métodos Numéricos

Trata de encontrar **soluciones aproximadas** a problemas complejos matemáticos utilizando operaciones simples de la aritmética. Se denomina **algoritmo** a un grupo finito de operaciones organizadas de manera lógica y ordenada que permite solucionar un problema determinado.

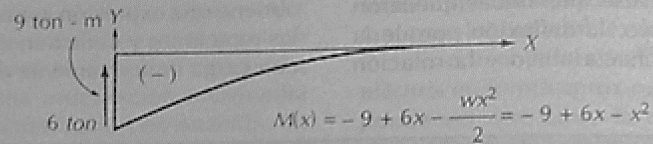


Solución:

$$\begin{bmatrix} Q_k \\ Q_u \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} k_{11} & k_{12} \\ k_{21} & k_{22} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} D_m \\ D_k \end{bmatrix} \longrightarrow \boxed{Q_u = k_{21} \cdot D_m}$$

Ing. Miguel Peralta (Diseño estructural asistido por computadora)

### DIAGRAMA DE MOMENTOS FLEXIONANTES



### CÁLCULO DE ROTACIONES Y DEFLEXIONES

$$\theta = \int \frac{M}{EI} dx = \frac{1}{EI} \int (-9 + 6x - x^2) dx = \frac{1}{EI} \left( -9x + \frac{6x^2}{2} - \frac{x^3}{3} + C_1 \right)$$

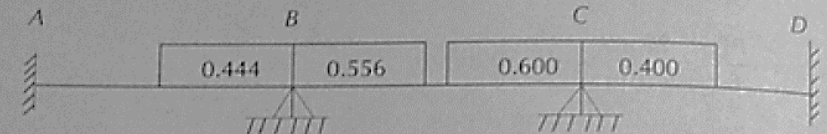
$$y = \iint \frac{M}{EI} dx = \frac{1}{EI} \int \left( -9x + 3x^2 - \frac{x^3}{3} + C_1 \right) dx$$

$$y = \frac{1}{EI} \left( -\frac{9}{2}x^2 + \frac{3}{3}x^3 - \frac{1}{12}x^4 + C_1x + C_2 \right)$$

Si  $\theta_A = 0$ ,  $\theta = 0$  para  $x = 0$ ,  $\therefore C_1 = 0$

Si  $y_A = 0$ ,  $y = 0$  para  $x = 0$ ,  $\therefore C_2 = 0$

### Ejecución alternativa



(1) $\bar{M}$	-12.50	+12.50	-28.12	+28.12	-17.78	+8.89
(2) 1a. Distr.		+6.94	+8.68	-6.20	-4.14	
(3) 1er. Transp.	+3.47	0	-3.10	+4.34	0	-2.07
(4) 2a. Distr.		+1.38	+1.72	-2.60	-1.74	
(5) 2o. Transp.	+0.69		-1.30	+0.86		-0.87
(6) 3a. Distr.		+0.58	+0.72	-0.52	-0.34	
(7) 3er. Transp.	+0.29		-0.26	+0.36		-0.17
(8) 4a. Distr.		+0.12	+0.14	-0.22	-0.14	
	-8.05	+21.52	-21.52	+24.14	-24.14	+5.78
	Momentos finales					

# Software para análisis y diseño estructural

Ayudan a calcular análisis y diseño estructural bajo teorías y normas estructurales vigentes, por lo general, bajo métodos numéricos programables, como por ejemplo metodologías FEM (*finite element method*)



Ing. Miguel Peralta (Diseño estructural asistido por computadora)

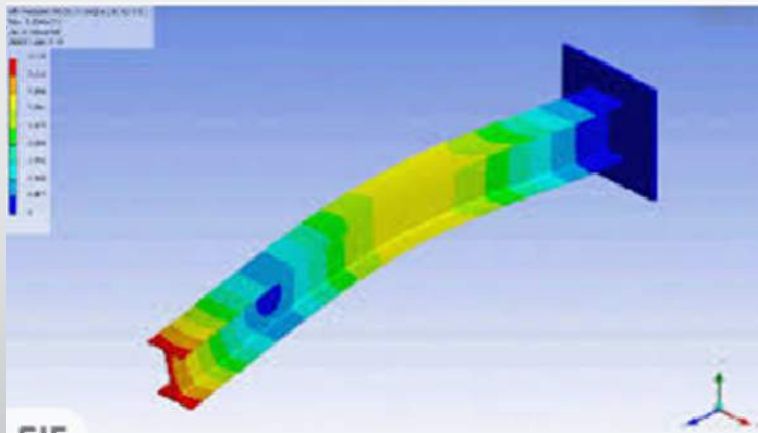
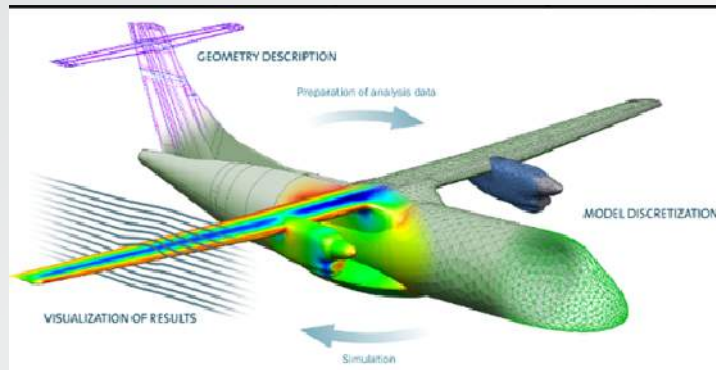


# ANALISIS POR ELEMENTOS FINITOS HISTORIA

Para introducir el método de los elementos finitos debemos señalar que sus primeras aplicaciones surgen en relación con problemas de cálculo de estructuras y en particular, con aplicaciones estructurales en ingeniería aeronáutica. De hecho, fue Clough quien en 1960 y en relación con la solución de problemas de elasticidad plana sugirió por primera vez la denominación "elementos finitos".

Edward Wilson y Ashraf Habibulah fueron los primeros en programar el método de los elementos finitos para ser utilizado de forma masiva entre los ingenieros estructuralistas en el mundo. En el 1972 lanzaron al mercado el SAP (Structural Analysis Program).





# BIM (Building Information Modeling)

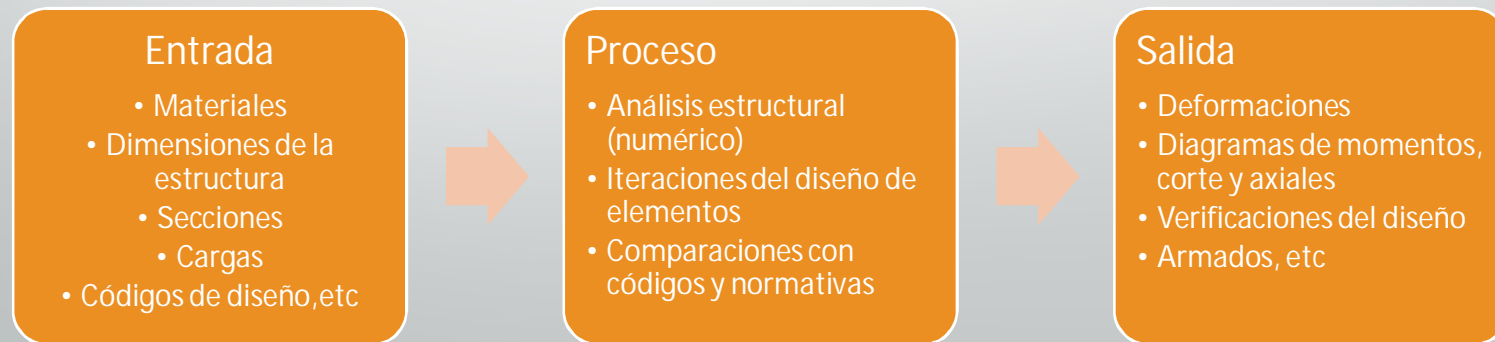
El modelado de información de construcción (BIM, Building Information Modeling), también llamado modelado de información para la edificación, es el proceso de generación y gestión de datos de un edificio durante su ciclo de vida utilizando software dinámico de modelado de edificios en tres dimensiones y en tiempo real, para disminuir la pérdida de tiempo y recursos en el diseño y la construcción. Este proceso produce el modelo de información del edificio o la infraestructura civil (también abreviado BIM), que abarca la geometría de la obra de construcción, las relaciones espaciales, la información geográfica, así como las cantidades y las propiedades de sus componentes.



# SISTEMA EPS

Todo los software traen un sistema similar a este, que busca que el usuario ingrese un entrada de datos que pueden ser materiales, secciones, cargas, etc. El mismo programa realiza un procesamiento de datos para luego dar como resultado una salida.

Si los datos de entrada son incorrectos, el programa realiza de forma correcta el proceso, dando como resultado datos erróneos de salida y algunas advertencias del software, ya que estos no utilizan la inteligencia artificial.





# Normativas y códigos de diseño aplicados

- Normativa AGIES NSE-2018
- Normativa ASCE 7-16
- Código ACI 318-19
- Código AISC 360-16



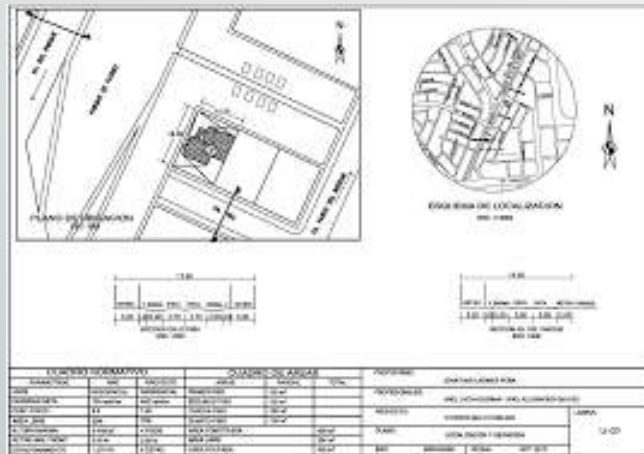


# Introducción al modelado en el programa ETABS

Antes de realizar una modelación es necesario conocer como mínimo la siguiente información:

- Datos del proyecto y su ubicación
- Estudio de suelos
- Planta arquitectónica, instalaciones
- Entorno de la obra y sus riesgos (deslaves, inundaciones, fallas geológicas, explosiones volcánicas, etc.)

- Uso de obra
- Ubicación geográfica
- Planos de registro
- Datos del cliente



#### INFORME DE ESTUDIO DE CORTE DIRECTO NO DRENADO NO CONSOLIDADO

FECHA	PERFORACIÓN No.	MUESTRA No.	PROFUNDIDAD (m)	CONTENIDO DE HUMEDAD	DENSIDAD HUMEDA (Kg/m³)	COHESIÓN (Kg/cm²)	$\phi(^{\circ})$
18/03/2020	1	3	2.00	32.66	1,479.00	0.18	27.77°

#### INFORME DE ESTUDIO DE GRANULOMETRÍA Y LÍMITES DE ATTERBERG

TAMIZ	P.B.R.	TARA	P.N.R.	% RET	% PASA	T.P.
3"						
2 1/2"						
2"						
1 1/2"						
1"						
3/4"	168.10	168.10	0.00	0.00	100.00	
3/8"	169.50	168.10	1.40	0.22	99.78	
No. 4	171.10	168.10	3.00	0.48	99.52	
No. 10	179.40	168.10	11.30	1.81	98.19	
No. 40	270.90	168.10	102.80	16.46	83.54	
No. 100	415.00	168.10	246.90	39.52	60.48	
No. 200	485.70	168.10	317.60	50.84	49.16	

##### GRANULOMETRÍA FINA

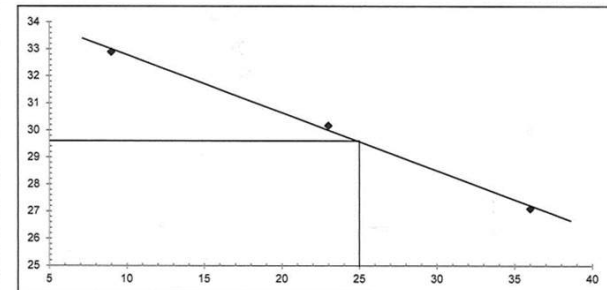
P.B. 792.80  
TARA 168.10  
P.N. 624.70

##### GRANULOMETRÍA GRUESA

P.B. \_\_\_\_\_  
TARA \_\_\_\_\_  
P.N. \_\_\_\_\_

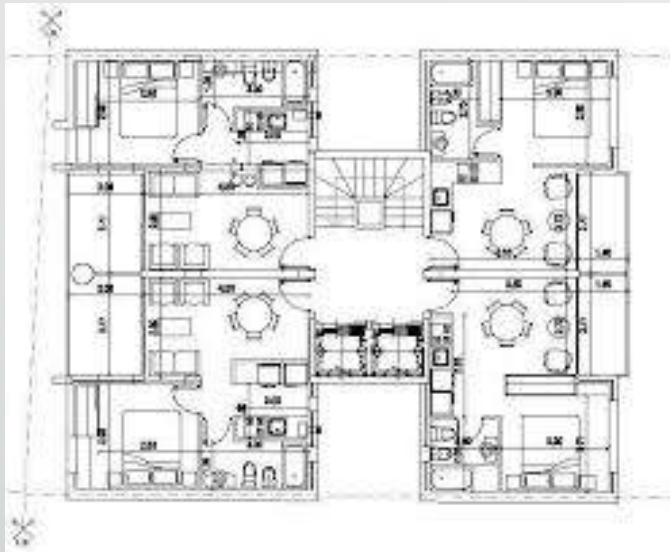
##### OBSERVACIONES

LIMO ARCILLOSO CAFÉ OSCURO



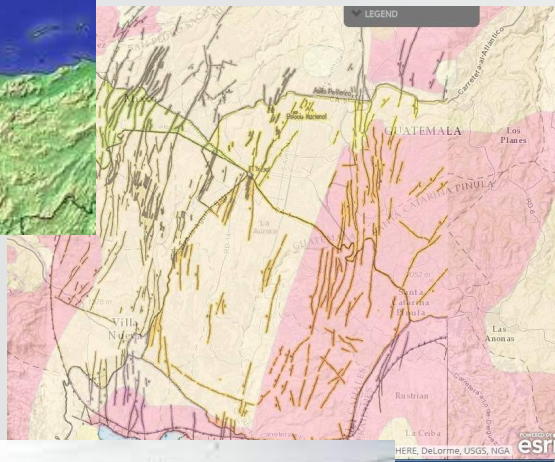
LÍMITE LÍQUIDO				LÍMITE PLÁSTICO				ÍNDICE DE PLASTICIDAD	
TARRO	1	2	3	TARRO	1	2	3	LL	29.60
PBH	29.60	32.62	28.17	PBH	23.58		24.77	LP	20.05
PBS	25.44	28.37	25.25	PBS	22.03		23.08	LP	9.55
TARA	12.79	14.28	14.47	TARA	14.37		14.57	IG	---
DIF.	4.16	4.25	2.92	DIF.	1.55		1.69	Humedad Natural	32.66
PNS	12.65	14.09	10.78	PNS	7.66		8.51	Clasificación	SM
% Humedad	32.89	30.16	27.09	% Humedad	20.23		19.86		
No Golpes	9	23	36	% PROM.		20.05			

- Clasificación del suelo
- Granulometría
- Límites de Attenberg
- Compactación
- Estratigrafía
- Valor soporte (Ensayo de corte directo y triaxial)
- Riesgos de licuefacción
- Clasificación de sitio (Para análisis sísmico)
- CBR, etc



- Planta de cotas
- Planta amueblada
- Secciones y elevaciones
- Distribución de ambientes
- Materiales a utilizar (arquitectura)
- Instalaciones eléctricas, hidráulicas, especiales, etc





- Amenaza sísmica
- Fallas geológicas
- Riesgos de deslizamientos
- Riesgo de avenidas por desbordamiento del ríos o cuerpos de agua
- Licuefacción
- Huracanes, etc.

