**Instrucciones empleo**

**GM-Dyna**

**Versión 2020**

**Pedro Navas**

ÍNDICE

[1.0 Interfaz de GiD 2](#_Toc40634966)

[2.0 Archivo main(): 5](#_Toc40634967)

[3.0 Archivos de lectura: 5](#_Toc40634968)

[3.1 problem.txt 5](#_Toc40634969)

[3.2 mat.txt 9](#_Toc40634970)

[3.3 boundary.txt 12](#_Toc40634971)

[3.4 load.txt 13](#_Toc40634972)

[3.5 LME.txt 14](#_Toc40634973)

[4.0 Archivo main\_plot(): 15](#_Toc40634974)

[5.0 DRIVER\_1D 17](#_Toc40634975)

[5.1 problem.txt 17](#_Toc40634976)

# **Interfaz de GiD**

Para poder trabajar con la geometría que el código lee, es necesario descargarse el programa GiD:

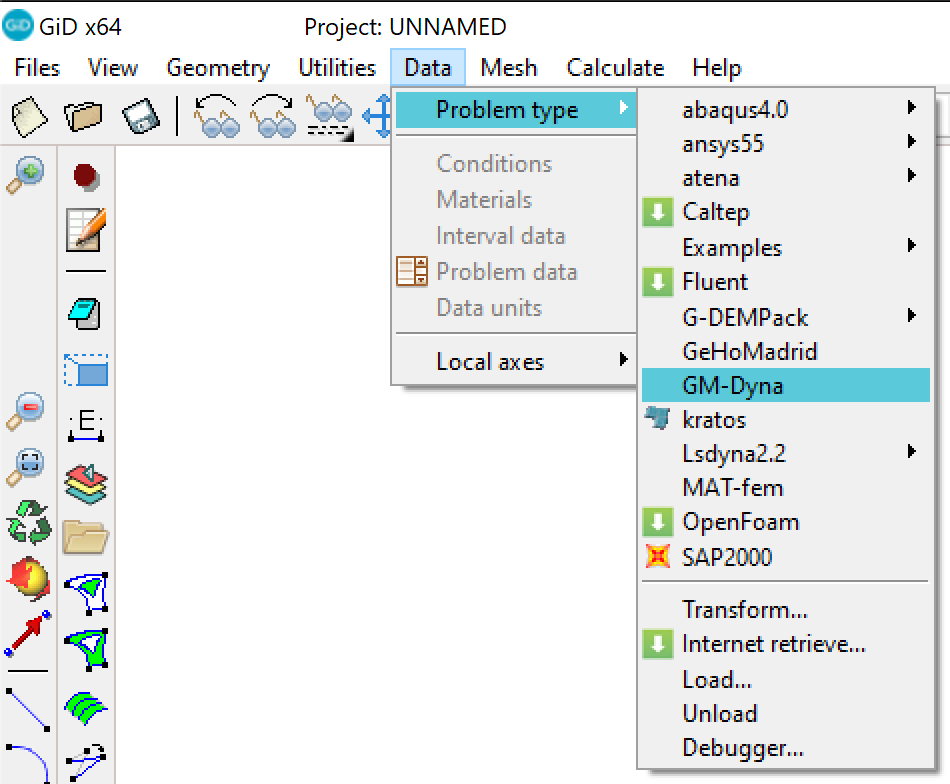
<https://www.gidhome.com/download/>

La versión gratuita permite hasta 1100 nodos y Cimne ofrece además 3 meses de prueba con la versión completa.

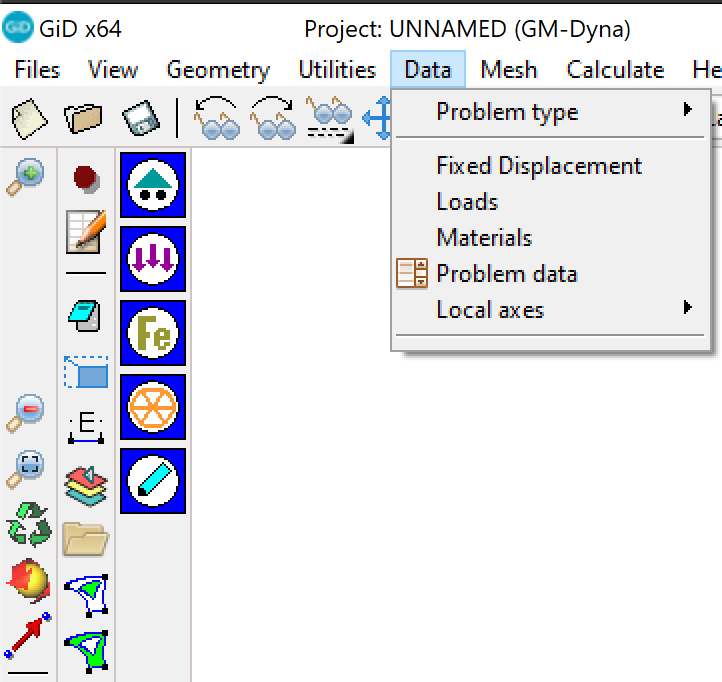
Una vez instalado, copiar la carpeta GM-Dyna.gid dentro de:

C://Program\_files/GiD/GiD14/problemtypes

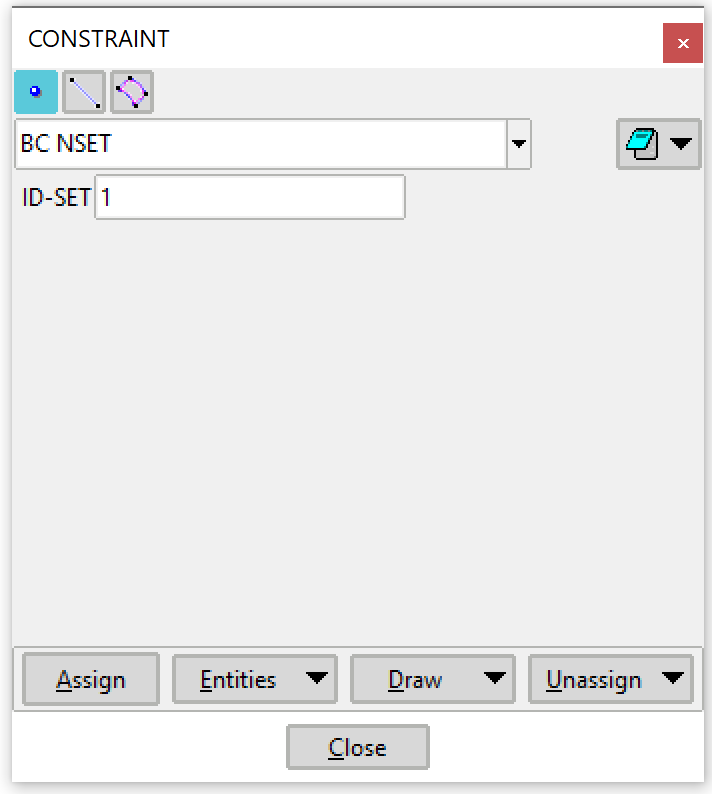
Al arrancar el programa debemos arrancar la interfaz desde Data/Problem Type:



Se abrirá entonces la barra de GM-Dyna, así como opciones nuevas en Data:

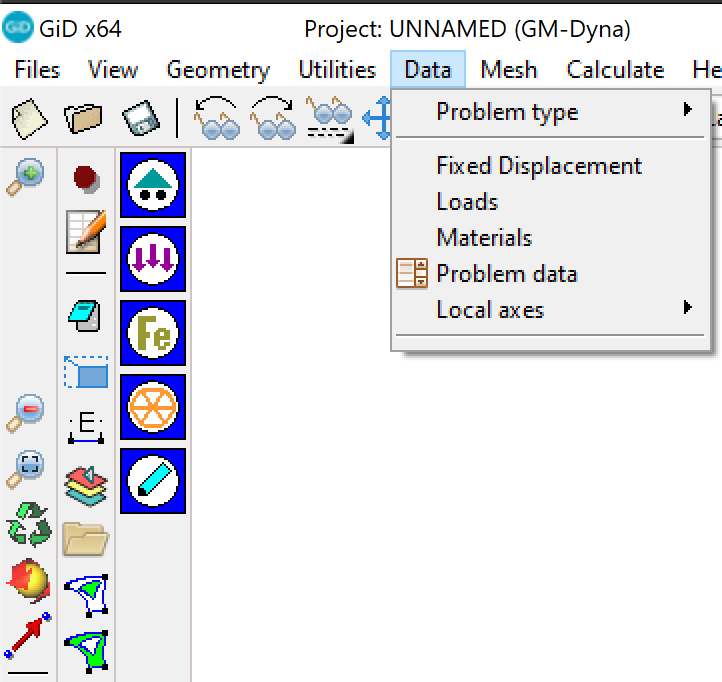


Es importante recalcar que ni las condiciones de contorno ni los materiales se definen desde GiD, sino de archivos \*.txt auxiliares. Aquí solo vamos a definir conjuntos o sets donde se van a aplicar las condiciones posteriormente. Los definimos en las geometría, antes de crear la malla, y posteriormente, al crear la malla, verificamos que se han pasado a nodos y elementos. Debemos, a cada set, definirlo con una ID-SET diferente, la cual luego definiremos sus características en el “boundary.txt” y “load.txt”.



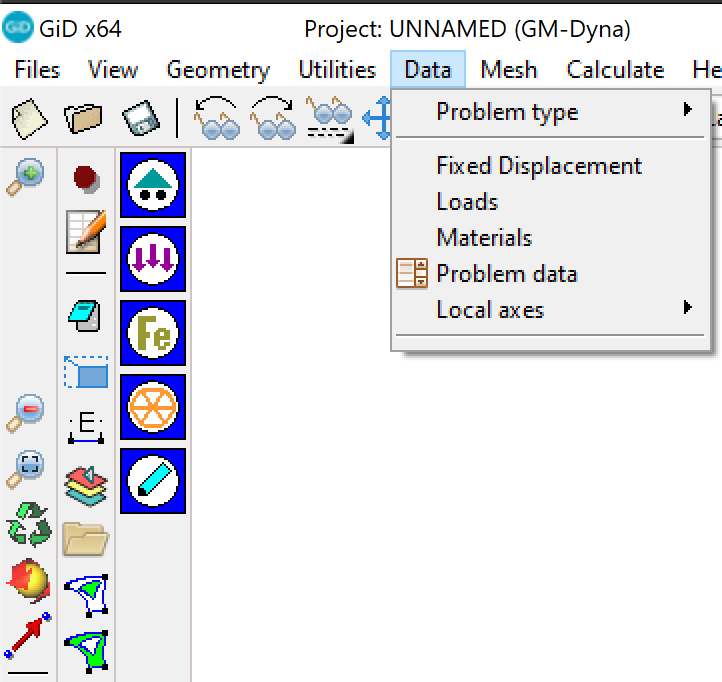
Asignamos elementos de la geometría con Assign, cambiamos el ID-SET y volvemos a asignar. Una vez finalicemos podemos verificar en Draw/Colors todas los sets creados y si no son los adecuados, Unassign.

La utilidad de los diferentes iconos es la siguiente:



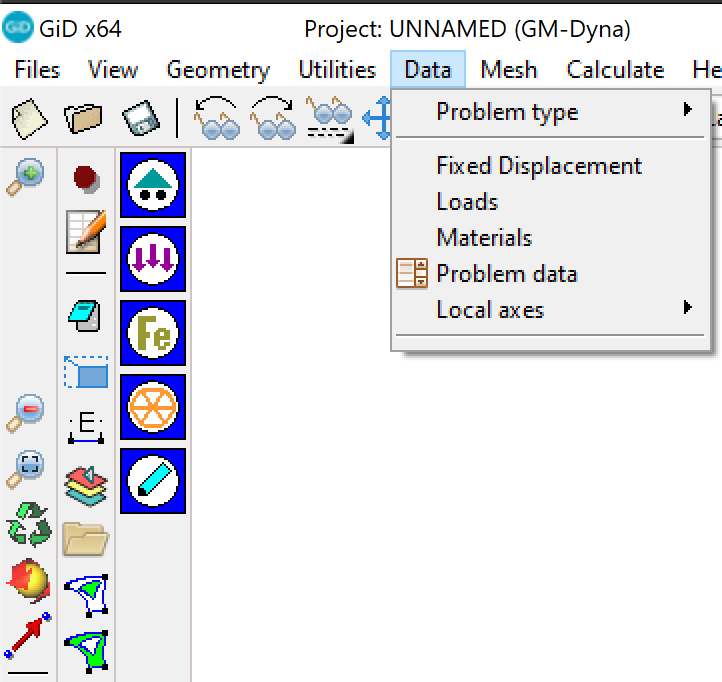
Condiciones de contorno tipo Dirichlet (“En desplazamiento”). Depende de si se aplican a nodos, líneas o superficies, las posibilidades son:

* BC NSET – C.c. en puntos
* BC LSET – C.c. en líneas
* RIGID BODY – Definimos líneas de le geometría como sólidos rígidos
* BC SSET – C.c. en toda una superficie.

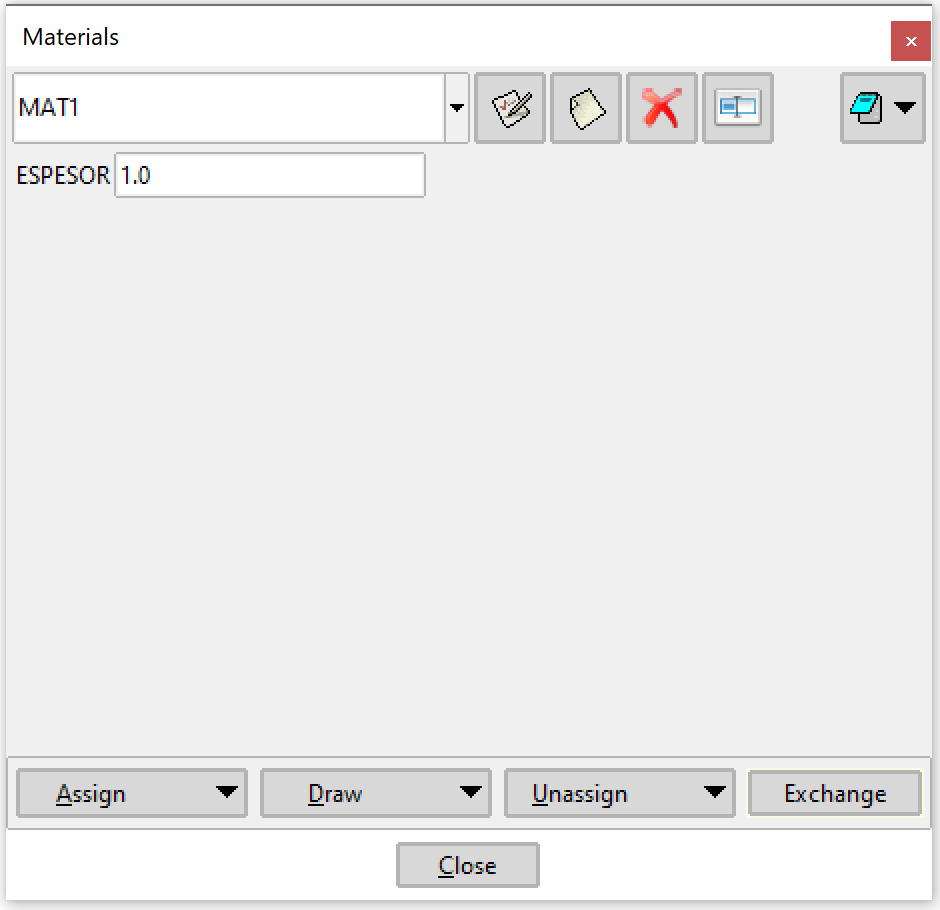


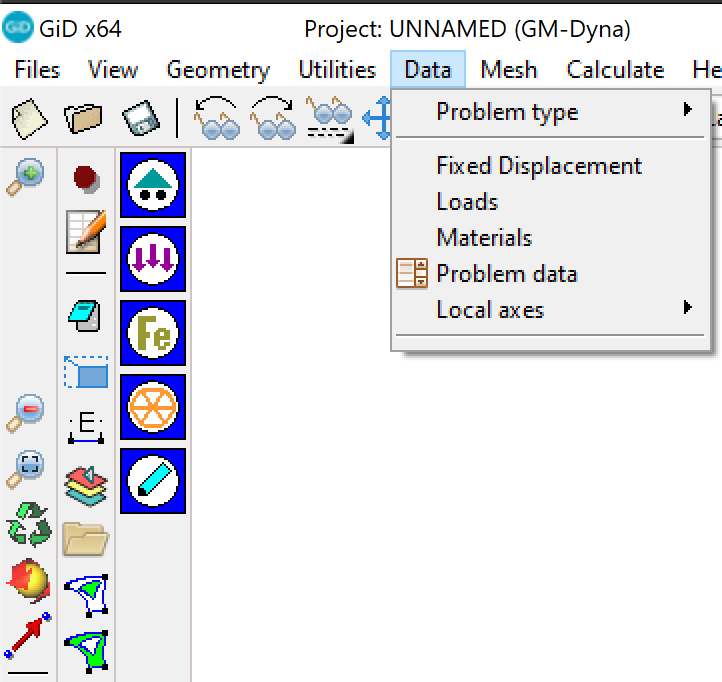
Condición de contorno tipo Neumann (“En fuerzas”). Depende de si se aplican a nodos, líneas o superficies, las posibilidades son:

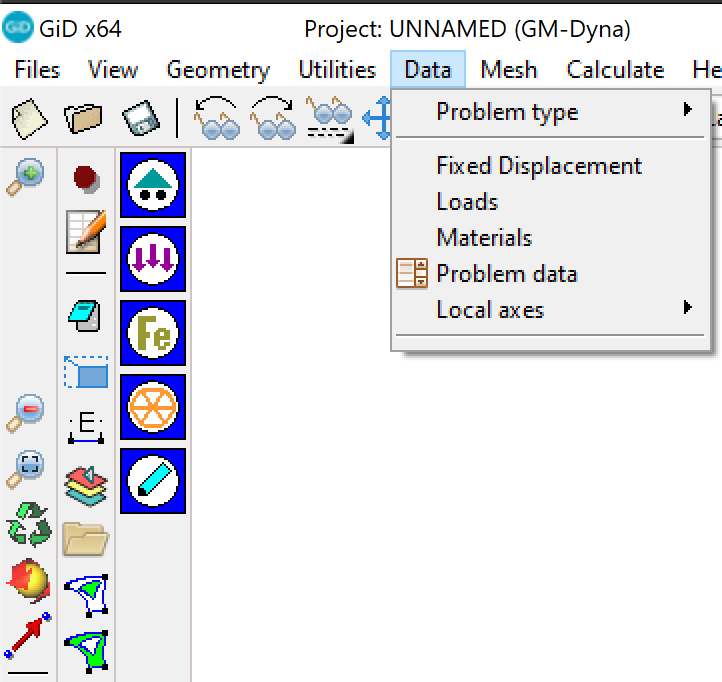
* LOAD – C.c. en puntos (Fuerza puntual)
* POINT LOAD LINE – C.c. en líneas, aplica fuerza puntual a nodos de esa línea
* SURFACE LOAD – C.c. en líneas, carga repartida.
* VOLUME LOAD – C.c. en superficie, para aceleraciones de un cuerpo.



Material. Se asignará a las superficies. Si hay mas de un material se irán creando y llamándolos con los sucesivos nombres MAT2, MAT3…



Creación de la malla. Una vez se defina el tipo de elemento (cuadrilátero o triángulo), cuadrático o lineal, y el paso de malla general (unstructured) o por lineas (structured), clickamos en este botón y toda la información de SETs pasa a la malla. Podríamos pintar condiciones de contorno en la malla con Draw y estarían asignados en nodos en particular.

Genera el \*.dat que posteriormente va a ser leído en MatLab

# **Archivo main():**

En principio no se ha de tocar este archivo. Se podría cambiar la versión (por defecto es *“code”)* y la ruta del código, que por defecto apunta a una carpeta REPOs que esta alojada en %HOME%.

El argumento de entrada es el nombre del archivo del problema, por defecto “problema.txt”.

Ej: main(‘problem\_2’)

# **Archivos de lectura:**

Importante, si se escribe // seguido de espacio se omite la línea a leer

La primera línea no lo lee.

## problem.txt

\* TYPE\_OF\_PROBLEM (Linea necesaria)

PATH\_GEOM

Carpeta (si la hubiera) donde está el archivo de la geometría

FILE

Nombre del archivo donde está la malla, material de cada elemento y los conjuntos de nodos de las condiciones de contorno con extensión \*.dat, de GiD.

GRID

Nombre del archivo donde están el background grid, con extensión \*.msh, de GID. Se usa para MPM. Si no lo hubiera, la malla es la misma que la que está en FILE.

ELEMENT

Tipo de elemento, donde salen los puntos materiales. También se define si las presiones de poro tienen interpolación lineal.

* L1
* T3
* T3-3 (3 puntos de integración)
* T3-Inverse
* T3-Diamond
* T6
* T6-3
* T6P3
* T6P3-3
* Q4
* Q4-4 (4 puntos de integración)
* Q8P4
* Q8P4-4

GRID\_TYPE

Tipo de grid, dependiendo del numero de nodos:

* L1
* T3
* T6
* Q4
* Q8

PROBLEM

OTM (0), MPM (1) o FE (2)

Puede añadir el sufijo LME si usa funciones de forma LME, teniendo que especificar en que archivo están los parámetros que definen LME (por defecto LME.txt). Si no, usa funciones de forma de FEM.

CONFIGURATION

PLANE\_STRAIN

AXISYMMETRIC

FRAMEWORK

LARGE\_STRAIN (por defecto)

SMAL\_STRAIN

FORMULATION

U 1 set de grados de libertad (2 en 2D) UW=0

U-W 2 sets de grados de libertad (4 en 2D) UW=1

U-Pw 2 set de grados de libertad, agua y pw (3 en 2D) UW=2

U-W-Pw 3 set de grados de libertad, agua y pw (5 en 2D) UW=3

DIMENSION (1) Flag para 1D (2) 2D (3) 3D

SCALE Factor de amplificación de la malla original

REMAPPING

Flag para realizar re-cálculo de función de forma (1) o no (0)

LINEARIZATION

1. Añade términos de la linearización u-w (0) No (por defecto)

INIT\_FILE

(Nombre del archivo.mat) Reiniciar desde un archivo

1. Iniciar desde 0

INIT\_STEP

Paso del archivo.mat desde donde ha de empezar

PLOT\_INI

(1) Dibuja algunas mallas al inicio del cálculo

(0) No dibuja

SAVE\_FREQUENCY

Especifica cada cuantos pasos de tiempo se van a exportar los datos para visualizar

FILE\_FREQUENCY

Especifica cada cuantos pasos de visualización se va a grabar el fichero de salida (Importante si la simulación falla antes del final, de poder tener archivos de salida)

INITIAL\_PORE\_PRESSURE

Valor numérico de la presión inicial

GRAVITY

Valor numérico de la gravedad, con su signo

THICKNESS Valor numérico del espesor

B\_BAR

1. Nada
2. B-Bar

F\_BAR

Valor numérico entre 0 (no F\_Bar) y 1 (Cuánto actúa el F-bar)

F\_BAR\_W

Valor numérico entre 0 (no F\_Bar) y 1 (Cuánto actúa el F-bar del agua)

PW\_STAB

Parámetro estabilizador de la formulación U-Pw. 0 si no estabiliza.

\* NUMBER\_OF\_BLOCKS

Número de bloques de cálculo en que se divide la simulación (1 por defecto)

\* BLOCK Número de bloque que se define para el cálculo

MATERIAL Nombre del archivo de material (mat.txt)

BOUNDARY\_CONDITION Nombre del archivo de Cond. contorno (boundary.txt)

LOAD Nombre del archivo de cargas (load.txt)

OUTPUT Nombre del archivo \*.mat donde se guardan resultados

DYNAMIC

1. Static (1) Dynamic

TIME\_FINAL Tiempo final de simulación

TIME\_STEP Paso de tiempo

AUTOADAPTIVE Si queremos que varía con el error, valor de la tolerancia.

TIME\_FACTOR

Valor numérico para amplificar el time step en cada paso. Si usamos 1 no se amplifica.

SOLVER

IMPLICIT

EXPLICIT

SCHEME

// NEWMARK1

// NEWMARK2

// GENERALIZED\_ALPHA

// HHT

// WILSON

// WBZ

// COLLOCATION

// NEWMARK\_EXPLICIT

DELTA 0.6 (O gamma)

ALPHA 0.3025 (O beta)

ALPHA\_M

ALPHA\_F

RHO Relacionado con alpha\_m y alpha\_f

THETA Relacionado con Wilson y collocation

NEWTON\_RAPHSON\_LOOP

Cada cuanto construye la matriz de rigidez global en el Newton-Raphson

NR\_TOLERANCE\_FORCES

Tolerancia relativa del Newton-Raphson en fuerzas

NR\_TOLERANCE\_DISP

Tolerancia absoluta del Newton-Raphson en desplazamientos

ITERATIONS Máximo de iteraciones del Newton-Raphson

## mat.txt

MATERIALS Número de materiales (Deben coincidir para los Blocks)

Comunes:

MAT Número (en \*.dat) Tipo

MODIFIED\_CAM\_CLAY

MODIFIED\_CAM\_CLAY\_VISCO (en pruebas)

LINEAR\_ELASTIC

NEO\_HOOKEAN, NEO\_HOOKEAN\_WRIGGERS, NEO\_HOOKEAN\_BONET, NEO\_HOOKEAN\_EHLERS

VON\_MISES

DRUCKER\_PRAGER\_O Outer cone

DRUCKER\_PRAGER\_I Inner cone

DRUCKER\_PRAGER\_PS Plain strain cone

PZ\_FORWARD

PZ\_MODIFIEDEULER

PZ\_BACKWARD

DENSITY

BODY Cuerpo al que pertenece este material. Por defecto 1.

EIGENEROSION Si se escribe se activa este modo de fallo.

EIGENSOFTENING Si se escribe se activa este modo de fallo.

Elásticas:

YOUNG

POISSON

SHEAR\_MODULUS

BULK\_MODULUS

LAME\_CONSTANT

CONSTRAINED\_MODULUS

WAVE\_SPEED

Plásticas:

YIELD\_STRESS

COHESION

HARDENING

HARDENING\_EXPONENT

EPSILON0

FRICTION\_ANGLE

VISCOSITY

VISCOSITY\_EXPONENT

Agua:

PERMEABILITY

POROSITY

WATER\_BULK\_MODULUS

WATER\_DENSITY

KS

KW

INITIAL\_PRESSURE (presiones negativas)

INITIAL\_VOLUMETRIC\_STRAIN

INITIAL\_DEVIATORIC\_STRAIN

Estas tres se pueden dar como dato numérico o especificar el valor al final de un bloque de cálculo. (En pruebas)

Cam Clay:

CRITICAL\_STATE\_LINE

ALPHA\_PARAMETER

SHEAR\_MODULUS

PRECONSOLIDATION (Presiones negativas)

KAPPA

LAMBDA

OCR

Cam Clay visco:

REFERENCE\_PRECONSOLIDATION

CREEP\_INDEX

Generalized-Plasticity:

KHAR

GHAR

MF

MG

H0

BETA0

BETA1

ALPHA\_F

ALPHA\_G

HU0

GAMMA\_HDM

GAMMA\_U

GAMMA\_VOL

Eigenerosion / Eigensoftening:

CEPS

GC

WC

FT

WC\_P

FT\_P

D

## boundary.txt

BOUNDARIES Número de condiciones (Deben coincidir para los blocks)

BOUNDARY Número Tipo:

DISPLACEMENT

WATER\_DISPLACEMENT

VELOCITY

WATER\_VELOCITY

PORE\_PRESSURE

TIED\_NODES

NODE\_LIST

Lista de nodos del archivo \*.dat asociada.

VECTOR (Cuando la condición sea un vector

X Y Z (Direcciones, ejemplo vertical: 0 1 0 )

VALUE Valor numérico o funciones, las que entiende Matlab, siendo t reconocido como tiempo:

* + - sin(30\*t)
    - min(30,t\*5)
    - heaviside(…)
    - cos()
    - ...

INTERVAL Inicio Fin

(Interval entiende FULL para nombrar el máximo e INI para el inicial)

OUTPUT (Opcional)

Flag que indica (1) si sacar la reacción a esta cond. o no (0)

TIED (Opcional, para TIED nodes)

Indica cual es el contorno al que esta ligado

## load.txt

LOADS Número de condiciones (Deben coincidir para los blocks)

LOAD Número Tipo:

VOLUME\_ACCELERATION

(en value poner g para gravedad u otro número si queremos que sea diferente)

LINE\_LOAD

POINT\_LOAD

WATER\_LINE\_LOAD

WATER\_POINT\_LOAD

NODE\_LIST

Lista de nodos del archivo \*.dat asociada.

VECTOR X Y Z (Direcciones, ejemplo vertical: 0 1 0 )

VALUE Valor numérico (**Fuerza** para cargas puntuales, **presión** para line\_load y **aceleración** para volumen\_acceleration. Se pueden usar valores numéricos o funciones, las que entiende Matlab, siendo t reconocido como tiempo:

* + - sin(30\*t)
    - min(30,t\*5)
    - heaviside(…)
    - cos()
    - abs()
    - ...

DISTRIBUTION Cargas distribuidas en el espacio. Se puede dar una expresión matemática en función de x,y,z. Si no se dice nada, su valor es 1.

INTERVAL Inicio Fin

(Interval entiende FULL para nombrar el máximo)

OUTPUT (Opcional)

Flag que indica (1) si sacar la fuerza de esta cond. o no (0)

## LME.txt

SHAPE\_FUNCTIONS Número de distintos tipos de funciones de forma LME

PHASE U, W o UW

GAMMA\_LME Valor inicial de gamma

GAMMA\_TOP Valor mínimo admisible de gamma

TARGET\_ZERO Valor mínimo de P para pertenecer a la vecindad

TOL\_LAG Tolerancia en la búsqueda del lambda óptimo

WRAPPER Tipo de algoritmo de búsqueda:

NELDER o NELDER\_MEAD

NEWTON\_RAPHSON o NR

TOL\_SEARCH Tolerancia para el remapping, óptimo entre 0.4 y 0.7

PROPORTION Tasa de reducción del valor de gamma

NEIGHBORHOOD\_GRADE

1 o 2, busca eficientemente los nuevos vecinos a partir de la cercanía en grado 1 o 2 de los elementos cercanos.

SEPARATION

Una función de forma de LME se puede truncar con este parámetro:

Argumento 1 – Rigid body asociado en GiD

Argumento 2 – Separación en unidades de longitud.

# **Archivo main\_plot():**

En principio no se ha de tocar este archivo. Se sitúa en la carpeta de cálculo y se llama con los siguientes argumentos.

* Arg1: Tipo de plot
  + VTK – Escribe archivos \*.vtk de lectura en Paraview.
  + GID – Escribe archivos \*.post.res de lectura en GiD.
  + GRID – Dibuja una magnitud nodal (‘GAMMA’) en un grid.
  + DEFORMED – Dibuja la malla deformada a lo largo del tiempo
  + DISTRIBUTION – Dibuja la malla deformada a lo largo del tiempo junto con una magnitud de puntos materiales (‘GAMMA’,’PW’,’PS’).
  + CRACK – Para fractura, dibuja puntos materiales que van rompiendo.
  + NEIGHBORS – Dibuja los puntos materiales. Puede decir los vecinos de un punto material.
  + CONSTITUTIVE – Para un punto material definido, dibuja la evolución de sus variables a lo largo del tiempo (P,Q,Pw,Es)
  + EXCESS\_PW – Pinta los excesos de presión de poro para una columna dada (se dan rangos de x, ‘RANGE’) y unos tiempos determinados (‘TIME’). El primer tiempo también dibuja tensión vertical.
  + CONSOLIDATION – Pinta la presión de poro total para una columna dada (se dan rangos de x, ‘RANGE’) y unos tiempos determinados (‘TIME’).

Si en ‘TIME’ se indica ‘MAX’ se puede obtener la envolvente de máximos (Problema de Zienkiewicz, Chan 1990).

* Arg2: Nombre del archivo \*.mat con la información.
* Arg3: Diferentes parámetros de dibujado. La forma de entrada será:

… ,‘NOMBRE\_DEL\_PARAMETRO’, valor del parámetro, …

Los posibles parámetros son:

* + AMPL / AMPLIFICATION

Escalado de la deformación (por defecto 1)

* + FREQ / FREQUENCY

Dibuja lo requerido cada X veces (por defecto 1).

* + OUT / FILE\_OUT

Para archivos de salida (GID o VTK), nombre de los mismos.

* + VAR

Variable a dibujar (‘GAMMA’,’PW’,’PS’).

* + FILE\_IN

Para dibujar ’NEIGHBORS’, si quisiéramos dibujarlos deformados según un archivo calculado.

* + FILM

Si queremos grabar videos en ‘DEFORMED’ o ‘DISTRIBUTION’.

* + STEPS

Número de pasos o FULL (o 0), que hacen todos los pasos.

* + TIME

Intervalos de tiempo donde queremos pintar exceso de presión de poro. Entra como un vector: ej. [0,1,4]

Para el primero pinta también tensión vertical

* + RANGE

Rango de *x* donde se ubican los puntos materiales que definen una columna.

* + ON\_NODES

Para la formulación U-Pw, elige si pintar presiones de poro en nodos (1) o en los puntos materiales (0, por defecto).

* + PW

Presión de poro de referencia para adimensionalizar el problema de Zienkiewicz y Chan (1990).

* + DRAINED

En el plot tipo CONSTITUTIVE, si esta DRAINED activado dibuja trayectorias típicas drenadas, si no, no drenadas.

Unos ejemplos serían:

main\_plot('DISTRIBUTION',FILE1,'VAR','PW')

main\_plot('CONSOLIDATION','UP-drained',…

'RANGE',[0.6,1.05],'TIME',[0.5],'ON\_NODES',1)

# **DRIVER\_1D**

En este caso solo corre un driver en un solo punto material, por lo que no es necesario ni aplicar condiciones de contorno de carga ni desplazamientos, así como tampoco requerimos de una malla o unas funciones de forma. Solo hacen falta 2 archivos, material y problema.

El de material es el mismo que el empleado para el Software GM-Dyna completo. No hace falta seleccionar ningún SET (solo habrá 1 material) al que asignar el material y no se podrá emplear fractura (Eigenerosion y Eigensoftening necesitan la interacción con puntos materiales adyacentes). Se puede usar la subrutina de PLOT de constitutive para dibujar trayectorias de tensiones tecleando:

plot\_driver(‘FILE’,…argumentos…)

## problem.txt

\* TYPE\_OF\_PROBLEM (Linea necesaria)

FRAMEWORK

LARGE\_STRAIN (por defecto)

SMAL\_STRAIN

INIT\_FILE

(Nombre del archivo.mat) Reiniciar desde un archivo

1. Iniciar desde 0

INIT\_STEP

Paso del archivo.mat desde donde ha de empezar

SAVE\_FREQUENCY

Especifica cada cuantos pasos de tiempo se van a exportar los datos para visualizar

FILE\_FREQUENCY

Especifica cada cuantos pasos de visualización se va a grabar el fichero de salida (Importante si la simulación falla antes del final, de poder tener archivos de salida)

\*\* No están implementados diferentes Blocks aun.

MATERIAL Nombre del archivo de material (mat.txt)

OUTPUT Nombre del archivo \*.mat donde se guardan resultados

TIME\_FINAL Tiempo final de simulación

TIME\_STEP Paso de tiempo

TIME\_FACTOR

Valor numérico para amplificar el time step en cada paso. Si usamos 1 no se amplifica.

PROBLEM\_TYPE Tipo de ensayo a realizar:

SIMPLE\_SHEAR

TRIAXIAL

TRIAXIAL\_CYCLIC

DRAINED Drenado (YES) o no drenado (NO)

FINAL\_DEVIATORIC\_STRAIN Deformación desviadora final.

Para los cíclicos, por ciclos:

STEPS\_BY\_CYCLE pasos dentro de cada ciclo.

O por carga:

MAX\_Q Cambia de ciclo cuando llega a cierto desviador por arriba

MIN\_Q Cambia de ciclo cuando llega a cierto desviador por abajo