

## Estrategias numéricas en Plaxis

Dr. Alejo O. Sfriso

Universidad de Buenos Aires

SRK Consulting (Argentina)

AOSA

materias.fi.uba.ar/6408

latam.srk.com

www.aosa.com.ar

asfriso@fi.uba.ar

asfriso@srk.com.ar

asfriso@aosa.com.ar

## Pasos de cálculo

Cuando la no-linealidad es fuerte, la carga se aplica en varios pasos de cálculo

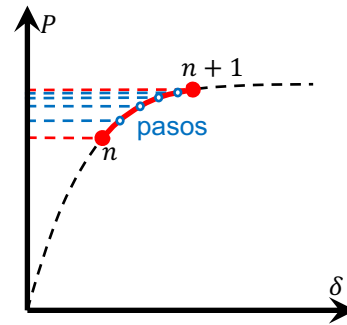
En Plaxis, alternativamente

- Pasos de cálculo: Se resuelve la carga desbalanceada por **pasos parcialmente equilibrados**
- Multiplicadores: Se divide la carga desbalanceada en  $n$  partes y se resuelve  $n$  veces el **equilibrio total** para  $\Delta P/n$

## Pasos de carga



- Se aplica la carga desbalanceada total  $\Delta P$  en incrementos que no son necesariamente iguales entre sí
- **En el cálculo por pasos los resultados intermedios no tienen sentido físico** porque no se resuelve hasta convergencia
- El incremento de fuerza desbalanceada se regula en función de la velocidad de convergencia
- La rigidez se calcula al inicio del primer paso



## Multiplicadores



### La acción aplicada es la carga introducida aumentada por su multiplicador

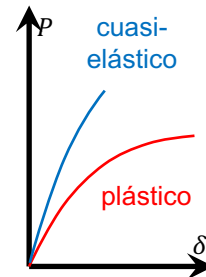
Los multiplicadores pueden ser

- Totales: (cargas gravitacionales o dinámicas)  
 $\Sigma M_{dispX}$ ,  $\Sigma M_{dispY}$ ,  $\Sigma M_{loadA}$ ,  $\Sigma M_{loadB}$ ,  $\Sigma m_{weight}$
- Incrementales:
  - Cálculo de coeficiente de seguridad
  - Desplazamientos impuestos

## Indicadores



- Error global: carga desbalanceada ( $P - \delta$ )
- Error local: punto de Gauss no equilibrado ( $\sigma - \epsilon$ )
- Rigidez numérica  $CSP = \frac{\int \Delta\sigma : \Delta\epsilon}{\int \Delta\epsilon : \mathbf{D} : \Delta\epsilon}$   
 $CSP = 1.0 \rightarrow$  elástico |  $CSP < 0.001 \rightarrow$  casi falla |  $CSP \sim 0 \rightarrow$  falla
- Ventana de desplazamientos
- Cantidad de puntos de Gauss de cada tipo
  - Corte (shear)
  - Corte y compresión (cap)
  - Interfaces
  - Tracción
  - Vértice de tracción ( $s = 0$ )



## Ajustes a los criterios de convergencia (Plaxis)



- Error tolerado: aumentar ligeramente para superar una falla local que no interesa al análisis, no tocar para cálculos de FoS
- Pasos de descarga: detección automática de falla, aumentar para superar falla local
- Reducción de error + Fracción máxima de carga por paso: tolerancia decreciente a medida que se acerca a convergencia: aumenta velocidad convergencia

## Ajustes a los criterios de convergencia (Plaxis)



- Sobrerrelajación: entre 0.8 y 1.5
  - Menor: convergencia mas segura
  - Mayor: convergencia mas rápida (si converge)
- Control de long. arco: cargas de falla confiables
  - Apagar para superar una falla local, con cuidado
- Max. y min. iteraciones deseadas: escala pasos de carga
  - Si converge: x 2
  - Si no converge: x 0.50

