



Real Academia de Ciencias

Exactas • Físicas • Naturales

**Acto de Homenaje al Profesor
José Antonio Jiménez Salas**

Madrid , 15 febrero 2017

**Papel del Prof. Jiménez Salas en
los primeros elementos finitos
en España [en Geotecnia]
(una visión subjetiva)**

César Sagaseta Millán

Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Catedrático de Ingeniería del Terreno

Universidad de Cantabria. Santander

Los Elementos Finitos en 1969

- ✓ IA Turner, M.J., Clough, R.W., Martin, H.C., and Topp, L.J. (1956). Stiffness and deflection analysis of complex structures. *J. Aero. Sci.*, 23, 805–824.
- ✓ IC Clough, R.W. (1960). **The finite element method** in plane stress analysis, *Proc. 2nd ASCE Conf. on Electronic Comp.*, Pittsburgh, Pa, 1960.
- ✓ IA Zienkiewicz, O.C. and Cheung, Y.K. (1967). *The Finite Element Method in Engineering Science*. McGraw-Hill. London

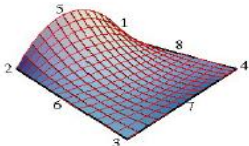
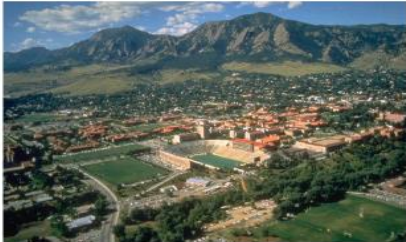


Prof. Ray William Clough
(1920-2016)
UC Berkeley



Prof. Gerald Wayne Clough
(1941-)
Georgia Tech

Introduction to Finite Element Methods (ASEN 5007)
Fall 2016
Department of Aerospace Engineering Sciences
University of Colorado at Boulder



Course Instructor:
Prof. Carlos A. Felippa

El auténtico inicio en España

Cursos de Doctorado (1969-70):

- “Problemas particulares visco-elasto-plásticos de los terrenos”
Prof. A. Serrano
- “Mecánica de Rocas”
Prof. S. Uriel



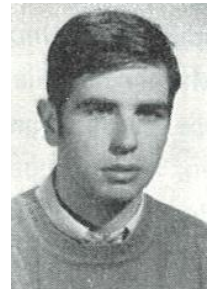
J.A. Jiménez Salas



Luis del Cañizo
(*Taludes*)



Enrique Castillo
(*Pantallas*)



César Sagaseta
(*Túneles*)



Basado en libro de Zienkiewicz y Cheung (1967)



Programa PLEF (CEDEX)

Elaboración 1970-71

```
*****
*****
C PROGRAMA PARA EL CALCULO DE LA DISTRIBUCION DE
C TENSIONES EN UN MEDIO ELASTOPLASTICO BIDIMENSIONAL
C CONSIDERANDO EL PROCESO CONSTRUCTIVO. EMPLEO SIMULTANEO
C DE ELEMENTOS TRIANGULARES Y LINEALES.
*****
*****

DEFINE FILE 7(600,12,U,NK),8(2700,60,U,NS),9(600,36,U,ND)
DIMENSION X(300,2),NCD(600,3),NFIRS(20),NLAST(20)
*,NSTAR(20),NEND(20),NUNGI(20),ITETA(20,10),XE(3,2)
DIMENSION NF(50),NB(50,2,2),BV(50,2,2),E1(6),E2(6)
*,P1(6),P2(6),GE(6),CC(6),TFI(6),CFI(6),SNU(6),DENS(6)
*,EARTH(6),AN(600),NEP(600),U(600,2),AUM(7)
DIMENSION NEP1(150),NEP2(150),NELC(7),NELCC(7),NUMC(7)
*,NUMC2(7),NUMC3(7)
DIMENSION ST(40,80),ST1(40,40),F(600,1),UD(600,1)
*,TEN(900,1),TED(900),FPLA(300),DPLA(300),IPLAS(600)
DIMENSION ALFA(15)
COMMON X,DELTA,BV,E1,E2,P1,P2,GE,CC,TFI,AN,UD,U,XE,CO1
*,GE1,CFI,ST,ST1,TEN,TED,FPLA,DPLA,F,AUM,FPL1,SNU,ALAN
*,DENS,EARTH
COMMON JI,JJ,NPOIN,NPART,KE1,NEM,NELEM,NBCUN,NYM
*,NCCNC,NCCLN,IELAS,NP,LMEN,NS,ND,NK,IP,LIMP,NCAR1
*,ISCAR,NFAS,LIM1,IU,IER,NOD,NEND,NFIRS,NLAST,NSTAR
*,NF,NB,NEP,IPLAS,NCAR,IFAS,ICAR,ICAF,IPL,LMCN,NELC
*,NELCC,NUNO,NUNO2,NUNC3,INUEV,ITETA,NUNGI,ILIN,LMUN
*,NEP1,NEP2
JI=8
JJ=5
READ(JI,31)ALFA
WRITE(JJ,32)ALFA
```

Opciones

- 2D, simetría axial, 3D
- Isotropía, Anisotropía
- Elasto-plasticidad perfecta
- Ley asociada, no asociada
- Elementos continuos y viga
- Fases sucesivas de carga, excavación y construcción
- Creación manual de malla
- Salida impresa en tablas

Aún no...

- Elementos más refinados
- Estados límite
- Fases parciales
- Rigidización
- Modelos estado crítico
- Agua, tensiones efectivas
- ... y muchas más

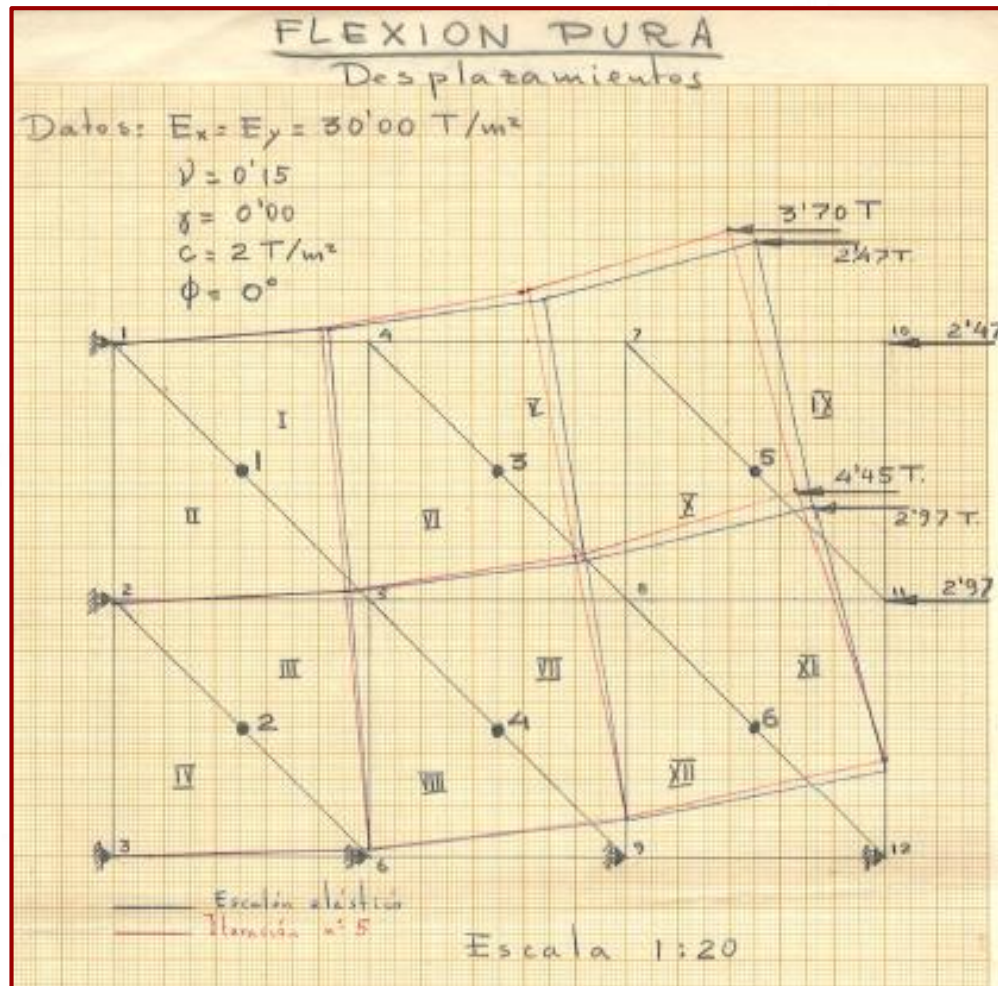
El primer cálculo (académico)

Curso de Doctorado (1970-71):

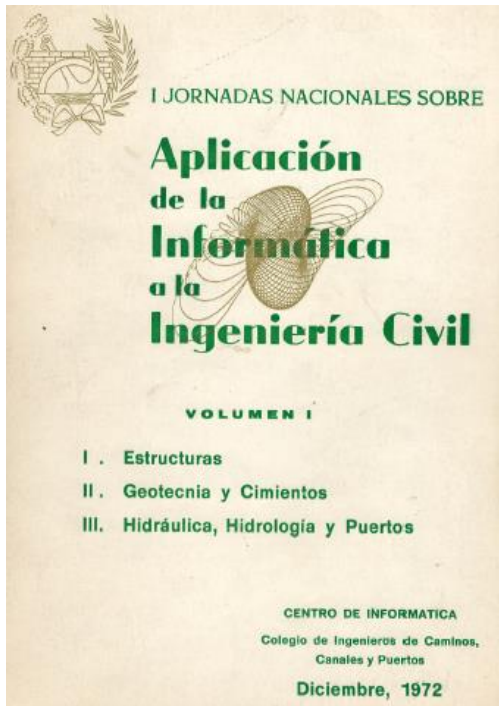
“Ecuaciones Diferenciales de la Física y la Elasticidad”



DOU MASDEXEXAS — D. Alberto



Las primeras publicaciones



Análisis de estructuras por el método de los elementos finitos.

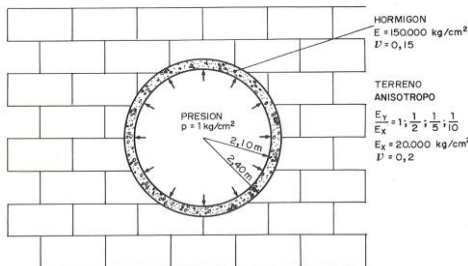
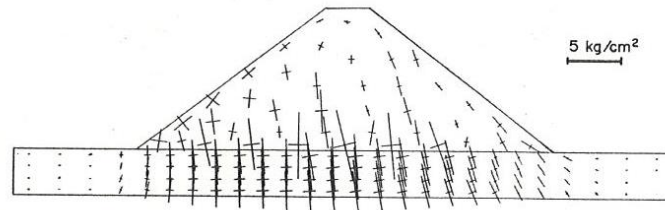
A. Recuero Fornies - R. Ramirez de Dampierre,
F. de Agueda.

1-161

Aplicación del método de elementos finitos en la mecánica del suelo.

Luis del Cañizo Perate - Enrique Castillo Ron
César Sagaseta Millán.

2-10



ANALISIS NUMERICO DE UN MEDIO ROCOSO ELASTOPLASTICO

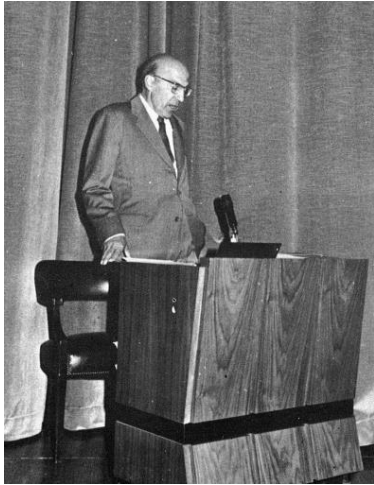
Por = L. del Cañizo Perate y C. Sagaseta Millán.

INFLUENCIA DE LA ANISOTROPIA DEL TERRENO EN EL CALCULO DEL REVESTI

MIENTO DE UN TUNEL A PRESION.

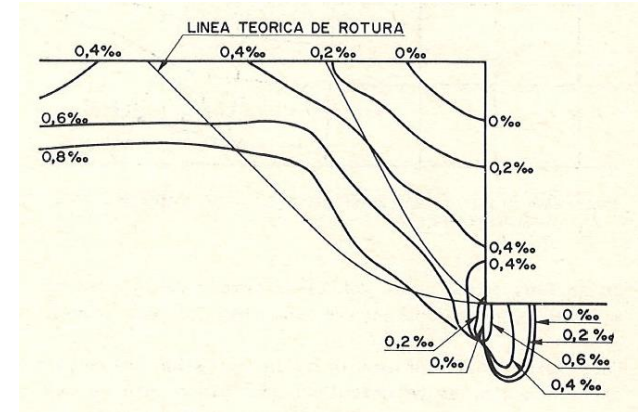
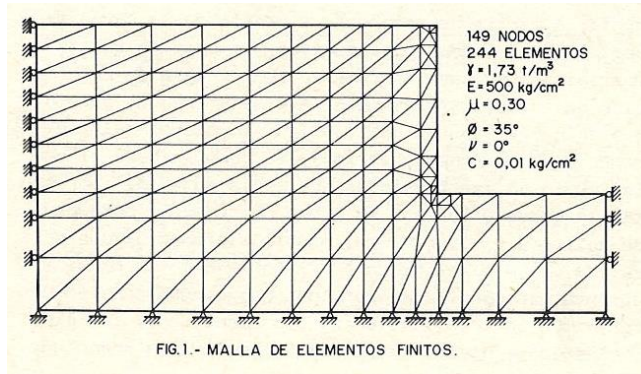
Por: S. Uriel Romero y C. Sagaseta Millán.

5º Congreso Europeo de Mecánica del Suelo y Cimentaciones. Madrid, 1972



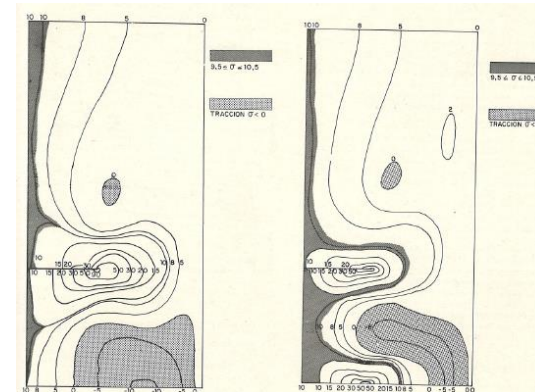
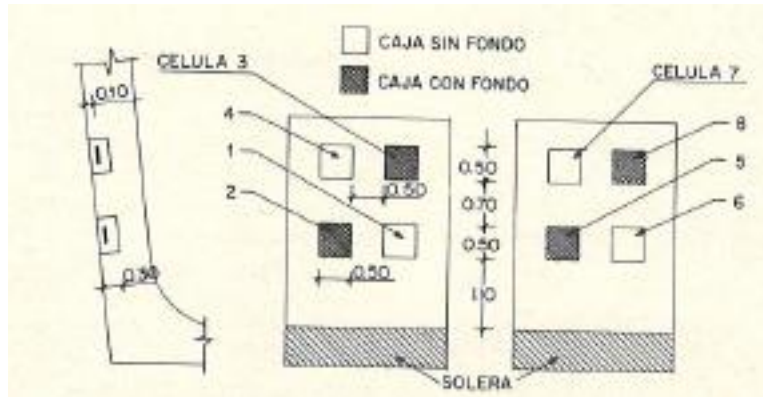
L. CAÑIZO
y C. SAGASETA
España

Empuje de un terreno elastoplástico sobre un muro rígido móvil 125
Earth pressure of an elastoplastic soil upon a moving rigid wall.
Poussée d'un terrain élastoplastique sur un mur rigide mobile.



V. ESCARIO
y C. SAGASETA
España

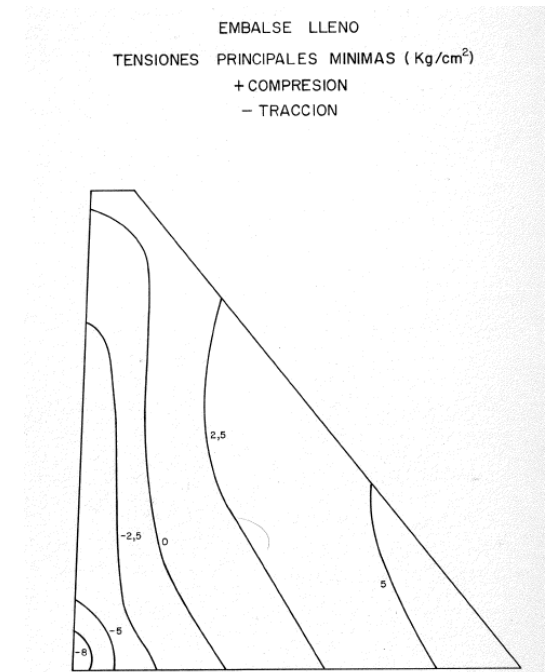
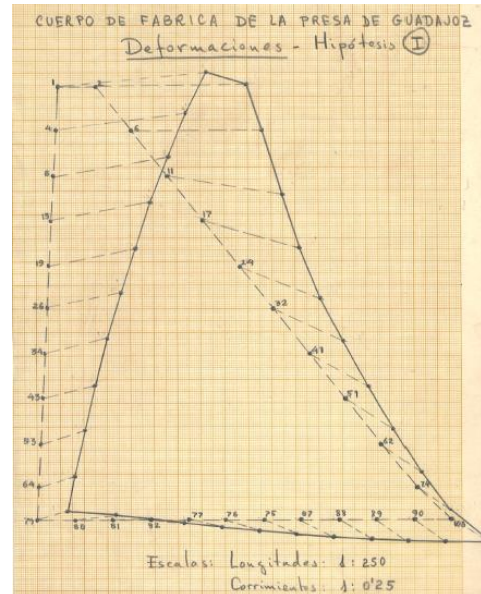
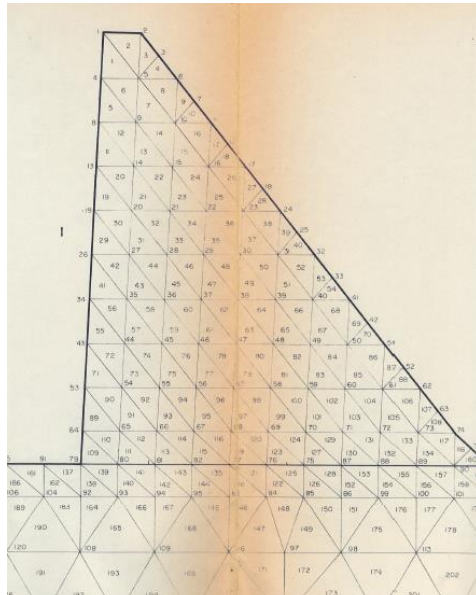
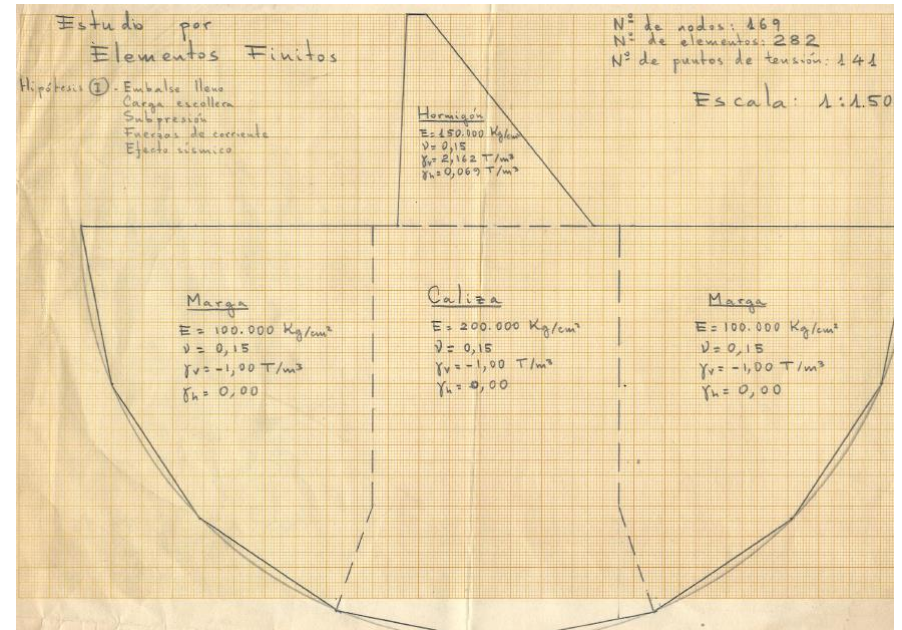
Empujes laterales en una sección del Metro de Madrid 499
Lateral forces on a experimental section of the Madrid subway.
Efforts latéraux sur une section expérimentale du métro de Madrid.

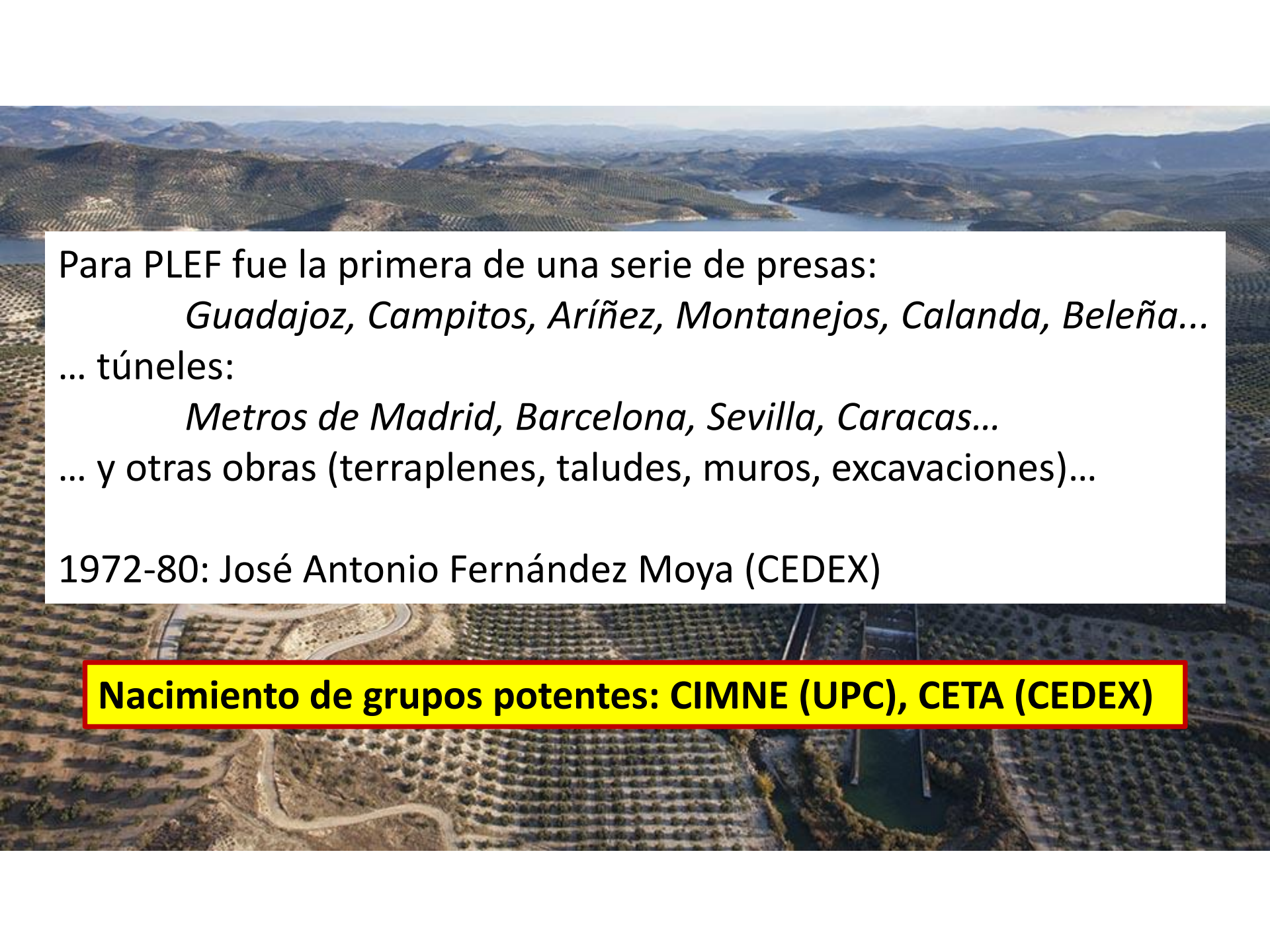


El primer caso "real"

M.O.P.	CONFEDERACION HIDROGRAFICA DEL GUADALQUIVIR		
PRESA DE EMBALSE EN EL RIO GUADAJEZ ESTABILIDAD DE LA PRESA			
TORAN Y CIA	LAMINA	25	ANEXO N° 5

(cortesía Adrián Baltanás)





Para PLEF fue la primera de una serie de presas:

Guadajoz, Campitos, Aríñez, Montanejos, Calanda, Beleña...

... túneles:

Metros de Madrid, Barcelona, Sevilla, Caracas...

... y otras obras (terraplenes, taludes, muros, excavaciones)...

1972-80: José Antonio Fernández Moya (CEDEX)

Nacimiento de grupos potentes: CIMNE (UPC), CETA (CEDEX)

ETC7. European Technical Committee on Numerical Methods in Geotechnical Engineering
ISSMGE. Sociedad Española de Mecánica del Suelo (desde 1988)



**XII International Conference on Soil Mechanics
and Foundation Engineering**
August 13-18, 1989, Rio de Janeiro, Brazil

**XII Congrès International de Mécanique des Sols
et des Travaux de Fondations**
13-18 Août, 1989, Rio de Janeiro, Brésil

