

Homenaje al Profesor Jiménez Salas en el Centenario de su nacimiento



***Su papel en el Doctorado de las Escuelas Técnicas
Superiores de Ingenieros de Caminos***

por

Enrique Castillo Ron

Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales



15 de febrero de 2017

Índice

ÍNDICE

- 1 **Los antecedentes al Doctorado del Plan 64**
- 2 **La promoción de 1969, primera del Plan 64 y el Doctorado**
- 3 **Su visión de la investigación y la formación de los Doctorandos**
- 4 **La experiencia americana de sus doctorandos**
- 5 **Cátedras de sus discípulos**
- 6 **Su conocimiento interdisciplinar**
- 7 **Su discurso de entrada en la Real Academia de Ciencias**
- 8 **Epílogo**

ANTECEDENTES AL DOCTORADO DEL PLAN 64

Para entender la problemática del Doctorado en las Escuelas de Ingenieros en aquellos años, **hay que repasar algunos hitos importantes**, que quedan recogidos en algunas Leyes y Decretos.

- 1 Ley de 20 de julio de 1957 sobre ordenación de las enseñanzas técnicas por la que las Escuelas Especiales de Ingenieros, las Superiores de Arquitectura y las de Peritos, Ayudantes, Aparejadores y Facultativos pasaron de depender de otros Ministerios a **depender del entonces Ministerio de Educación Nacional**.
- 2 La nueva exigencia a los profesores universitarios de **tener el título de Doctor para poder acceder a las cátedras**.
- 3 La **no existencia en aquella época de doctorado en las Ingenierías**.
- 4 La solución que se adoptó en la Disposición Transitoria Séptima de la Ley de 20 de julio de 1957 de **igualar derechos y deberes de Arquitectos e Ingenieros con los que otorga el título de Doctor**.
- 5 El Decreto 636/1968 en el que se **valora la preparación técnica y los trabajos profesionales con vistas a la cátedra**.
- 6 El Decreto 1677/1969 que **regula el Doctorado para graduados en Escuelas Técnicas Superiores**.

De esta forma se resolvió satisfactoriamente para todos un grave problema.

EL NUEVO DOCTORADO PARA ESCUELAS TÉCNICAS SUPERIORES

A la promoción de 1969, que era la primera del Plan 1964 de la ETSICCP nos tocó **inaugurar el Doctorado en las Escuelas Técnicas Superiores, que hasta entonces sólo existía en las Facultades.**

Ni que decir tiene que como iniciábamos el doctorado no había ninguna experiencia y se hacía camino al andar. Afortunadamente, **allí estaban algunos profesores como Jiménez Salas,** cuya ilusión con el nuevo proyecto era altísima y con su **oferta triple de posibilidades, que sólo él podía ofrecer, alto nivel teórico, trabajo de laboratorio y trabajo profesional.**

El ambiente alrededor de la Cátedra de Geotecnia, el Laboratorio del Transporte y algunas empresas era impresionante. Todo ello impulsado por José Antonio Jiménez Salas. **Allí, se concentraban una serie de especialistas de altísimo nivel, que nos asombraban a los jóvenes doctorandos por sus trabajos de gran originalidad y reconocimiento exterior.**

EL GRUPO DE GEOTÉCNICOS DE NUESTRO MAESTRO

En el grupo de Geotécnicos de nuestro Maestro, el **Profesor Jiménez Salas**, entre otros, estaban:

- 1 **Ventura Escario** con sus **novedosas contribuciones a suelos no saturados**.
- 2 **Alcibíades Serrano** con su **método de los campos asociados (Cambridge)**.
- 3 **Santiago Uriel** con sus **contribuciones a estabilidad de taludes (taludes isorresistentes) y a los ensayos de rocas a escala real**.
- 4 **José Luis de Justo** con sus **importantes contribuciones a los ensayos de suelos**.
- 5 **Angel Uriel** con sus trabajos sobre la **anisotropía y la respuesta armónica** de los suelos.
- 6 **Luis del Cañizo** con sus **contribuciones a los elementos finitos aplicados a suelos**.
- 7 **José María Rodríguez Ortiz** con sus **suelos granulares reproducidos grano a grano aleatoriamente y su estudio de transmisión de fuerzas intergranulares**.
- 8 **Carlos Lorente de No** con **sus estudios sobre el método de Ang y Harper**, un precursor del método de los elementos finitos.
- 9 **Manuel Romana** con **su labor en Intecsa**, empresa en la que trabajé durante un año como alumno.
- 10 **Jesús Sáez** con sus **contribuciones al desarrollo de los ensayos y la teoría de la succión de suelos**.

Difícil imaginar algo semejante en la España de finales de los sesenta y comienzos de los setenta.

No podremos olvidar nunca lo que debemos a José Antonio Jiménez Salas.

LA PROMOCIÓN DE 1969, PRIMERA DEL PLAN 64 Y EL DOCTORADO

Casi todos mis compañeros del Doctorado lo hicieron en Mecánica del Suelo, siendo responsable el **Profesor Jiménez Salas**, que se encargó de **atraernos, dirigirnos o buscarnos directores de tesis y a veces la financiación adecuada**. Ese fue el caso de:

- 1 **César Sagaseta**, dirigido por **Ventura Escario** y cuya tesis versó **sobre túneles**, con importantes contribuciones a los elementos finitos, plasticidad y al estudio de la influencia de los métodos constructivos.
- 2 **Carlos Oteo**, dirigido por **José Antonio Jiménez Salas** con una tesis sobre la resistencia y la deformación lateral de **grupos de pilotes** con cargas alternativas.
- 3 **Carlos Faraco**, dirigido por **José Antonio Jiménez Salas**, con su tesis sobre el **colapso** de los suelos yesosos españoles.
- 4 **Eduardo Alonso**, dirigido por **Raymond Krizek**, con su tesis sobre **el enfoque probabilista** de la Geotecnia.
- 5 **Juan Saura**, dirigido por **José Luis de Justo**, con su tesis sobre **elementos finitos** aplicados a presas de materiales sueltos.
- 6 **Enrique Socías**, dirigido por **Raymond Krizek** y cuya tesis versó sobre **filtración en macizos rocosos**.
- 7 **Enrique Castillo**, dirigido por **Santiago Uriel**, con su tesis sobre **Pantallas continuas** con especial consideración del método constructivo y el pretensado de las mismas.

Otros compañeros, como **Juan Murcia** y **Luis Albajar**, se dirigieron a otras áreas.

SU VISIÓN DE LA INVESTIGACIÓN Y LA FORMACIÓN DE LOS DOCTORANDOS

De la experiencia internacional de José Antonio Jiménez Salas, con una **beca Friedrich List en Munich, Viena y Berlin**, tenía muy claro lo que necesitaba un doctorando y lo que nos ofreció:

- 1 **Facilidad y hábito en el acceso al material bibliográfico.** El laboratorio había hecho un gran esfuerzo por reunir material bibliográfico relevante y ello nos sirvió de mucho en nuestros trabajos. Entonces, la situación española no se parecía en nada a la actual en este tema.
- 2 **Salida a Universidades extranjeras para formarnos y enriquecernos humana, científica y profesionalmente.** Fue el impulsor de muchos de nosotros para que hiciéramos estudios de Master y Doctorado en Universidades extranjeras.
- 3 **Presentación de los trabajos en congresos nacionales e internacionales de primer nivel.** Él era uno de los principales ponentes en los congresos mundiales de Geotecnia y tenía claro que debíamos hacer un esfuerzo por participar. En el primer Congreso mundial de grandes presas de Madrid nos hizo participar a varios de nosotros con algunas ponencias.
- 4 **Publicación de sus trabajos en las mejores revistas de la especialidad.** Nos animó e impulsó a ello. De ahí su satisfacción cuando publicamos (Rechea, Alonso, Castillo, Sagaseta, Gens, etc.) en Geotechnique, la primera revista de Geotecnia a nivel mundial.
- 5 **Contacto con la realidad práctica a través de trabajos de proyecto y consultoría.** Nos invitaba a participar en trabajos de asesoría con mucha frecuencia.

Ni que decir tiene que estas ideas nos las metió hasta el tuétano y nos beneficiaron en nuestra formación y posterior vida profesional.

LA EXPERIENCIA AMERICANA DE SUS DOCTORANDOS

El esfuerzo y la ilusión puesta por Jiménez Salas en la salida al extranjero de los doctorandos para obtener títulos de postgrado y su implicación personal fue enorme.

Los primeros discípulos de Jiménez Salas, como **Manuel Rechea, Antonio Santos, Manuel Melis, José Luis Monte y Enrique de Miguel pusieron el listón de la Universidad española donde debía estar.** Hay que decir que **todos los estudiantes extranjeros de cualquier nacionalidad accedían al Doctorado a través del Master**, es decir, se les exigía realizar los estudios de Master. Sin embargo, gracias a esta legión de discípulos de Jiménez Salas se consiguió que **los alumnos españoles de la ETSICCP de Madrid, la única de Caminos entonces, accedieran directamente al Doctorado**, reconociendo la excelente preparación básica, especialmente en **Matemáticas y Física**.

Yo fui precisamente el primer beneficiado, por lo que les estoy muy agradecido, especilamente a **Antonio Santos**, que colaboró conmigo de una forma muy especial en mi aterrizaje en tierras americanas.

Fruto del esfuerzo de nuestro Maestro y de la buena impresión que dejamos, fue que en la Universidad de Northwestern y bajo la dirección de Raymond Krizek y alguno de la de Zdenek P. Bazant, hoy miembros de la NAE americana, a mí me siguieron una larga lista entre los que estaban **Antonio Soriano, Antonio Santos, Eduardo Alonso, Vicente Cuéllar, Manuel Casteleiro, José Luis Monte, Federico Arrizabalaga, Enrique Socías, Rafael Blázquez, Antonio Huerta, Luis Arenzana**, etc.

CÁTEDRAS DE SUS DISCÍPULOS

Hay que señalar que el Profesor **Jiménez Salas creó escuela**. **La enseñanza de Geotecnia en España ha estado casi exclusivamente en manos de sus discípulos**. Tal fue su influencia y dedicación a ellos. De hecho, consiguieron las Cátedras en las Escuelas de Ingenieros o Arquitectura: **José Luis de Justo, Manuel Romana, César Sagaseta, Eduardo Alonso, Santiago Uriel, Alcibiades Serrano, José María Rodríguez Ortiz, Carlos Oteo, Antonio Soriano, José Manuel Sánchez Alciturri, José Luis Ripoll, Joaquín Celma, Claudio Olalla**, etc.

Hay que señalar también que **sus conocimientos y su gran afición por las Matemáticas** se tradujo en el hecho relevante de que tres de sus discípulos, **Enrique Castillo, Manuel Casteleiro y Antonio Huerta** son **Catedráticos de Matemática Aplicada en Universidades españolas**, y que los tres figuran en la lista recientemente publicada de profesores españoles **con mayor índice h y fh en Matemáticas**. No cabe duda de que su amor por la matemática y las enseñanzas que recibimos de él nos llevaron por ese camino.

Siempre quedé impresionado por sus conocimientos matemáticos, recibidos en la Escuela de Madrid y que le permitieron desarrollar trabajos de alto nivel científico, transmitido además a sus discípulos.

SU CONOCIMIENTO INTERDISCIPLINAR

José Antonio Jiménez Salas era una persona muy culta y con un conocimiento profundo en muchas materias.

El Profesor Jiménez Salas era sobre todo un gran Maestro. Ello se reflejaba en sus escritos de una forma clara, en los que aparecían mensajes en muchas dimensiones. En sus clases magistrales, conferencias y discursos, **no hablaba un solista, sino una orquesta**, ya que sus dimensiones **técnica, científica, ingenieril, humana y religiosa** se percibían entremezcladas en el mensaje, aunque, bien es cierto, que sólo por aquellos privilegiados que eran capaces de percibirlos.

SU DISCURSO DE ENTRADA EN LA REAL ACADEMIA DE CIENCIAS

Mención muy especial merece su discurso de entrada en esta Real Academia de Ciencias, Exactas, Físicas y Naturales, pronunciado el 17 de marzo de 1982. En él describe maravillosamente, y **con una gran generosidad**, el estado de la Geotécnica en España a través del trabajo de sus discípulos.

Es impresionante percibir cómo no sólo inspiraba muchas veces y **siempre estaba al tanto de los trabajos de sus discípulos**, sino que conocía en detalle y con una profundidad inusitada hasta los menores detalles.

Tengo que confesar, que al releer este discurso, varias veces, me preguntaba por ciertos detalles incluídos en el mismo que creía estaban reservados a sus autores directos, por su profundidad, y **que él había percibido**, ya que sólo una persona que analice estos trabajos con mucho tiempo, dedicación y entusiasmo sería capaz de hacerlo.

La explicación a este hecho es muy clara. **Jiménez Salas se sentía profundamente orgulloso de sus discípulos** y sus trabajos, lo que le llevaba a realizar en estudio profundo de los mismos, muchos de ellos en él inspirados. Difícil encontrar a alguien semejante.

La prueba de ello es este discurso, al que seguramente dedicó mucho tiempo en su elaboración, que prueba todo lo dicho anteriormente. **Les invito desde aquí a realizar una relectura minuciosa del mismo.**

EL PROFESOR JIMÉNEZ SALAS

A nivel personal, con él dí mis primeros pasos de investigación y realicé mi tesis doctoral española. **A él le debo también mi Doctorado en la Universidad de Northwestern**, ya que él me facilitó los contactos y me consiguió la Beca en dicha Universidad. Ello me dio la posibilidad de realizar la tesis con el profesor Raymond Krizek, de la Academia de Ingeniería estadounidense (NAE), **experiencia que, sin duda, marcó mi vida científica.**

Nunca olvidaré que al marchar a Chicago en 1970, el prof. Jiménez Salas **fue a despedirme al aeropuerto de Barajas y que, según me informó un familiar, subió a la terraza y no se marchó hasta ver despegar el avión.** Sin duda, ello refleja su calidad humana y las muchas esperanzas que había puesto en mi persona. Espero no haberlas defraudado.

A la vuelta de la Universidad de Northwestern, **me invitó a trabajar con él en el informe geotécnico de la central nuclear de Almaraz** y me apoyó mucho en mi tesis doctoral, dirigida por el profesor Santiago Uriel.

Aún recuerdo **cómo disfrutaba cuando le mostraba los primeros gráficos de ordenador realizados con un “plotter”** en el que se veían los diagramas de flechas, momentos y esfuerzos cortantes en las diferentes etapas de la excavación de sótanos realizados con pantallas y que formaron parte de mi tesis española.

CÁLCULO DE VARIACIONES. ESTABILIDAD DE TALUDES

Su influencia va mucho más allá de la tesis y de la Geotécnia.

Tengo que empezar diciendo que he tenido la suerte de trabajar en cálculo de variaciones porque afortunadamente **el programa de segundo curso de carrera en la ETS de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad Politécnica de Madrid incluía en los años 60 una parte dedicada a esta bella especialidad de la matemática.** Desgraciadamente, los alumnos de estas escuelas ya no tienen hoy esta posibilidad.

Tras trasladarme a Santander, tuve la suerte de dirigir la primera tesis doctoral de la ETS de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad de Cantabria, que **trataba sobre el tema de la estabilidad de taludes mediante cálculo de variaciones.**

CÁLCULO DE VARIACIONES. ESTABILIDAD DE TALUDES

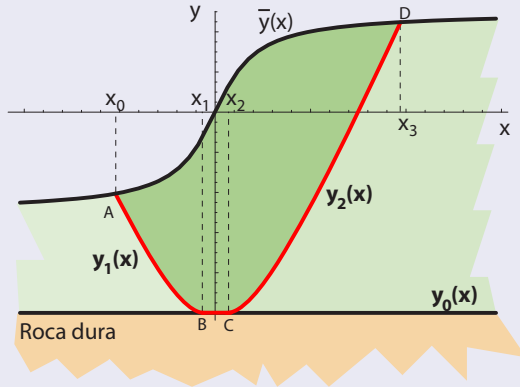
Un talud **es estable si las fuerzas deslizantes son menores que las resistentes**. En caso contrario, el talud desliza y esto ocurre por la superficie o **línea de mínima resistencia**.



Es por tanto necesario determinar esta curva o superficie de deslizamiento, que es la que **minimiza el cociente entre fuerzas estabilizadoras y deslizantes**, es decir, un **cociente de funcionales**, del que ya **Euler** analizó las condiciones necesarias y **Alberto Dou** tradujo del latín.

CÁLCULO DE VARIACIONES. ESTABILIDAD DE TALUDES

TALUD Y LÍNEA DE DESLIZAMIENTO EN CONTACTO CON UNA CAPA DE ROCA



CÁLCULO DE VARIACIONES. ESTABILIDAD DE TALUDES

Entre 1975 y 1977 basándonos en el **método de Janbu**, propusimos el siguiente **funcional cociente implícito**:

$$F = \frac{\int_a^b \frac{[c + \gamma(\bar{z}(u) - z(u)) \tan \phi] (1 + z'^2(u))}{\gamma \left(1 + \frac{z'(u) \tan \phi}{F}\right)} du}{\int_a^b (\bar{z}(u) - z(u)) z'(u) du}, \quad (1)$$

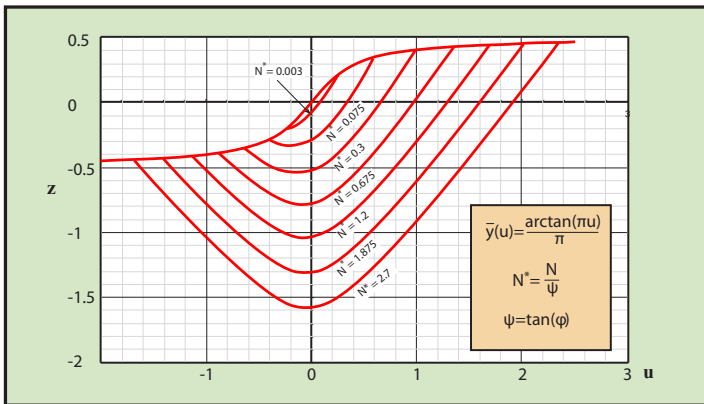
donde **F** es el coeficiente de seguridad, $\bar{z}(u)$ es el perfil del talud, $z(u)$ es la ordenada de la curva de deslizamiento, c es la cohesión del terreno, ϕ es el ángulo de rozamiento interno del suelo, γ es el peso específico del suelo, y a y b son las coordenadas de la curva de deslizamiento en su salida. El funcional (1) para terreno puramente cohesivo resulta:

$$F = \frac{Q_N}{Q_D} = \frac{c \int_a^b (1 + z'^2(u)) du}{\gamma \int_a^b (\bar{z}(u) - z(u)) z'(u) du}, \quad (2)$$

donde el **numerador y el denominador representan las fuerzas estabilizadoras y volcadoras**, respectivamente.

CÁLCULO DE VARIACIONES. ESTABILIDAD DE TALUDES

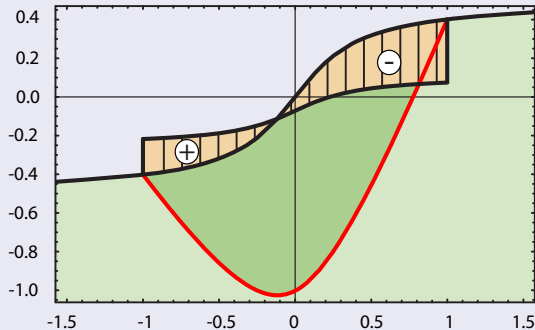
La figura muestra un ejemplo en el que se presentan las **curvas de deslizamiento** para varios valores de la cohesión del terreno, para el **caso puramente cohesivo**.



ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD

ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD. CÓMO REPARAR UN TALUD

La figura muestra **dónde hay que rebajar el talud** y **dónde hay que depositar el material rebajado** y su efecto cuantitativo en el **coeficiente de seguridad**.



EPÍLOGO

Y ya para terminar, aunque ya hice confesión pública de este hecho en Zaragoza con motivo de su homenaje, quiero repetir que cuando viajó a Madrid desde Santander en no pocas ocasiones paso por la Plaza de San Juan de la Cruz **para inclinar mi cabeza ante la que fue su casa, como homenaje agradecido a quién fue mi Maestro.**

Recuerdo que en una ocasión antes de marchar a Santander paré a despedirme y darle las gracias y me contestó con un mensaje claramente evangélico: “ **No has entendido nada. Haz tú lo mismo**”.

José Antonio: tus discípulos siempre te estaremos eternamente agradecidos, pero como ya no podemos demostrártelo personalmente, siguiendo tu enseñanza, trataremos de hacer por nuestros discípulos algo de lo que tú hiciste por nosotros. **Esa será la mejor forma de mostrarte nuestro reconocimiento y afecto.**



MUCHAS GRACIAS
GRACIAS