

Origen de la geotecnia española



Alcibiades Serrano González
Profesor Emérito de la Universidad
Politécnica de Madrid

Resumen

Desde una perspectiva personal, se analizan los primeros pasos de la geotecnia española, entendida como una disciplina académica pero también vinculada de manera muy directa con la profesión. Esta evolución no es ajena a la propia historia de la geotecnia en los países de nuestro entorno cultural o geográfico. Se descubren las aportaciones que nuestros antecesores transmitieron al resto de la comunidad internacional. Se analiza la presencia física de los españoles en los congresos internacionales de aquella época.

Palabras clave

Ingeniería geotécnica, Historia, Universidad

Abstract

From a personal perspective, there are analyzed the firsts steps of the Spanish "Geotechnical Engineering" history, understood as an academic discipline but also linked in a very direct way with the profession. This evolution is not foreign to the own history of the Geotechnics in other countries of our cultural or geographical environment. The contributions discover that our predecessors transmitted important achievements to the rest of the international community. The direct presence in the international congresses of that time of the Spanish geotechnicians is analyzed.

Keywords

Geotechnical engineering, History, University

1. Introducción

La geotecnia considerada como un cuerpo de doctrina articulada que trata del comportamiento mecánico del terreno, con sus fundamentos racionales, sus leyes y sus aplicaciones prácticas es relativamente reciente. Se puede decir que inicia su andadura en 1773 cuando Coulomb publica su ley lineal de resistencia al corte del suelo y la aplica al cálculo de empujes. La geotecnia se desarrolla a lo largo del siglo XIX con los trabajos de Poncelet (1840), Rankine (1856), Culman (1866), Mohr (1871), Boussinesq (1876) y Reynolds (1885) entre otros.

La fundación en 1802 de la Escuela de Caminos a imagen y semejanza de l'Ecole de Ponts et Chaussées incorpora la geotecnia española a la corriente del progreso europeo.

A partir de Reynolds los avances cesan. La geotecnia se fosiliza y se reduce en la práctica de los ingenieros a la aplicación de fórmulas y reglas basadas en casos hipotéticos, modelos de una realidad esquemática muy simplificada. Con esta práctica los fallos y desastres en obras geotécnicas se

multiplicaron. La situación se hizo insostenible. Era necesario encontrar un nuevo camino.

En 1913 las autoridades suecas crearon una comisión, con Fellenius como presidente, para que estudiase y diera una solución a los frecuentes deslizamientos que se producían en las trincheras de los ferrocarriles suecos. La comisión, en su informe, señaló el nuevo camino y marcó el rumbo de la geotecnia moderna.

Aparte de establecer el "método del círculo sueco" para calcular la estabilidad de taludes, su conclusión más importante fue que era necesario dialogar con el terreno: observar, ensayar y medir, para disponer así de las características específicas y los parámetros significativos y apropiados a cada caso en particular.

La clave del arco de la geotecnia moderna fue el establecimiento del concepto de presiones efectivas por parte de Terzaghi y Fröhlich en 1923 y la publicación del libro "Erdbau-mechanik auf Bodenphysikalischer Grundlage" de Terzaghi



en 1925 que liga su concepto de presiones efectivas a las ideas de la comisión de Fellenius.

2. José Eugenio Ribera (1864-1936)

En la figura de D. José Eugenio Ribera Dutaste, profesor encargado de la cátedra de “Cimientos y Puentes de fábrica” desde 1917 hasta su jubilación en 1931, se encarna, en mi opinión, el espíritu de la Geotecnia española de la época: profundamente innovador y valiente en la práctica de la ingeniería, y conservador en la teoría, anclada todavía en la Geotecnia Clásica anterior a Terzaghi.

Fundó la empresa constructora Hidrocivil, que perduraría hasta la década de los 80. Hidrocivil fue la constructora más importante del primer tercio del siglo XX, especialmente por el alto nivel técnico con que Ribera supo dotarla. En ella se iniciaron dos de los más grandes ingenieros de Caminos del siglo pasado, José Entrecanales y Eduardo Torroja.

Ribera, después de un viaje por Francia en 1894, realizado para conocer y estudiar los puentes de hormigón armado que se construían en el país vecino, convencido del inmenso potencial para las formas y las grandes ventajas constructivas que reunía el hormigón armado sobre la obra de fábrica, decide implantarlo en España.

Los logros de Ribera en el campo de la Geotecnia son extraordinarios, debidos sobre todo a la introducción del hormigón armado en las obras geotécnicas.

En 1906, Ribera hinca el primer cajón de hormigón armado con aire comprimido, en España, en la cimentación del puente de Valencia de D. Juan. Esta obra es una prueba de la audacia, la confianza y el dominio de la nueva técnica por parte de Ribera.

En el mismo año 1906, Ribera da pruebas de su versatilidad. Fabrica e hinca los primeros pilotes de hormigón armado en el mundo, en la cimentación del puente de M^a Cristina en S. Sebastián.

Posteriormente en 1909, hinca los cajones de aire comprimido de la cimentación del puente de Amposta (Tarragona). La profundidad de hinca de estos cajones fue record mundial en su tiempo.

Entre 1925 y 1932, Ribera publica su obra monumental en cuatro tomos “Puentes de fábrica y hormigón armado”. El segundo tomo dedicado a las cimentaciones aparece en 1926. Este tomo es un exponente de la gran altura a la que había llegado la Geotecnia española en la práctica de la ingeniería.

Basta ver el título de los 16 capítulos del tomo de Cimientos para darse una idea de su alcance y profundidad. Leyendo el libro se comprueba que la influencia de Terzaghi no ha llegado todavía a Ribera, el cual sigue dando tablas de cargas admisibles y parámetros para los distintos tipos de suelos y condiciones.

En 1931 se jubila D. José Eugenio Ribera, que muere en 1936. Le sucede su discípulo José Entrecanales como profesor de “Cimientos y puentes de fábrica”, asignatura de la que ya era profesor adjunto.

3. José Entrecanales Ibarra (1899-1992)

Nació en Bilbao, ciudad a la que estuvo siempre muy vinculado. Terminada la carrera de ingeniero de caminos, le encontramos trabajando como director técnico de Hidrocivil, la empresa de su maestro Ribera, en la construcción del puente de S. Telmo.

En 1931, J. Entrecanales se asocia con Távora, un constructor sevillano y juntos fundan la empresa constructora Entrecanales y Távora, S.A., que después de más de 80 años continúa existiendo, en la actualidad bajo otro nombre.

Entrecanales y Távora se especializó en obras geotécnicas, sobre todo en obras marinas con un gran componente geotécnico y especialmente en obras de gran dificultad teórica y práctica, tales como diques secos, muelles, instalaciones de industrias pesadas en suelos blandos etc. Entre estas obras, por su magnitud, sus dificultades, sus repercusiones geotécnicas y sobre todo por lo que representó para Entrecanales y Távora, hay que citar a Ensidesa, la gran siderúrgica de Avilés.

En la factoría de Avilés se ejecutaron cimentaciones de muy variados tipos. Desde grandes cajones de aire comprimido para apoyo de los hornos altos, a grandes vigas corridas sobre pilotes prefabricados de hormigón armado como soportes de los carriles de los carros de colada, pilotes insitu para grandes losas y zapatas, zonas precargadas, etc. Pero también fue aquí el final de una técnica: la de los cajones de aire comprimido.

Con la construcción de Ensidesa, Entrecanales y Távora se transformó en una de las constructoras más importantes del país. En aquellos tiempos era una verdadera escuela de ingeniería geotécnica práctica. Por allí pasaron y se formaron Ricardo Marsal, Alejandro Alvaríño, etc. Más adelante, Carlos Lorente de No hijo, Ángel Uriel, Luis Cañizo y otros.

A la jubilación de Ribera en 1931, José Entrecanales es encargado de la cátedra de “Cimientos y puentes de fábrica”. Ocuparía esta cátedra hasta 1957, cuando se retira de la docencia por propia voluntad. La Escuela de Caminos acababa de pasar al Ministerio de Educación.

J. Entrecanales, ya en su primer programa de clases incluyó los puntos principales de las nuevas teorías de la recién nacida Mecánica del Suelo: Ensayos de laboratorio y en obra para la investigación de los terrenos, compresibilidad de las arcillas, estabilidad de taludes en suelos blandos, etc.

En colaboración con Carlos Lorente de No, autor del importante libro “La pieza elástica”, redactó para uso de sus alumnos dos libros que han supuesto mucho en el desarrollo de la geotecnia en España: “Muros y taludes” y “Cimientos”. En estos libros incorpora tres artículos suyos, fundamentales, publicados en la R.O.P. entre 1940 y 1941.

La labor docente y formativa de D. José Entrecanales en la Escuela de Caminos fue extraordinaria. Su actividad y energía asombraban a los alumnos. Interesa resaltar dos aspectos fundamentales de su figura:

- Como maestro transmisor de conocimientos, profundos, modernos y prácticos.
- Como modelo de ingeniero infundiendo en los alumnos un espíritu de esfuerzo y de tesón que no se arredra y que se enfrenta siempre a las dificultades.

4. José Luis Escario (1895-1971)

José Luí Escario fue profesor de la cátedra de Caminos desde 1934 hasta su jubilación en 1965. Fue un impulsor desde sus inicios del cambio de mentalidad propugnado por Terzaghi. Ya, en una fecha tan temprana como 1934, en un cursillo sobre cemento y hormigones, celebrado en el palacio de Velázquez en el Retiro, junto a L. Castro de la cátedra de Puertos, abogó por reforzar la investigación experimental en los laboratorios de la Escuela. José Luis Escario se mantuvo fiel a esta idea a lo largo de su vida. En 1940 se funda, por su empeño, el Laboratorio del Transporte adscrito a su cátedra, con una sección de Mecánica del Suelo.

1944 fue un año importante para la Geotecnia en la Escuela de Caminos. Se hacen nuevas instalaciones en el Laboratorio Central de Materiales con el equipamiento de un laboratorio propio de Geotecnia. Asimismo se equipó también el laboratorio de Mecánica del Suelo del laboratorio del Transporte, de la Cátedra de Caminos.

Años más tarde, al fundarse en 1957 el Centro de Estudios y Experimentación de O.P., con el Laboratorio del Trans-

porte y la Sección de Mecánica del Suelo del Laboratorio Central de Materiales se formó el Laboratorio del Transporte y Mecánica del Suelo (LTMS) cuyo primer director fue, hasta su jubilación en 1965 José Luis Escario.

La labor científica y docente de J. L. Escario fue intensa y fructífera. En 1943 publica la primera edición de su libro “Caminos”, un tratado completo sobre el proyecto y construcción de carreteras. En el prólogo de esta edición se agradece la colaboración del alumno de 5º curso de la escuela, J. A. Jiménez Salas en la selección y ordenación de la información y documentación extranjera.

1948 fue también un año muy importante para la Geotecnia, tanto para la mundial, como para la española. En este año tuvo lugar el 2º Congreso de la Sociedad Internacional de Mecánica del Suelo y Cimentaciones, que se celebró en Rotterdam. Se vuelve así a la normalidad rota por la Guerra Mundial. Fue importante para España porque en este Congreso se publican los dos primeros artículos internacionales escritos por geotécnicos españoles. Es la primera salida al exterior, no frustrada, de la Geotecnia española. Poco después, por iniciativa de J. L. Escario y J. A. Jiménez Salas se funda la Sociedad Española de Mecánica del Suelo que se integra en la Sociedad Internacional.

Los artículos en cuestión fueron:

- “Routine practice for soil tests in the road and road construction laboratory, in Madrid”, por J. L. Escario y J. A. Jiménez Salas.

- “Soil pressures computation: A modification of the Newmark’s method”, por J. A. Jiménez Salas.

En el primero de estos artículos se indican brevemente las particularidades de los métodos de ensayo considerados de rutina para la Mecánica del Suelo de Carreteras en el Laboratorio del Transporte.

El segundo artículo se comentará más adelante cuando se hable de las publicaciones de J.A. Jiménez Salas.

5. José Antonio Jiménez Salas. Primeros años

José Antonio Jiménez Salas es la figura clave en la creación, afianzamiento y desarrollo de la Geotecnia española en la segunda mitad del siglo pasado.

Jiménez Salas terminó la carrera de ingeniero de Caminos en 1942. Consiguió la beca Federico Liszt que le permitió ampliar estudios de Mecánica del Suelo en Munich, Berlín y Viena. Su estancia en estas ciudades en el curso 42-43, en plena guerra mundial, es una prueba del arrojo y valor que siempre tuvo.

Desde un punto de vista técnico la decisión era acertada. La Escuela Técnica Superior de Viena había sido la cuna de la moderna Mecánica del Suelo, aunque Terzaghi residiera en Estambul como profesor del American Robert College cuando estableció su teoría, ya clásica, de la consolidación y el principio de las tensiones efectivas.

En 1942, Terzaghi ya no estaba en Viena. Había emigrado en 1938 a EE. UU. después de la anexión de Austria a Alemania. Residía habitualmente en Harvard, donde le había reclamado su discípulo Arthur Casagrande. Quien sí continuaba en Viena era Fröhlich, con el que estudió José Antonio Jiménez Salas. Fröhlich había sido colaborador de Terzaghi en sus dos artículos seminales sobre la tensión efectiva de 1923 y 1925.

Jiménez Salas a su vuelta a España, después de una breve temporada en el Protectorado español de Marruecos, creo recordar que como ingeniero de los ferrocarriles del Riff, entró a trabajar en el Instituto de Edafología del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC).

Al mismo tiempo que trabajaba en el CSIC siguió vinculado a J. L. Escario con quien ya había colaborado de alumno, en el Laboratorio del Transporte de la cátedra de Caminos.

J.A. Jiménez Salas continuó en el Consejo hasta 1950, donde llegó a ser jefe de la sección de Edafología. Allí conectó con el químico José María Serratos, que a finales de los años 40 trabajaba en su tesis doctoral sobre arcillas. La colaboración de estos dos grandes investigadores fue muy fecunda y se mantuvo viva al menos una decena de años. Los resultados de esta colaboración se plasmaron en artículos muy importantes en el ámbito internacional, que comentaré más adelante.

J.A. Jiménez Salas era en 1953 jefe de la sección de Mecánica del Suelo del Laboratorio del Transporte, de la cátedra de Caminos. En este puesto continuaba en 1957, cuando este laboratorio, con el nuevo nombre de Laboratorio del Transporte y Mecánica del Suelo se integró en el Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas.

En 1965 al jubilarse José Luis Escario pasa a ser director del Laboratorio del Transporte y Mecánica del Suelo. Fue director de este laboratorio hasta 1983, cuando se retiró a la Escuela de Caminos, con una breve interrupción de unos meses, en los que ocupó el cargo de director del Centro de Estudios y Experimentación.

Durante toda su vida profesional hasta unos pocos días antes de su muerte, en marzo de 2000, colaboró con Entrecanales y Távora y después con su filial Iberinsa, asesorándoles en el proyecto y construcción de sus obras geotécnicas más difíciles y comprometidas.

Desde 1958 hasta su jubilación en 1986 ocupó la cátedra de Geotecnia y Cimientos, una de las dos cátedras en que se había escindido la antigua asignatura de Cimientos y Puentes de fábrica, cuyo último profesor fue D. José Entrecanales.

Es imposible citar aquí todos los trabajos científicos de una vida tan fecunda. Me limitaré a comentar los publicados hasta 1957, fecha en la que se da por terminada esta etapa de su vida:

- 1945: "Notas sobre la Mecánica del Suelo". Revista de Obras Públicas.

Esta primeriza publicación puede considerarse el primer tratado escrito en España sobre Mecánica del Suelo y el germen de su futuro libro de 1951. En sus 44 páginas se resume sus orígenes, sus orientaciones y se expone el criterio personal sobre ella del joven investigador. Parte de la información contenida en la introducción de esta conferencia se ha tomado de estas Notas.

- 1948a: "Routine practice for soil tests in the road and road construction laboratory in Madrid". 2ª Conf. Int. de Mecánica del Suelo. Rotterdam. En colaboración con J.L. Escario. Artículo que ya se ha comentado.

- 1948b: "Soil pressures computation: A modification of the Newmark's method". 2ª Conf. Int. de Mecánica del Suelo. Rotterdam.

Este artículo, de fecha tan temprana en la vida de J.A. Jiménez Salas, tiene un interés muy grande. No es un artículo de relleno. Sigue siendo válido y útil todavía.

La distribución de tensiones σ_z en la vertical de un punto O es, por ejemplo, un dato necesario para el cálculo del asiento de O por el método edométrico, en suelos blandos.

Una prueba de su utilidad es que el Manual de Geotecnia de la U.S. Navy (NAVFAC DM-7) lo ha incorporado a sus recomendaciones, con la debida acreditación a su autor.

Hoy en día su utilidad es todavía mayor, ya que se puede programar fácilmente con una simple hoja de cálculo.

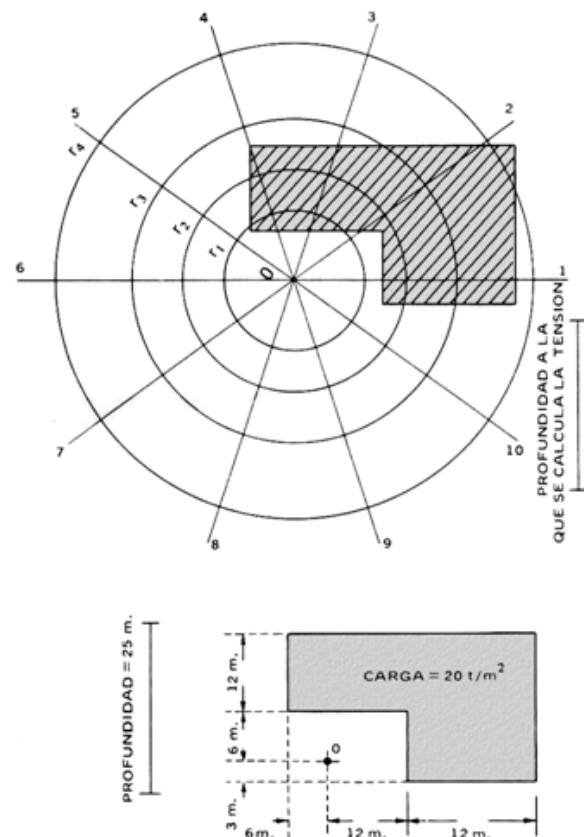


Fig. 1. Ejemplo de aplicación del método de las influencias

- 1953: "Compressibility of Clays". 3er Conf. Int. de Mecánica del Suelo. Zurich. En colaboración con José María Serratos.

Es un artículo magnífico. Aquí brilla el genuino José Antonio Jiménez Salas. Inicia un tema de investigación recurrente en su vida. Las arcillas expansivas, los suelos semisaturados, la influencia de los líquidos intersticiales en la rotura

del contacto entre partículas, los asientos de escolleras, etc., serán ramificaciones y derivaciones distintas de este artículo básico inicial. Muchas investigaciones modernas actuales tienen aquí sus raíces.

Estos temas son, a mi juicio, aquellos que más preocuparon a José Antonio Jiménez Salas y a los que más esfuerzo dedicó. Jiménez Salas supo transmitir esta preocupación a sus colaboradores más cercanos del Laboratorio del Transporte y Mecánica del Suelo: Ventura Escario, Julio Martín Viñas y Jesús Sáez.

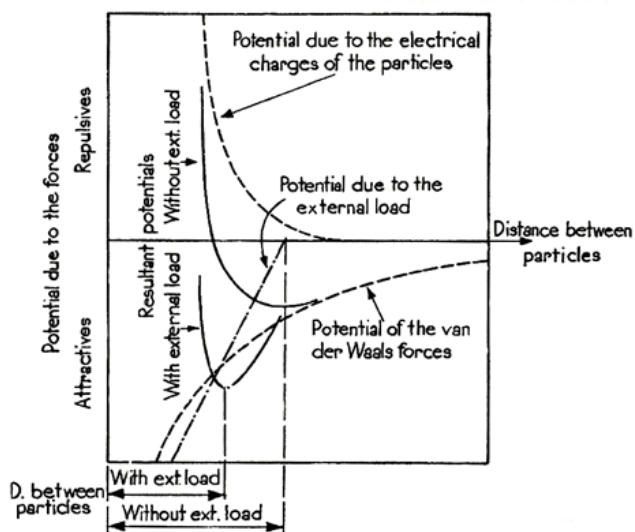


Fig. 2. Diagram of the Equilibrium Between two Particles of Clay

- 1953: "Impresiones sobre el desarrollo de la Mecánica del Suelo en España". Revista de Obras Públicas.

Este artículo presenta una historia muy emotiva de los logros de la Geotecnia española. De ella he sacado información muy valiosa para esta conferencia.

- 1957: "Foundations on Swelling Clays". 4º Conf. Int. de Mecánica del Suelo. Londres. En colaboración con José María Serratos.

En esta comunicación se indican las líneas generales para abordar el proyecto de una cimentación sobre arcillas expansivas. Para decidir si el suelo es peligroso son indispensables los ensayos de presión de hinchamiento y de hinchamiento bajo presión constante.

De las curvas de presión de hinchamiento versus hinchamiento permitido se puede calcular el levantamiento de la cimentación. Este levantamiento, así calculado, debe considerarse sólo como una estimación.

José Antonio Jiménez Salas nos dejó dos libros fundamentales para la Geotecnia española.

En 1951 la "Mecánica del Suelo y sus aplicaciones".

Esta obra entre sus muchos méritos tiene el de ser el primer libro de Mecánica del Suelo publicado en España. Constituye un cuerpo de doctrina perfectamente estructurado, coherente y con gran claridad expositiva, como fueron todos sus textos.

Este libro se reeditó en 1954. En aquellos años la Mecánica del Suelo y en particular las teorías y la experimentación de la resistencia de los suelos avanzaba con mucha rapidez. Los trabajos del grupo del Imperial College, a la cabeza, obligaban a modificar profundamente los capítulos sobre la resistencia de los suelos. Jiménez Salas pensaría que tendría que modificar mucho el texto para ponerlo al día y no lo volvió a reeditar. En cambio decidió hacer más adelante un libro nuevo. El resultado de este pensamiento fue la magna obra "Geotecnia y Cimientos" en tres tomos editada entre 1971 y 1982, con la ayuda de algunos colaboradores. **ROP**

