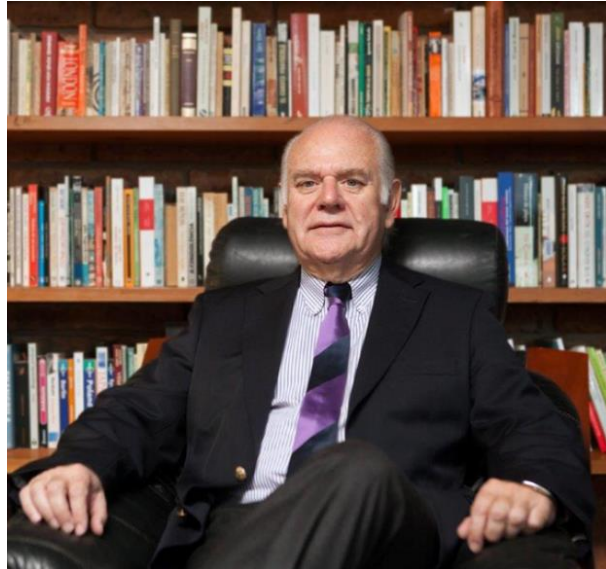


¿Cuál diría ud. que fue el mayor desafío que tuvo que enfrentar durante los primeros años de la empresa "Geotécnica Consultores", la cual posteriormente pasaría a formar parte de una de las empresas de ingeniería mas importantes del mundo ?

Formamos Geotécnica Consultores en Mayo de 1981, o sea hace 38 años, junto con el Dr. Roberto Lastrico quien había vuelto de USA después de doctorarse en mecánica de suelos en Berkeley y de trabajar en Dames & Moore; yo acababa de volver de trabajar en Brasil por 6 años después de obtener un MSc en Geotecnia en el Imperial College. Luego se nos unió el geólogo Dr. Pablo Talloni, quien trabajaba en la U Chile después de doctorarse en Geología Aplicada en Grenoble, Francia.



La idea era ofrecer consultoría en varios campos de la geotecnia a un nivel internacional e integrando especialidades geotécnicas como Mecánica y Dinámica de Suelos; Mecánica de Rocas; Geología Aplicada e Hidrología Geotecnia Ambiental. No fue fácil con la economía del país deprimida, pero aun así después de las dificultades del primer año pudimos hacer algunas cosas interesantes como los estudios geotécnicos para cambiar la estrategia y práctica de la fortificación de la mina subterránea de El Salvador y los primeros estudios de impacto ambiental, para el proyecto original de Anaconda Mining para la mina Pelambres. Pero el gran cambio, el punto de inflexión en el desarrollo de Geotecnia Consultores, ocurrió a fines de 1983, cuando conseguimos ser invitados a una licitación por Exxon Minerals para la presa de relaves de Tórtolas.

No habíamos diseñado nunca antes una presa de relaves, pero si poseíamos todo el conocimiento técnico y la experiencia en presas para agua y generación. El hecho de que el análisis técnico de la propuesta fue hecho por especialistas de USA nos ayudó pues dieron una especial importancia al conocimiento técnico actualizado. Al asociarnos con ICC CONIC nos permitió ganar en conjunto un enorme proyecto de abastecimiento de agua para el mismo proyecto (Los Bronces). Y de ahí fue un constante crecimiento no solo en geotecnia y minería pero también en obras de infraestructura (aeropuertos, puertos) y en el área ambiental.

¿En algún momento consideró ud. enfocar su carrera hacia la docencia? Cual ha sido su experiencia con investigación?

En realidad estuve siempre muy ocupado pero tampoco nadie me invitó participar en las actividades docentes. El desarrollo profesional lo completé con una activa participación en Sochige (presidente), en la ISSMGE (vicepresidente) en la ISRM y otras instituciones de la especialidad.

Dentro de *Geotécnica Consultores* y luego en ARCADIS siempre tuvimos una importante actividad en investigación aplicada, al nivel que lo puede hacer una empresa consultora. De hecho tanto en Geotécnica Consultores como en ARCADIS se han escrito un gran número de artículos técnicos e inclusive patrocinado algunas tesis de grado

¿Qué tipo de instancias podrían ayudar a acercar las posiciones entre los profesionales que han enfocado sus carreras con un mayor sentido práctico (ejecutores) y los profesionales que se han dedicado a una carrera de docencia e investigación?

Creo que hay que crear los espacios para que se dé un diálogo permanente entre la academia y los profesionales de la práctica. En el reciente congreso de la SOCHIGE en Valparaíso comenté la experiencia del foro Academia - Practitioners realizado en Osaka por la ISSMGE en 2005. En ese foro quedo muy clara la necesidad del diálogo permanente entre Academia y la Práctica.

Parte del esfuerzo de la Academia en publicaciones ISIS debería ser dedicado a temas del interés de los profesionales de la práctica, eventualmente trabajando en conjunto. En este esfuerzo el papel de SOCHIGE es fundamental.

¿Qué aspectos o metodologías referentes a la caracterización geotécnica de relaves serían los mas importantes de actualizar, y de mayor utilidad en nuestro contexto nacional?

Creo que en los últimos 20 años se ha avanzado mucho en la caracterización de arenas de relaves para la construcción de presas de relaves, pero algo menos en la caracterización de los relaves completos (no solo la parte gruesa o arenosa).

En el caso de las arenas falta poder determinar en terreno con mayor precisión el fenómeno de succión y tensión capilar para poder estimar las zonas sobre el nivel freático que puedan tener saturación parcial sobre 80% y el potencial de licuación a ese nivel de saturación. Hoy se hacen estimación muy gruesa a pesar de la importancia que esto puede tener en la estimación de la estabilidad de una presa de relaves.

En relación a los relaves completos está adquiriendo importancia poder detectar en qué condiciones (mineralógicas por ejemplo) se puede tener un comportamiento hidrófobo, es decir cuando las tensiones capilares dejan de funcionar, lo que bajo ciertas condiciones podría extender espacialmente el fenómeno de licuación (posible caso de las fallas de las presas de Fundao y Brumadinho en Brasil y comportamiento observado en relaves chilenos con alto contenido de hematita)

¿Qué aspectos del diseño y modelación de relaves son los que más urge refinar, en base a lo observado con las actuales normas y metodologías de diseño y construcción?

Me parece que el diseño y modelación de los drenes de las presas de relaves requieren una refinación urgente. Prácticamente estamos diseñando con reglas empíricas de hace más de 40 años y se trata de estructuras vitales para la seguridad de las presas.

Por otro lado cada día es más importante realizar análisis de riesgo cuantitativos de diferentes modos de falla de presas, lo cual es ciertamente complejo pero fundamental en muchos casos a fin de tomar decisiones fundamentadas. Es necesario desarrollar modelo probabilísticos como por ejemplo lo hecho por Bureau of Reclamation de USA para posible falla por tubificación en presas de suelo.

Cuando ya se está diseñando para horizontes de 100 o 500 años o más, el análisis probabilístico es esencial.

Como ve a futuro, en 10 a 20 años más, la realidad nacional en lo que refiere a la gestión de relaves? Respecto al diseño?

Respecto a la gestión de relaves considero esencial, como ya lo mencioné, utilizar la gestión de riesgos. Este tema lo acabo de abordar en el Seminario de Relaves el 11 de Abril de este año por ocasión de la Cesco Week realizada en Santiago y será tema de un debate el 11 de julio en la conferencia Tailings 19.

Respecto al diseño de los futuros depósitos de relaves la tendencia actual es ir hacia métodos en que se recupera un porcentaje importante del agua de los relaves en la planta concentradora misma, para luego transportar y depositar el relave como relave espesado, pasta o relave filtrado.

Se trabaja también en la investigación de la posibilidad de cambiar las características de los relaves ya depositados para impedir su licuación o dificultar su fluencia en caso de falla de la presa (bacterias, nanotecnología y otros)

¿Qué aspectos son los más críticos de avanzar en lo que respecta al diseño y gestión de relaves en abandono?

Hay varios aspectos: entre ellos el de verificar periódicamente la posible degradación de las condiciones de estabilidad física y/o química de la presa, por ejemplo por estar en un periodo de tiempo prolongado sometidas a un número significativo de sismos fuertes o a la degradación química de sus materiales. Además se requiere revisar los posibles cambios en las condiciones hidrológicas en el largo plazo por los efectos del cambio climático.

¿En qué aspectos urge reformular la docencia de ingeniería geotécnica, en lo que respecta a las capacidades de los actuales estudiantes, considerando los desafíos futuros?

Me parece que la docencia de ingeniería geotécnica ha mejorado mucho en los últimos años como consecuencia del creciente número de docentes que se han doctorado en algunas de las mejores universidades del mundo.

Me parece que falta que se imparta o induzca un conocimiento más amplio de otras disciplinas afines a la ingeniería geotécnica como geología, hidrogeología, geoquímica y geofísica y posiblemente también biotecnología y nanotecnología aplicada a suelos y rocas.

Finalmente, dada su extensa trayectoria profesional no puedo dejar de preguntarle cual ha sido el proyecto más interesante en el cual le ha tocado participar, y por qué?

Es una pregunta difícil pues he tenido la fortuna de participar en innumerables proyectos de gran interés. Por representar un punto de inflexión en relación al comportamiento de arenas de relaves el proyecto del depósito de relaves de Las Tortolas en la década de los 80 es uno de ellos. También por constituir otro punto de inflexión en el comportamiento de grandes depósitos de roca estéril (waste rock dumps) el caso de los depósitos de San Francisco y de Andina, excediendo los 500 y los 700 m de altura y sometidos a lixiviación parcial de los mismos es otro caso extremadamente interesante no sólo a nivel local pero también a nivel internacional. Otro caso muy interesante o constituye el proyecto del tren Merval, en especial el diseño y construcción del tramo subterráneo en arena en Viña del Mar. En mecánica de rocas mi reciente participación como consultor en los problemas de construcción de túneles bajo condiciones de altas presiones y riesgo de rock burst en el proyecto de nuevo Nivel Mina en Teniente es otro caso de mucho interés local e internacional.

Entrevista por:

Rafael Iglesias, Ingeniero Civil y Felipe Ochoa, Profesor Universidad de Chile, Ph.d