



FINLANDIA



Por **XAVIER PINTADO LLURBA**, colegiado nº12.378
 [Doctor Ingeniero de B+TECH Oy]

Presentación

Xavier Pintado Llorba reside en la actualidad en Finlandia. Es el único ingeniero de caminos que reside en dicho país, un país nórdico que se ha convertido en ejemplo en temas tan importantes como son la educación y la investigación. Tras varios años trabajando como técnico en Barcelona, decidió aceptar una oferta de trabajo en la que poder poner en práctica sus conocimientos adquiridos durante su tesis doctoral. En estos momentos trabaja junto a un equipo de técnicos y científicos en el diseño de un almacén definitivo para los residuos radioactivos de alta actividad generados en las centrales nucleares de producción de energía eléctrica finlandesas.

Finlandia es un país que siempre había tenido como muy lejano. Cuando uno mira el mapa de Europa, ve la península escandinava y encajada entre Suecia, el mar Báltico y Rusia está Finlandia. Apenas me había fijado en ese país, lleno de bosques, muy frío en invierno y con un idioma difícilísimo. Siempre había querido trabajar como investigador en temas relacionados con mi tesis doctoral y lo había probado en Suiza y en Suecia, pero, por razones distintas, no acabó de cuajar. Finalmente fue en el país europeo más lejano donde sí cuajó. La verdad es que la experiencia que he tenido es realmente fascinante. El hecho de salir de

“Otra característica es la total confianza en los trabajadores. La tarea de supervisión se limita a resolver dudas y a las reuniones necesarias para realizar el seguimiento de los trabajos. Por ser una sociedad meritocrática, se premia y se agradece el trabajo bien hecho y el conocimiento que se pueda aportar”.





nuestro país permite conocer otras maneras de pensar, de hacer las cosas, que enriquecen mucho. Anteriormente había pasado dos temporadas largas, de tres meses cada una, en París y en Glasgow. También estuve un mes largo en Perú dando clases, pero ha sido aquí, en Finlandia, donde me he dado cuenta de lo enriquecedora que es la experiencia de vivir y mezclarse con otra cultura, con otra gente, y seguir aprendiendo. Trabajar para saber, saber para trabajar, el lema de Esteyco, la empresa de ingeniería que dejé antes de venir aquí y de la que tan buenos recuerdos guardo.

¿Cómo llegué a Finlandia?

Recibí un correo electrónico de una investigadora de Madrid que había estado trabajando en el mismo proyecto de investigación que financió mi tesis. Me decía que me podía poner en contacto con una investigadora catalana que residía en Finlandia y que trabajaba en el diseño del repositorio nuclear finlandés. Me puse en contacto con ella y concerté una entrevista con la empresa que finalmente me contrató.

Llegué a Helsinki el 16 de marzo de 2009. Traté de retrasar mi venida aquí para dar tiempo a la empresa en la que trabajaba a que pudiera encontrar a un técnico que me sustituyera. También me vino bien para evitar los meses de enero y febrero, los más duros en cuanto al frío. La empresa me había encontrado un apartahotel en el que estuve dos semanas, el tiempo que tardé en encontrar un piso de alquiler. Fue sencillo, a pesar de que no hay mucha oferta de pisos de alquiler y hay mucha demanda. Pude encontrarlo muy cerca de mi trabajo. Tras encontrar el piso, hubo que amueblarlo, ya que los alquilan sin nada, ni siquiera portalámparas, sólo una nevera... con suerte.

El trámite más importante es obtener el número de la seguridad social. Al revés que en nuestro país, donde tenemos número de DNI, NIF, número de pasaporte y número de la seguridad social, aquí sólo hay uno y es fundamental tenerlo. Los trámites fueron ir a la policía (www.poliisi.fi) para obtener el permiso de residencia. Por ser comunitario, no hay problemas. Después, y con dicho permiso,

hay que ir al juzgado a registrarse (www.maistraatti.fi) y allí te dan el número. Este número te lo piden para todo, desde para abrir una cuenta en un banco hasta para contratar un teléfono móvil. Tampoco hay problemas por ser comunitario. El tercer trámite es obtener la tarjeta sanitaria (www.kela.fi). Es más difícil, pues si no se está trabajando, no la dan. Me pidieron el contrato, el número de la seguridad social y las dos últimas nóminas.



El trabajo lo obtuve gracias a mi formación como doctor. Es una formación muy especializada y coincidió que el perfil que buscaban en Finlandia encajaba perfectamente con el mío. Por este motivo no tuve que homologar ni hacer ningún trámite con mi título. De hecho, sólo me lo pidieron para tramitar una rebaja de impuestos que se hace con los científicos extranjeros. Dichas “vacaciones fiscales” duran cinco años y las utilizan para hacer más atractivas las ofertas que empresas finlandesas hacen a técnicos cualificados de otros países.



No obstante, existe una asociación de profesionales y empresas independientes finlandesas llamada SKOL (www.skolry.fi/in_english). El fin de esta asociación es la de facilitar los contactos entre consultores y clientes para la generación de negocio. Por su parte, RIL es la asociación de ingenieros civiles de Finlandia (www.ril.fi).

Finlandia es un país de 5,3 millones de habitantes que se concentran en el sur, especialmente en Helsinki y su área metropolitana, que la forman la propia Helsinki, Espoo, Vantaa y Kauniainen, que suman 1.3 millones. La empresa más grande es Nokia y se ha convertido en una marca del país, pero existen muchas empresas de tamaño medio y pequeño. Es una economía exportadora que ha cambiado su modelo con éxito. La industria tradicional finlandesa era la maderera pero se ha tenido que reconvertir y muchas factorías han tenido que cerrar. El cambio por el que se apostó fueron las nuevas tecnologías y la investigación. Nokia es el caso más claro pero hay muchas otras.

Mi vida y obra en Helsinki

La empresa en la que trabajo se llama B+TECH Oy (www.btech.fi; Oy es equivalente a sociedad anónima). Se creó en 2008 y pertenece a Saanio & Riekkola Oy (www.sroy.fi), una consultoría finlandesa especializada en mecánica de rocas, y a Clay Technology AB (www.claytech.se), una empresa de Suecia que diseña el almacén nuclear sueco. La empresa trabaja fundamentalmente para Posiva Oy (www.posiva.fi), la agencia nuclear finlandesa que gestiona los residuos radioactivos de alta actividad procedentes de las centrales nucleares finlandesas. Somos doce trabajadores y una única sede. La principal actividad es investigar las propiedades de las arcillas, especialmente las bentonitas, que serán una de las barreras encargadas de proteger el medio ambiente de la contaminación radiactiva.

Posiva Oy pertenece a las empresas eléctricas propietarias de las dos centrales nucleares que existen en Finlandia. En este aspecto la gestión de residuos es diferente que en España, donde la agencia es Enresa y pertenece al Estado. Su

trabajo está supervisado por la Autoridad finlandesa de seguridad nuclear (STUK), equivalente a nuestro Consejo de Seguridad Nuclear.

En los años 80, el estado finlandés decidió la construcción de un almacén subterráneo definitivo para los residuos radioactivos de alta actividad procedentes de las centrales nucleares. El emplazamiento se decidió en la isla de Olkiluoto, donde está situada una de las dos centrales nucleares finlandesas. Entre otros, el motivo fue la seguridad de evitar desplazar una gran cantidad de residuos a un tercer lugar.

En estos momentos, se encuentra en fase de excavación el túnel de acceso, Onkalo. En este link se puede ver una animación de dicha obra: www.posiva.fi/en/research_development/onkalo/onkalo-animation.

Los residuos se colocarán en contenedores metálicos de hierro fundido envueltos de una capa de cobre. El motivo de utilizar cobre es asegurar la protección del interior del encapsulado puesto que es un material que puede permanecer estable durante milenios. La cápsula, de 1,05 m de diámetro por 3,4 m de longitud si los residuos pertenecen a la planta de Loviisa, 4,4 si pertenecen a los grupos 1 y 2 de la central de Olkiluoto o 5,2 si pertenecen al tercer grupo. Los contenedores se colocarán en taladros verticales de 1,75 m de diámetro y una profundidad de hasta nueve metros en función del contenedor que se coloque. El espacio entre la roca y el contenedor se rellena con unos bloques de arcilla compactada muy expansiva que al hidratarse con el agua subterránea, se hinchará y sellará todos los huecos. La arcilla elegida tiene una conductividad hidráulica muy baja y esto permite asegurar un flujo casi nulo en caso de que el contenedor falle una vez la arcilla esté hidratada. En la figura adjunta se ve el modelo de repositorio nuclear. Hay dos modelos, el vertical o KBS-3V, que es el que más se está estudiando en la actualidad, y el modelo horizontal o KBS-3H.

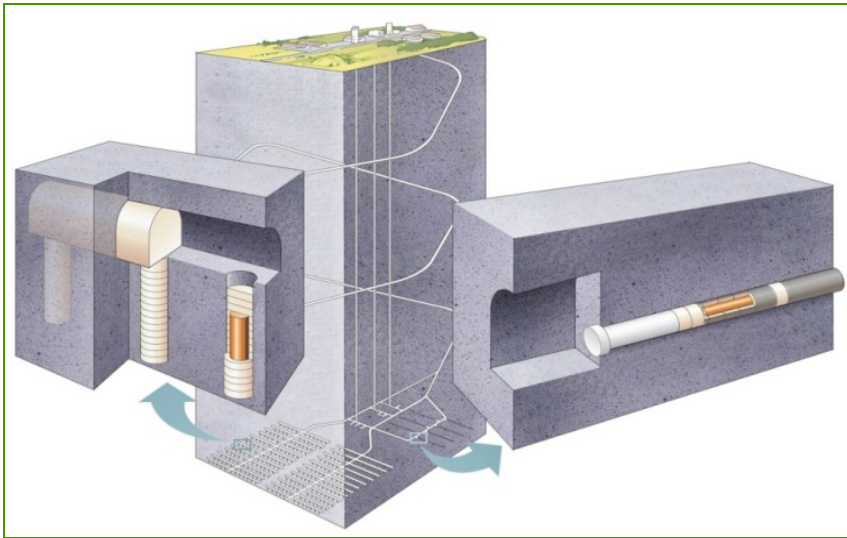


Fig. 1.- Futuro repositorio nuclear en Finlandia: KBS-3V (izquierda) y KBS-3H (derecha)

En este año 2012, Posiva debe entregar una solicitud para seguir trabajando y construir los túneles por donde se accederá a los emplazamientos definitivos. Se trata de la licencia de construcción. En 2018 se solicitará la licencia de operación y en 2020 está previsto empezar a colocar los residuos. Esta última etapa está previsto que dure 92 años. Tras este período, se sellarán los túneles y el repositorio deberá ser seguro durante los próximos 100.000 años. Cada solicitud de licencia va acompañada de una extensa documentación que justifica ante la Autoridad la seguridad del emplazamiento.

Mi cargo en la empresa es investigador aunque también hago funciones de Project Manager. Como investigador diseño equipos experimentales para realizar experimentos con las arcillas y también hago su seguimiento. Los ensayos para determinar los parámetros del material (conductividad hidráulica, conductividad térmica y parámetros mecánicos) se hacen en muestras pequeñas, con aparatos habituales en la ingeniería civil: edómetros, compresiones simples o ensayos de corte (20-100 mm de diámetro y 10-200 mm de altura). Estos ensayos

permiten conocer los parámetros del modelo de cálculo que se van a utilizar en las simulaciones numéricas del repositorio.

Puesto que hay partes de la geometría de las barreras de arcilla que no son homogéneas, especialmente los espacios dejados entre roca y contenedor, rellenos de pequeños pedazos de arcilla prensada (pellets), se hacen ensayos a escalas mayores con muestras que pueden tener hasta 800 mm de diámetro y hasta 4 metros de longitud. Son ensayos en maqueta que permiten estudiar a escala reducida el comportamiento de la barrera de arcilla durante el proceso de hidratación y calentamiento. En la figura 2 se puede ver una célula de acero donde se ensayan bloques de arcilla sometidos a un flujo continuo de agua que los va erosionando mientras se hidratan. La posible erosión y pérdida de material debido al flujo de agua subterránea se estudia en el laboratorio con ensayos a gran escala ampliamente instrumentados.



Fig. 2.- Ensayo de erosión e hinchamiento en célula de acero y desmantelamiento del ensayo

También realizo cálculos con un programa de elementos finitos que se desarrolló en el Departamento de Ingeniería del Terreno de la Escuela de Caminos de Barcelona (CODE_BRIGHT, www.etcg.upc.edu) y genero las mallas con el programa GiD, desarrollado en el CIMNE (Centro internacional de métodos numéricos en ingeniería, www.compassis.com). El programa se empezó a desarrollar para el estudio de un almacén nuclear en roca salina y se ha ido



implementando y ampliando su capacidad para estudiar otros tipos de materiales. Es el fruto del trabajo de muchos investigadores. El programa permite simular los materiales y las condiciones que se darán en el almacén nuclear. Hay que tener en cuenta que el sistema es muy complejo. Se tienen unos contenedores metálicos que emiten calor debido a la degradación de los residuos nucleares y un flujo de agua de la roca hacia los túneles y taladros donde se alojan los residuos. Durante el proceso de hidratación, la arcilla experimenta importantes cambios en su estado de tensiones, ya que trata de expandirse y tiene limitada dicha expansión por la roca, y por si fuera poco, la arcilla no tiene propiedades iniciales uniformes ya que hay una serie de huecos donde el índice de poros es bastante mayor que en los bloques. En la figura 3 se presenta la distribución de temperaturas en un túnel tipo donde se puede ver el incremento de calor.

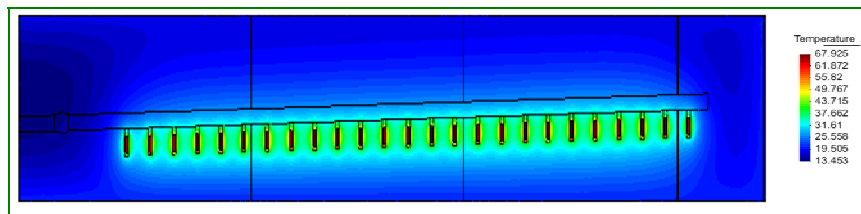


Fig. 3.- Distribución de temperaturas a los diez años del almacenamiento

El tercer eslabón de la cadena investigadora tras los ensayos de laboratorio y el desarrollo de modelos constitutivos de los materiales y su simulación numérica son los ensayos "in situ". En el túnel de Onkalo se están desarrollando una serie de ensayos que complementen los trabajos realizados en el laboratorio y en la simulación para acabar de ajustar los modelos y también para tener datos más reales del comportamiento de la barrera con ensayos a escala real en el emplazamiento (figura 4). El predecesor de estos ensayos fue el proyecto FEBEX (www.enresa.es), que financió mi tesis doctoral en España.



Fig. 4.- Acceso al túnel de Onkalo y ensayo in situ

Como Project Manager, me encargó de la redacción de ofertas, seguir los proyectos y tratar con el cliente. Es una estructura muy horizontal, como debe ser toda empresa que se dedique a la investigación y desarrollo, donde mis responsabilidades son la de poner a disposición del resto de los empleados de mis conocimientos y mi experiencia en el laboratorio y en el cálculo numérico.

Particularidades del sistema de trabajo finlandés

Los nórdicos y en particular los finlandeses son gente muy organizada. Todo el trabajo que se realiza está previamente planificado y se toman mucho tiempo en organizar las cosas, a veces ralentizándolas hasta niveles difíciles de entender para un europeo meridional. No obstante y una vez se han fijado los objetivos y las tareas a realizar, no paran y no vuelven hacia atrás. Esto se agradece mucho ya que se evita realizar el mismo trabajo varias veces, como suele suceder en España. El horario es de 35 horas semanales. Debido a que todo está muy organizado, son suficientes para realizar los trabajos que se encomiendan. Se empieza a trabajar entre ocho y nueve de la mañana y a las doce se para entre media hora y tres cuartos de hora para comer. Se reanuda la jornada por la tarde y se acaba entre las cuatro y las cinco. Se paran dos veces durante el día para tomar café. Se puede comer en la oficina donde suele haber neveras y microondas para conservar y calentar la comida o se puede ir a comer a unos restaurantes tipo buffet.



Otra característica es la total confianza en los trabajadores. La tarea de supervisión se limita a resolver dudas y a las reuniones necesarias para realizar el seguimiento de los trabajos. Por ser una sociedad meritocrática, se premia y se agradece el trabajo bien hecho y el conocimiento que se pueda aportar.

La cobertura sanitaria es universal pero en Finlandia hay copago. Mi empresa también tiene un seguro médico privado. Como no he estado de baja, no sé qué trámites se hacen. El seguro de desempleo es muy bajo y los finlandeses se afilian a sindicatos que complementan la prestación por desempleo.

En definitiva, y rompiendo tópicos...

La vida en un país nórdico se divide claramente entre el verano y el invierno. Durante el verano se sale mucho a pasear, a las terrazas, se aprovecha al máximo la luz. En junio y julio no hay noche oscura sino que siempre hay una luz tenue, un poco más que en nuestras noches de luna llena. En Helsinki hay muchas rutas para ir en bicicleta y para pasear, hay mucho bosque y realmente se está muy bien. Como contrapartida, el invierno es muy largo y oscuro. El mes de noviembre es el peor, ya que el día se acorta muy deprisa y los árboles han perdido todas sus hojas; si no nieva, la oscuridad puede ser deprimente. En diciembre suele nevar y eso da algo de claridad.

En las casas se descalza uno cuando entra. Yo creo que se hace porque en invierno hay nieve y agua por las calles y se ensucian las casas cuando se va de visita aunque me han dicho que se hace para no rayar el parquet.

La enseñanza es gratuita y el sistema público funciona muy bien. Hay escuelas donde se enseña el idioma finlandés a los niños recién llegados al país. El finlandés es un idioma muy difícil de aprender. No es indoeuropeo y junto el húngaro y el estonio configuran una familia de lenguas que proceden del este de los Urales, en Rusia.

En Finlandia hay dos lenguas oficiales, el sueco y el finlandés. Hay una minoría de finlandeses que tienen el sueco como lengua materna pero su idioma es oficial en todo el país. De hecho, todos los carteles y documentos oficiales están en

ambos idiomas. No obstante, todos hablan finlandés y es el idioma que se debe conocer si se decide establecerse en este país a largo plazo. Es un idioma muy difícil que requiere mucho esfuerzo para aprenderlo. De todas maneras, los finlandeses tienen un nivel de inglés muy bueno. Lo aprenden en el colegio y además en la televisión no doblan nada, por lo que están acostumbrados a escucharlo.

Como ya he comentado antes, el finlandés es un idioma muy difícil pero es necesario si se quiere vivir aquí. Hay empresas como Nokia o en la que trabajo yo donde el idioma que se utiliza es el inglés, pero en las ingenierías y las empresas constructoras el idioma habitual y casi único es el finlandés.

Los finlandeses y los nórdicos en general son muy amables y respetuosos. Se dice que los nórdicos son fríos pero no es cierto. De hecho, durante el verano son muy alegres y salen mucho.

Consejos prácticos

- o Hablar el idioma local aporta una riqueza extra tanto a nivel profesional como local, pero con un buen nivel de inglés podrás comunicarte con los finlandeses.
- o En invierno hay que cambiar las ruedas al coche. Nieva y hiela y si se te olvida cambiarlas, se queda el coche inmovilizado.
- o El transporte público funciona bastante bien y tanto los trenes como los autobuses son muy puntuales. Merece la pena utilizarlos, especialmente si se va al centro de Helsinki, donde aparcar es muy caro.
- o Aunque el invierno es frío y largo hay que aprovecharlo. Comprar unos patines sobre hielo y unos esquís de fondo no es muy caro y merece la pena probar algunas de las cosas que más gustan a los finlandeses, los deportes de invierno.



Agenda útil

- **Embajada de Finlandia en España:** Paseo de la Castellana 15. Madrid:
www.finlandia.es/fi.
- **Consulado de Finlandia en Barcelona:** c/Puig i Xoriguer, 17. Tfno.: 93-443 15 98. E-mail: finlandia_barcelona@mundivia.es.
- **Embajada de España en Finlandia:** Kalliolinnantie 6. Helsinki:
www.maec.es/subwebs/Embajadas/Helsinki.