

LA TEORÍA DE DECISIONES MULTICRITERIO EN LA COORDINACIÓN DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

SERVIO TULIO GUILLÉN BURGUETE Y JUAN PABLO ANTÚN CALLABA

Un día de 1974, siendo nuestro coordinador el Dr. Roberto Canales Ruiz, el entonces subdirector, Dr. Daniel Reséndiz Núñez, nos anunció que el Dr. Emilio Rosenblueth quería platicar con quienes estuviéramos interesados sobre un nuevo método que permitía comparar alternativas con dos o más atributos. Era todo un acontecimiento que el Dr. Rosenblueth pidiera reunirse con nosotros. Se trataba del llamado método ELECTRE (ELimination Et Choix Traduisant la REalité) que acababa de desarrollar el francés Bernard Roy. No lo sabíamos entonces, pero ese método fue el que inauguró la Teoría de toma de decisiones multicriterio, a partir del cual se desarrollaron todos los métodos actuales. Al salir de la reunión, percatados de la importancia del problema, nos abocamos a reorientar al nuevo tema, un seminario que cariñosamente llamábamos *Seminario del profesor Morcos*, liderado por el Prof. Juan Morcos Salman, un erudito ingeniero, matemático y melómano, conocido porque no había problema por difícil que fuera, del que no detentara en su biblioteca justamente el último escrito, principalmente en ruso. Y este tema no era precisamente la excepción, aunque esa vez, escrito en francés.

El primer paso era conocer todo lo escrito sobre el tema. A ello dedicamos el tiempo que nos dejaban los proyectos patrocinados. De esta primera etapa resultó el texto *Toma de decisiones con objetivos múltiples caso determinista*

(Canales *et al*, 1976¹), publicado en la Serie de Investigación del Instituto de Ingeniería y que todavía se lleva como lectura en la materia Teoría de las Decisiones en la Facultad de Ciencias de la UNAM.

La entonces Secretaría de Obras Públicas financió durante varios años proyectos de investigación sobre nuestro tema, así como una aplicación a la selección de caminos de mano de obra o rurales, en el estado de Sonora.

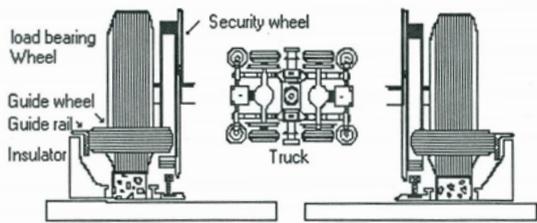
Más tarde en 1979 llegó a la coordinación procedente de su natal Argentina, el Dr. Juan Pablo Antún Callaba, que aunque no formó parte del seminario, realizó varios proyectos y doctoró a dos estudiantes panameñas en el tema, Manuela Foster y Mayra Trejos. El Dr. Antún desarrolló varios proyectos en los que aplicó el algoritmo ELECTRE I asociado al Programa de Parques Industriales de la Secretaría de Asentamientos Humanos y Obras públicas (SAHOP), así como el algoritmo ELECTRE IV, a proyectos en transporte para el desarrollo de la región Mar de Cortés. También realizó proyectos de infraestructura logística para la distribución metropolitana de mercancías y publicó en la Serie Docencia del IIUNAM sobre los algoritmos ELECTRE, entre otras publicaciones.

Antes de regresar a su país, la Dra. Trejos tituló a no pocos estudiantes del Posgrado en Ingeniería, fue investigadora en el Instituto de Ingeniería donde desarrolló un nuevo

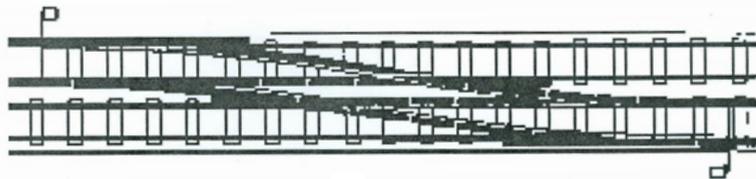
método multicriterio y participó en numerosos proyectos patrocinados y no patrocinados, así como en numerosos congresos y conferencias nacionales e internacionales. En esa época, con Mayra organizamos conferencias y reuniones internacionales en las que participaron reconocidos investigadores, como Hervè Raynaud de la Universidad Joseph Fourier en Francia, Carlos Bana e Costa de la Universidad de Lisboa en Portugal, Ambrose Goicoechea de la Universidad de Virginia en Estados Unidos y Rafael Caballero de la Universidad de Málaga en España.

En la coordinación también se trabaja la toma de decisiones en grupo, así desarrollamos un nuevo procedimiento basado en la intensidad de preferencia de los participantes en la decisión, con el cual obtuvo su doctorado en Investigación de Operaciones, Laura Plazola.

Para la Comisión Federal de Electricidad se desarrolló un sistema para evaluar sitios apropiados para instalar centrales termoeléctricas. El sistema está estructurado como una matriz de decisiones, cuyas entradas contienen las evaluaciones de las consecuencias de las alternativas; al mismo tiempo permite el acceso a la información, en forma de textos, gráficas, etc., para consulta o edición, relacionada con la respectiva evaluación. La comparación de las alternativas de localización, se realiza mediante un modelo lineal de

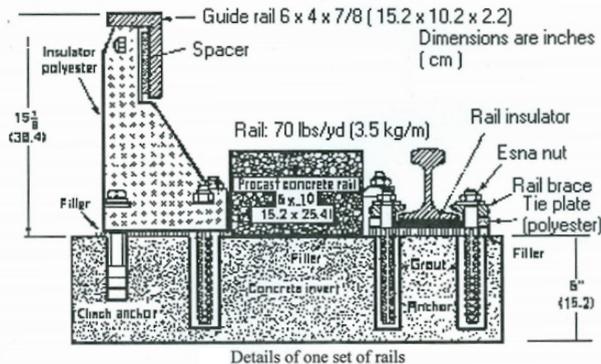


Truck and wheels of rubber-tired rapid transit trains



Crossover

Rubber-tired rapid transit track



Details of one set of rails

Ilustraciones del análisis comparativo de dos alternativas de sistema de rodamiento del Metro⁴

preferencias multicriterio. Adicionalmente, los resultados del modelo pueden ser sometidos a análisis de sensibilidad, a través de cuatro índices binarios de aceptabilidad, que se aplican a pares de alternativas de localización. Los valores de estos índices guían acerca de la aceptabilidad del ordenamiento resultante del modelo, lo que permite identificar pares de alternativas cuya comparación debe ser revisada con información más refinada.

En 1997 se elaboró para la empresa privada ABB Daimler Benz Transportation, un estudio comparativo de las tecnologías de rodamiento neumático y férreo para los trenes del Metro en las condiciones de la Ciudad de México.

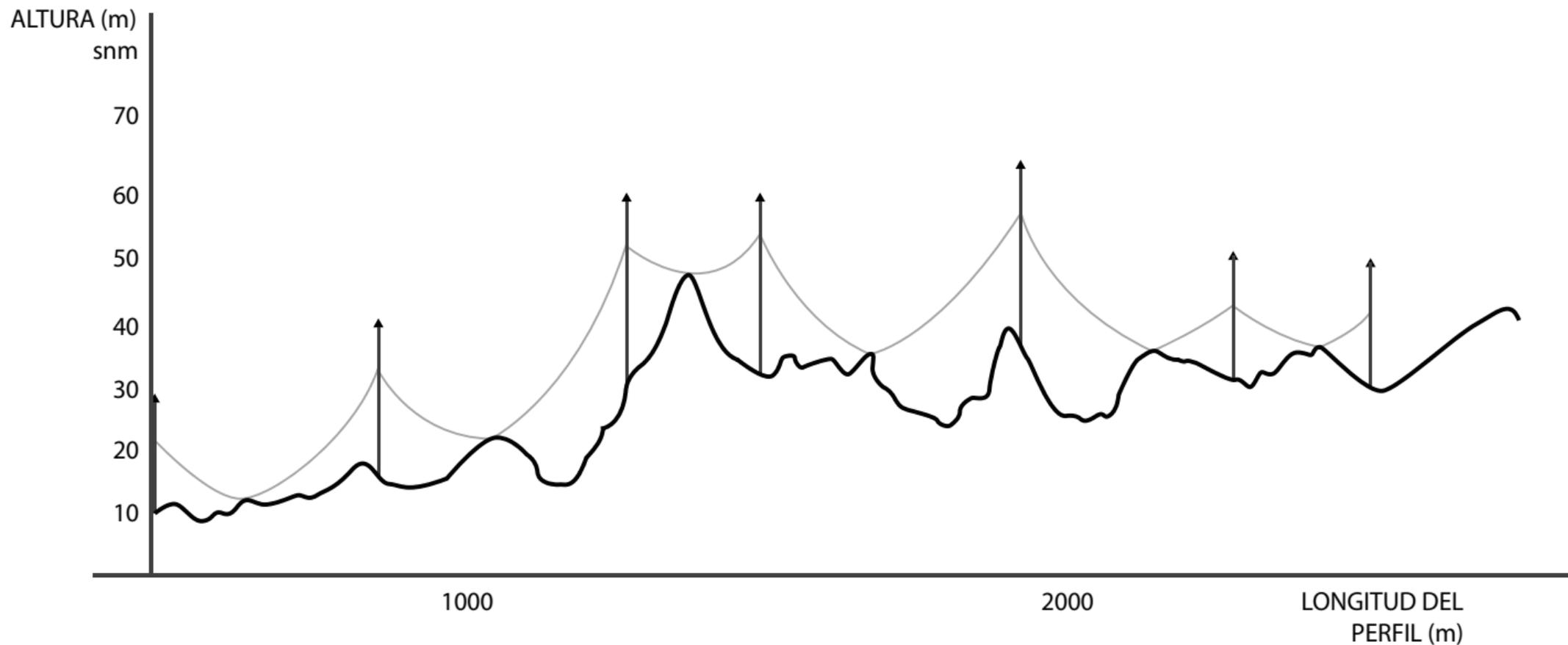
Las técnicas desarrolladas para la toma de decisiones multicriterio también pueden ayudar en problemas de optimización. Así, el concepto de dominancia de Pareto fue fundamental para desarrollar un procedimiento para optimizar la ubicación de torres de transmisión en un proyecto para la Comisión Federal de Electricidad.

Frecuentemente el responsable de las decisiones no está dispuesto a destinar el tiempo y esfuerzo requeridos

para familiarizarse con el método de toma de decisiones multicriterio que se propone utilizar, máxime que el éxito de la tarea no está garantizado. Consideramos que ésta es la principal dificultad para la mayor difusión de la aplicación de estos métodos. A pesar de esto, la vigencia de los métodos multicriterio no está en discusión. Dos aplicaciones recientes -sólo por dar ejemplos de temas de interés global-, que con las modificaciones pertinentes podrían ser replicables en México, dan cuenta de ello:

Mladen *et al* (2016)², aplican el enfoque ELECTRE en el campo de la economía de la educación para evaluar los perfiles de la educación secundaria en Serbia, para lo cual usan datos del Programa Internacional de Evaluación de Alumnos (PISA).

El sector energético en Alemania sigue experimentando cambios estructurales sustanciales (Bertsch y Fichtner, 2016)³. Actualmente, la expansión de las fuentes de energía renovables y la descentralización del suministro de energía lleva a nuevos jugadores a entrar en el mercado, los cuales persiguen objetivos y preferencias diferentes. Así que



Distribución óptima de las torres de transmisión de electricidad

propósitos múltiples y usualmente en conflicto, deben ser tomados en cuenta. Además, recientes reacciones públicas hacia proyectos de infraestructura ponen de relieve la importancia de considerar la aceptación pública como una dimensión de la toma de decisiones. Como resultado, los procesos de decisión se vuelven más complejos en todos los niveles de la política, la estrategia, la táctica y las decisiones operacionales en las empresas. |

Referencias

1. Canales R, Guillén S T y Morcos J (1976). Toma de decisiones con objetivos múltiples: Caso determinista. Instituto de Ingeniería, UNAM. Serie de Investigación y Desarrollo, 368. México.
2. Mladen Stamenkovic, Ivan Anic, Marijana Petrovic y Nataša Bojkovic (2016). An ELECTRE approach for evaluating secondary education profiles: evidence from PISA survey in Serbia, *Ann. Oper. Res.* 245, 337-358.
3. Bertsch, Valentin y Fichtner, Wolf (2016). A participatory multi-criteria approach for power generation and transmission planning, *Ann. Oper. Res.* 245, 177-207.
4. Guillén S T, Chavarría C R, (1997). Comparative study between rubber-tired and Steel wheeled trains for the Mexico City Metro System, Instituto de Ingeniería, UNAM. Realizado para ABB Daimler Benz Transportation, México.