

# OPVS PVBLICVM N° 3

Opus publicum, opus populi



PUBLICACIÓN DE LA ASOCIACIÓN NACIONAL DE INGENIEROS DE OBRAS PÚBLICAS, ANIOP  
DEL MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS DE LA REPÚBLICA DE CHILE

- Diciembre 2019 -

## DIRECTORIO A.N.I.O.P.

ANIOP, Asociación Gremial de Ingenieros de Obras Públicas, es la asociación gremial cuyos asociados son ingenieros civiles o comerciales de Planta o a Contrata, que pertenecen al Ministerio de Obras Públicas. Su personalidad Jurídica está registrada con el N° 1122 del 12 de Julio de 1972.

Sul Consejo Nacional está conformado nominalmente por un directorio nacional, que es el órgano ejecutivo de la organización, y por consejos regionales en cada una de las regiones donde existan 8 ó más asociados.

Los miembros del directorio nacional y de los respectivos consejos regionales, son asociados, elegidos cada 2 años, investidos de feroe gremial por la Dirección del Trabajo.

Las responsabilidades, derechos y obligaciones de cada dirigente gremial, están establecidas en los estatutos y en un protocolo específico aprobado por el Consejo Nacional.

Para el período 2017-2019 el Consejo Nacional estuvo compuesto por 5 directores nacionales y 19 directores regionales, cuya nómina se muestra a continuación:

### DIRECTORIO NACIONAL DE ANIOP

**Mario Maureira Frazier**, Presidente Nacional.  
**Paulina Saa García**, Secretaria General.  
**Manuel Carracedo Contador**, 1º Vicepresidente.,  
**Patricio Herrera Gamboa**, Tesorero.  
**Violeta Durán Muñoz**, 2º Vicepresidente

### DIRECTORIO REGIONAL DE ANIOP

**Pedro Martínez Rojas**, Presidente Regional, II Región  
**Sandra Bustos Ramírez**, Presidente Regional, III Región  
**Raúl Silva Tapia**, Director Regional, IV Región.  
**Claudia Riquelme Cortés**, Directora Regional, IV Región.  
**Gabriel Valdivia González**, Presidente Regional, IV Región  
**Lisette Almonte Castellanos**, Presidente Regional, V Reg.  
**Mauricio Martínez Henríquez**, Presidente Regional, VI R.  
**Yerly López Hidalgo**, Directora Regional, VI Región.  
**Cristian Pino Retamal**, Director Regional, VI Región  
**Gonzalo Sepúlveda Gajardo**, Presidente Regional, VII R.  
**Lorraine Brüning Cereceda**, Directora Regional, VIII R.  
**Micol Rivera Missilin**, Presidente Regional, VIII Región.  
**Romina Barattini Pesutic**, Directora Regional, VIII Reg.  
**Francisco Márquez Blanc**, Presidente Regional, IX R.  
**Héctor Cortés Gaete**, Director Regional, XI Región.  
**Erick Contreras Cisternas**, Presidente Regional, XV Reg.  
**Fernando Gallegos Osorio**, Presidente Regional, RM.  
**Emerson Picón Águila**, Director Regional, RM.  
**Herman Agusto Torres**, Director Regional, RM.

## EDITORIAL

Los temas que preocupan a ANIOP, los ámbitos de la defensa de la ingeniería y de los derechos de sus asociados son muy variados, muchos de ellos son de carácter general y permanente y otros varían dependiendo de las circunstancias y del entorno

Durante el Año 2019 priorizamos 10 temas para avanzar con la actual administración, sin perjuicio de la atención de otras temáticas abordadas por la organización en la oportunidad que ello fue necesario, como por ejemplo la defensa de la renovación de contratos de los asociados a los que se les negó tal posibilidad al 30 de noviembre de 2019.

Los 10 temas antes indicados fueron planteados como reflexiones en la celebración del día de ingeniería 2019, las que se pueden leer y analizar en detalle en el **“Discurso Día Nacional de la Ingeniería, 15 de mayo de 2019”**, pronunciado por el Presidente Nacional de ANIOP, el Ingeniero Civil Sr. Mario Maureira Frazier, incluido en la presente revista **“OPVS PUBLICUM Nº 3”**.

En términos generales las citadas reflexiones, señalan lo vital que es (1) cultivar una dedicación de servicio Público, (2) si es pertinente y/o conveniente que el número de semestres defina las competencias técnicas del MOP, (3) que el ingreso al servicio público sea siempre transparente y mediante un difundido, serio y estricto concurso público y que la permanencia y promociones sea normada por una efectiva carrera funcionaria, (4) que se aumente la rentabilidad de los proyectos de inversión pública y se exija una tasa social de descuento del 12% como mínimo, (5) que la capacitación y perfeccionamiento de los ingenieros y otros profesionales de las áreas técnicas sea permanente, (6) que se ponga remedio al indicador perverso de cumplimiento de la inversión, (7) que se sincere si las asesorías de inspección son inversión y porqué no lo son los costos correspondientes al inspector fiscal, (8) que se analice el porqué las obras desarrolladas por el sistema de concesiones, deben seguir siendo concesionadas por siempre, (9) que se realicen evaluaciones “Ex-Post” que han dejado de ser consideradas, (10) que el MOP recupere su capacidad de desarrollar proyectos de ingeniería directamente con los ingenieros funcionarios.

Otro hecho importante acontecido durante el año 2019 fue el **Premio Infraestructura Año 2019** que entrega el Colegio de Ingenieros de Chile A.G. desde el año 2003, y que en esta ocasión, recayó y distinguió al Ingeniero Civil, **Sr. Rolando Toloza Norambuena**, destacado funcionario de la Dirección de Vialidad, socio de nuestra organización, postulado por ANIOP al citado galardón.

Se incluye texto del discurso pronunciado por el Sr. Toloza.

Se incluye también posición de ANIOP respecto del sistema de concesiones en Chile.

## LOS TRENES EN LA MEMORIA

Fernando Montolio Berendique<sup>1</sup>

### RESUMEN

El presente trabajo es una reflexión sobre lo que ha sido el nacimiento, el mantenimiento, los avances, la operación y la explotación de los ferrocarriles en Chile y la importancia que tiene como complemento al transporte marítimo, aéreo y vehicular de Chile. Se compara con la realidad que existe en otras naciones y la importancia que tiene para promover el desarrollo de la industria Nacional.

### PALABRAS CLAVES

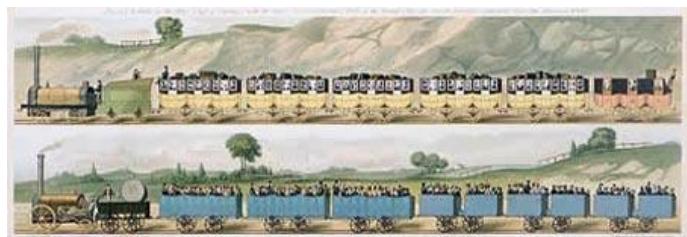
Agrícola, puente, ferroducto, acueducto, Copiapina, Qhapaq Ñan, desarrollo, economía

### IMAGÍNENSE

Imagínense un país conectado de norte a sur con red ferroviaria, un tren de Santiago a Mendoza, un tren que nos uniera con Bolivia y Perú y de ahí la posibilidad de seguir al resto de países de América. Imagínense la cantidad de accidentes que se podrían evitar y los avances a la economía que ello significaría. Imagínense llegar en tren a la playa o al interior del cajón del Maipo. Imagínense poder llegar en tren desde Santiago a Concepción, Temuco, Valdivia y Puerto Montt. Pues bien eso que actualmente parecería un sueño, lo teníamos hace más de un siglo y cuesta entender por qué se ha permitido que la mayoría de los trenes a excepción del metro hayan desaparecido del paisaje chileno. El presente artículo no pretende dar explicaciones de porque hemos despreciado uno de los motores de la economía de cualquier país desarrollado, si no que pretende hacer hincapié en lo altamente beneficioso que sería para el país el retomar una red ferroviaria de la cual fuimos alguna vez pioneros en América Latina.

Chile desde sus inicios ha sido un país agrícola y minero donde siempre se ha promovido una buena red de transporte para el transporte de los productos, el oro de los españoles se sacaba por uno de los principales puertos del pacífico, el salitre con los ingleses permitió comenzar una buena red ferroviaria en la segunda mitad del siglo XIX la que siguió expandiéndose con la minería de cobre de capitales principalmente Norteamericanos. Mirando más atrás en la historia se puede suponer que el camino del inca o “Qhapaq Ñan”<sup>2</sup> que llegaba hasta el río Maule cumplía también un rol de promotor del comercio y del intercambio de productos mineros.

El primer servicio regular de trenes para pasajeros se inauguró en el año de 1830 entre las ciudades de Liverpool y Manchester. En Chile solo 20 años después se inauguraba la primera línea de ferrocarriles de Sudamérica la cual se construyó entre Copiapó y Caldera para explotar la mina de plata de Chañarcillo recientemente descubierta. Este tren fue el impulsor del desarrollo económico de Copiapó y luego los trenes fueron el impulsor económico de Chile al igual como lo fue en todos los países donde se instalaron vías de ferrocarril. El ferrocarril en muchos países fue el medio para pasar desde una economía artesanal a una economía industrializada con el movimiento de ingentes cantidades de producción. En Chile aparte del importante rol en la minería, el tren sirvió para unir la capital con el resto del país, para promover la actividad agrícola y ganadera y para promover la colonización de las zonas australes del país.



Primer ferrocarril en el mundo, “The Rocket”, 1830



Primer ferrocarril en Chile, “La Copiapina”, 1850, fotografía aporte de Sandra Bustos (Vialidad – Copiapó).

En 1857 se inaugura el tren entre Santiago y San Bernardo. En 1863 ya se podía ir en tren desde Santiago a Valparaíso viaje que antes de esa fecha era con carretas y demoraba varios días ahora se podía hacer en 6 horas, un avance enorme para esa época<sup>3</sup>.

El crecimiento de las líneas fue constante pudiéndose llegar desde Santiago a Curicó en 1868, a Chillán en 1873, y a Talcahuano 1874. Luego de un periodo de estancamiento debido a una crisis

<sup>2</sup> El Qhapaq Ñan era una red vial del gobierno Inca, tenía una extensión de unos 30 mil kilómetros y conectaba territorios ubicados en Argentina, Chile, Perú, Bolivia, Ecuador y Colombia.

<sup>3</sup> María Piedad Allende. “Historia del Ferrocarril en Chile”, Editorial Pehuén, 1997.

<sup>1</sup> Fernando Montolio Berendique. Ingeniero Civil en Obras Civiles de la USACH. Cumple funciones en el Departamento de Puentes de la Dirección de Vialidad, con más de XXX de servicio ininterrumpido.

económica y a la Guerra del Pacífico, la construcción de vías tuvo un nuevo impulso con los gobiernos de Domingo Santa María y de José Manuel Balmaceda, llegando el tren a Victoria en 1890, Temuco en 1895, Osorno en 1902 y Puerto Montt en 1913. En 1910 se inauguró el tren trasandino de Los Andes a Mendoza y en 1917 el tren de Arica a La Paz.

El desarrollo de los ferrocarriles fue de la mano con el desarrollo de los puentes: con el tren entre Copiapó y Caldera se construyeron los primeros puentes metálicos en Chile, ya para el año 1859 se inauguraba el puente sobre el río Maule. En el año 1888 se inauguraba el que en esos tiempos fue el segundo puente de ferrocarril más alto del mundo, el viaducto sobre el río Loa, solo superado por el Viaducto de Garabit en Francia. Dos años más tarde el presidente José Manuel Balmaceda inauguró el Viaducto del Malleco, una obra monumental que unió al país y que fomentó el desarrollo económico del sur de Chile. Se debe tener presente que hasta el momento el Puente Conchi es el más alto de Chile, y que fue fabricado en su totalidad en maestranzas nacionales, lo cual es un gran hito para la ingeniería chilena. Actualmente se utiliza como acueducto.



Ferrocarril del Malleco, es el segundo puente más alto de Chile. Solo es superado por el puente Conchi, ubicado en la región de Antofagasta.



Puente Conchi, el más alto de Chile.



Puente Conchi hoy convertido en acueducto soporta dos grandes tuberías de agua

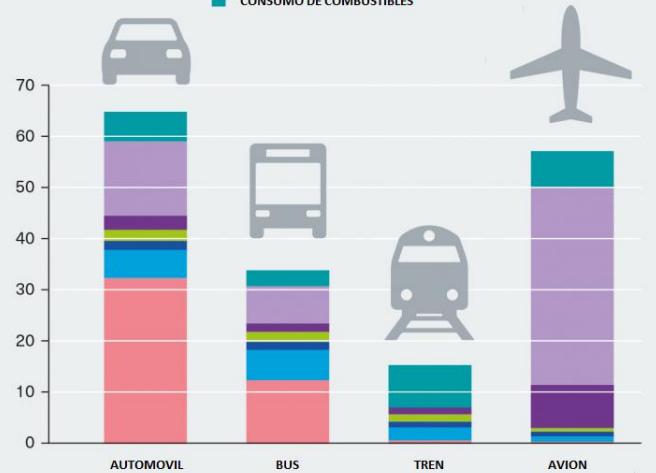
Por las particularidades geográficas de Chile, la mayor parte del país es factible de conectar por una sola línea troncal ferroviaria<sup>4</sup> o de carretera. Cabe mencionar que las redes camineras y las redes ferroviarias no son para nada excluyentes sino más bien complementarias. La forma más eficiente de lograr tal complemento parte primero por ocupar el mercado con todo lo que pueda abordar la red de ferrocarriles y el resto puede ser abordado por otra red de transporte. Esto se debe a que una red ferroviaria es más eficiente en costos energéticos, es más barata, más rápida y más segura.

#### COSTOS POR MEDIO DE TRANSPORTE

(www.boell.de - 2016)

EUROS POR PERSONA POR 1000 KM DE RECORRIDO

- |               |  |
|---------------|--|
| ACCIDENTES    | NATURALEZA Y MEDIO AMBIENTE(DAÑOS, PERDIDAS DE BIODIVERSIDAD, CONTAMINACION) |
| CONTAMINACION | CAMBIO CLIMATICO (DAÑOS POR CALIENTAMIENTO GLOBAL)                           |
| RUIDO         | CONSUMO DE COMBUSTIBLES  |



Costos asociados a distintos medios de transporte

En el estudio “Análisis de costos y competitividad de modos de transporte terrestre de carga interurbana”, solicitado por la Subsecretaría de Transportes a “Steer Davies Gleave”, se demuestra que en Chile sobre 7.500.000 ton-km anuales el tren es el medio de transporte más económico y por lo tanto habría muchos tramos en Chile donde se podría disminuir los costos al sector productivo.

Al considerar el riesgo de muerte en un tren comparado con el riesgo de muerte en viaje en automóvil se observa que el riesgo es 17 veces menor es decir si se cambiara toda la red de carreteras a viajes en tren por cada 100 muertes que hay actualmente se reducirían a 6 muertes. La alta tasa de accidentes fatales en carreteras interurbanas se habría reducido considerablemente de haber contado con un sistema de trenes. Se debe considerar que de las 1600 muertes que hay en Chile cada año un 60% se debe a accidentes interurbanos.

<sup>4</sup> La red ferroviaria longitudinal del antiguo tren al norte, aunque no se usa, por lo menos existe el trazado y sus puentes se pueden visitar y observar como el tiempo los corroe. Hacia el Sur, en los ramales, ocurre algo similar.

Ahora bien el costo del tren es mucho menor que el costo en avión lo cual permite que los desplazamientos no estén limitados solo a los que pueden pagar un pasaje de avión. Últimamente en Chile el Estado ha invertido grandes cifras en aeropuertos en todo el país pero poco se ha invertido en mejorar los medios de transporte interurbanos convencionales. Por ejemplo los rodoviarios o estaciones terminales de buses de muchas ciudades importantes brillan por lo ineficientes y el bajo nivel de servicio que ofrecen.

Es evidente que mejorar la red ferroviaria favorece a todos los sectores de la economía, a todas las clases sociales, a todos los que viven actualmente en Chile y a las futuras generaciones. Lo que no es evidente, lo que no tiene ninguna explicación social coherente, es que no se tomen las medidas para reponer la red ferroviaria. Es inexcusable que no haya un tren entre Santiago y Valparaíso, es inexcusable que no haya una red ferroviaria troncal desde Santiago a Puerto Montt.

Proyectando el desarrollo que han tenido últimamente los trenes en Chile se puede estimar que no antes de 50 años iremos a tener un tren entre Santiago y Valparaíso. La actual normativa no permite el desarrollo ferroviario al nivel que al país le conviene por lo cual se debería buscar nuevas medidas para generar un plan amplio de desarrollo de la infraestructura ferroviaria. Esto se podría abordar como una tarea conjunta del gobierno y de las empresas privadas complementadas con un margen legislativo que permita un desarrollo rápido de las líneas. Tal como ha ocurrido en otros países y tal como fue en un principio en Chile (o como ha sido con las autopistas), las líneas de ferrocarril pueden ser financiadas en conjunto por el estado y por la empresa privada. Cabe destacar el gran aporte legislativo del estado de Chile en el trabajo conjunto con la empresa privada y en el desarrollo de las concesiones lo cual comenzó con la ley de 1862 conocida con el nombre de Ley de Policías de los Ferrocarriles, emitida en el gobierno de José Joaquín Pérez. Esa ley establecía los temas de seguridad y vigilancia en trenes y estaciones en conjunto con las reglas generales sobre la explotación por parte de privados de las líneas.<sup>5</sup>

Las actuales líneas tienen una baja velocidad de diseño y en general toda la infraestructura ha sufrido decenas de años de abandono. Considerando la enorme cantidad de túneles, puentes e infraestructura que se requiere, el organismo más capacitado para gestionar tales obras sería el Ministerio de Obras Públicas. Por lo demás en sus inicios fue el MOP el encargado de construir las redes ferroviarias. Una de las primeras tareas sería formar especialistas en la materia para luego generar un plan masivo de reposición de

líneas. Se necesitan tener un conjunto de obras tipos optimizadas para implementar en diferentes situaciones y llamar a licitaciones que consideren tramos significativos para aminorar los costos de construcción.



Los objetivos actuales de EFE apuntan a duplicar a largo plazo el actual sistema: chile no ocupa ni el 5% de lo que tuvo en un momento, apuntar a un 10% en un largo plazo es una medida que no considera todos los beneficios de contar con una gran red ferroviaria.

Al andar hoy en alguno de los tramos que se mantienen, la sensación que queda es la de haber entrado a un teatro con una mala fachada y con un paupérrimo estado interior: líneas abandonadas, estaciones derrumbándose, trabajos en curso insignificantes para lo que realmente se necesita. Uno no puede dejar de preguntarse cómo es que se llegó a esta situación pero dar respuesta a eso no sirve de nada, lo que se necesita ahora es comenzar a reconstruir de verdad una red ferroviaria para Chile. Si hace más de 150 años Chile fue capaz de extender en 60 años una red ferroviaria por todo el país ¿Por qué ahora no podríamos en 30 años reponer esa red ferroviaria?

#### Bibliografía:

**"Historia del Ferrocarril en Chile"**, María Piedad Allende E., Editorial Pehuén, 1997.

**"Los Ferrocarriles de Chile"**, Santiago Marín Vicuña, Cámara Chilena de la Construcción, 2013.



Museo Ferroviario de Santiago

<sup>5</sup> Santiago Marín Vicuña. "Los Ferrocarriles de Chile", Cámara Chilena de la Construcción. Año 2013

## SUSTENTABILIDAD EN PROYECTOS VIALES

**Victor Reyes Gonzalez<sup>6</sup>**

### RESUMEN

El presente trabajo resalta la definición más compartida de "Desarrollo Sustentable" basado en el justo incremento de la riqueza, tanto en lo económico, social y de protección del medio ambiente. También identifica los principales acuerdos y compromisos internacionales para el establecimiento de un desarrollo compartido y permanente y el desarrollo de carreteras y caminos sustentables.

### PALABRAS CONCEPTUALES

Desarrollo sustentable, pilar económico y social y medio ambiente, riqueza, igualdad, futuro protegido, cambio climático, planes de manejo, componentes.

### EL INFORME BRUNDTLAND

En la Asamblea General de las Naciones Unidas en 1983 se creó la Comisión Mundial del Medio Ambiente y Desarrollo. Fruto del trabajo de esa comisión, en 1987 se generó el "**Informe Brundtland**",<sup>7</sup> el cual definía el desarrollo sustentable como "*aquel que satisface las necesidades actuales sin poner en peligro la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades*".<sup>8</sup>

El Desarrollo sustentable se basa en tres pilares: el económico, el social y el Medioambiental. Estos tres pilares están relacionados de tal manera que exista un desarrollo económico y social respetuoso con el medio ambiente, es decir:

- Continuar produciendo riquezas para satisfacer las necesidades de la población mundial (**pilar económico**),
- Velar por la reducción de las desigualdades entre los pueblos del mundo (**pilar social**).

<sup>6</sup> Ingeniero Civil, del Departamento de Estudios Viales, de la Dirección de Vialidad. (victor.reyes.g@mop.gov.cl)

<sup>7</sup> Informe que enfrenta y contrasta la postura de desarrollo económico tradicional vs el desarrollo sustentable.

<sup>8</sup> "Informe Brundtland", pág. 23.

- No degradar el medio ambiente que heredarán las generaciones futuras (**pilar medioambiental**)

Los proyectos viales, como todo otro tipo de proyectos deben abordarse sobre la base de estos tres pilares. La interacción entre los componentes Económico, Social y Medio Ambiental en forma equilibrada, es la única forma de lograr proyectos verdaderamente sustentables, no solo rentables social y económicamente sino que también ambientalmente.

### COMPROMISOS DE CHILE Y ESTRATEGIA DE CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE

#### Compromisos Políticos

El 23 de agosto de 2010, Chile se comprometió oficialmente Secretaría de la CMNUCC (Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático) a realizar acciones de mitigación, de modo de lograr una reducción de emisiones proyectadas de 20% en el 2020, proyectadas desde el año 2007.

En Febrero de 2012 el Ministerio de Energía lanzó la Estrategia Nacional de Energía 2012-2030, que establecía como meta que en el año 2020 podamos alcanzar una disminución del 12% en la demanda de energía final proyectada hacia ese año.

En Mayo de 2014, el Ministerio de Energía presentó la Agenda Energética del país, uno de cuyos objetivos es "Fomentar el uso eficiente de la energía como un recurso energético, estableciendo una meta de ahorro de 20% al año 2025, considerando el crecimiento esperado en el consumo de energía del país para esa fecha."

### ESTRATEGIA DE CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE

El 1º de agosto de 2012 se firmó un convenio marco de colaboración entre el Ministerio de Obras Públicas, Ministerio de Vivienda y Urbanismo, Ministerio de Energía y Ministerio del Medio Ambiente con el objetivo de coordinar, promover, difundir y fomentar la construcción sustentable en el país. Fruto de este convenio, se estableció una estrategia de construcción sustentable para el país, la que establece las siguientes variables principales

a considerar:<sup>9</sup>

**Energía.** El conjunto de acciones o consideraciones que permiten optimizar la relación entre la cantidad de energía consumida y los productos o servicios finales obtenidos.

**Agua.** Implementación de medidas que se pueden adoptar para reducir el consumo de agua en las construcciones y prevenir la contaminación del recurso.

**Residuos.** Utilización de medios de recolección, transporte, tratamiento o disposición de material de desecho, destinadas a mejorar su minimización, reutilización o reciclaje.

**Salud y bienestar.** Incorporación de soluciones de tecnología y diseño que, en su conjunto, permiten desarrollar ambientes saludables al interior de las construcciones, propendiendo al confort ambiental y reduciendo los riesgos para la salud.

**Manejo/operación.** Se refiere a los modos en que los usuarios pueden operar las construcciones de forma eficiente, dándoles el mejor uso a las instalaciones y administrándolas de manera considerada con el medio ambiente y la sociedad.

Esta estrategia de construcción sustentable establece los siguientes objetivos.

1. Edificaciones e infraestructura con consideraciones de sustentabilidad al año **2020**.
2. Aportar, desde el sector comercial - público - residencial (CPR) al compromiso de reducción del **12%** del consumo energético (proyectado al año 2020).<sup>10</sup>
3. Aportar, desde el sector de la construcción, a la reducción del **20%** de gases efecto invernadero, tomando como base las emisiones proyectadas al año 2020.
4. Aportar, desde el sector de la construcción, a que un **10%** de la energía generada sea por fuentes renovables no convencionales al año 2024.

## CRITERIOS DE SUSTENTABILIDAD DE CARRETERAS Y CAMINOS.

Para cumplir los objetivos de sustentabilidad

descritos en los puntos anteriores es necesario contar con objetivos y criterios específicos de sustentabilidad que puedan ser implementados y medidos en los proyectos Viales. El principal problema inicial que deberá resolverse en Chile para implementar criterios de sustentabilidad en proyectos viales será determinar cuáles son los mejores criterios aplicables a nuestra tipología de proyectos, nuestras condiciones climáticas, nuestras condiciones socioeconómicas y nuestros recursos. Aquello es materia de una investigación más avanzada que no se presenta aquí. Sin embargo, como ejemplo práctico se muestran a continuación los criterios identificados en México, desglosados de acuerdo a componentes y publicados a través de Publicación Técnica N°392 del año 2014 del Instituto Mexicano del Transporte.

## CRITERIOS DESGLOSADOS DE ACUERDO A COMPONENTE

**Componente económico:** Análisis del costo del ciclo de vida; Sistema de gestión de la calidad; Equilibrio de movimiento de tierras; Garantía del contratista; Uso de materiales locales; Pavimentos de larga duración; Mejores prácticas para el mantenimiento carretero y la preservación de la infraestructura; Eficiencia energética.

**Componente social:** Plan de mantenimiento del sitio; Planeación en el contexto; Pavimento silencioso; Contaminación lumínica; Reducción de emisiones vehiculares; Movilidad peatonal; Movilidad para vehículos de alta ocupación; Movilidad para ciclistas.

**Componente técnico:** Diseño geométrico; Inventario del ciclo de vida; Plan de control de calidad; Plan de manejo de residuos; Análisis hidrológico; Uso de materiales reciclados; Sistema de gestión ambiental; Formación ambiental; Plan de reciclaje; Reducción del consumo de combustibles fósiles; Reducción de emisiones en la pavimentación; Mezclas asfálticas tibias (WMA); Registro del uso del agua en la construcción; Vegetación nativa; Reciclaje de pavimentos; Sistema de Gestión de Pavimentos; Preservación de sitios históricos.

**Componente ambiental:** Evaluación del impacto Ambiental; Evaluación ambiental estratégica; Fragmentación del hábitat/Conectividad ecológica; Consideraciones especiales para áreas con alto valor ambiental; Plan de prevención de la contaminación

<sup>9</sup> “Estrategia Nacional de Construcción Sustentable”, MOP, MINVU, MINERGÍA, MMA. 2013.

<sup>10</sup> Si bien es cierto, esta estrategia establece como meta aportar a la reducción de 12% del consumo energético, la nueva agenda energética lanzada en mayo de 2014 establece una meta adicional de 20% al 2025.

del agua; Análisis del ciclo de vida; Plan de mitigación de ruido; Calidad de los escurrimientos superficiales/Prevención de la contaminación del agua; Control de los escurrimientos superficiales; Reducción del consumo de combustibles fósiles; Restauración del hábitat; Pavimentos permeables; Pavimento en frío; Paisaje/Vistas escénicas; Manejo del agua pluvial; Uso de energía alterna; Sumideros de carbono y óxidos de nitrógeno; Capacitación ambiental; Protección de la fauna.

**Componente seguridad:** Auditoría de seguridad vial; sistemas inteligentes para el transporte; mantenimiento de la superficie de carretera; seguimiento del desempeño de pavimentos.

Para determinar los criterios de sustentabilidad a aplicar en Chile se requiere de un trabajo más profundo que debe ser el segundo paso en la implementación del enfoque de construcción sustentable en proyectos viales. Algunos ya pueden estar considerados en los actuales Planes de Manejo Ambiental de los Proyectos Viales, sin embargo muchos aun no han sido considerados.

Una vez identificados los criterios a aplicar en Chile se pueden establecer los valores que deben cumplir estos indicadores y comenzar a medirlos en proyectos viales. Primero como parte de exigencias iniciales en proyectos piloto para luego generalizar su utilización y aceptando herramientas como por ejemplo la **Certificación de Carreteras Sustentables**, para lo cual existen varias experiencias internacionales como las que se describen en el siguiente punto.

## CERTIFICACIÓN DE CARRETERAS SUSTENTABLES

Actualmente existen en el mundo diversos métodos para certificar la sustentabilidad de los proyectos de infraestructura y de los Proyectos Viales en particular. Estos se basan fundamentalmente en los objetivos de cumplimiento de los criterios de sustentabilidad como los descritos en el punto anterior, y funcionan en base a diversos criterios como los indicados la Figura 2, y a listas de chequeo que deben ser llenadas por los evaluadores. En función de los resultados de aplicación de estos formularios el proyecto obtiene un puntaje que le entrega el nivel de certificación: (Por ej. Silver, Gold, Evergreen, en el caso de

GREENROADS)<sup>11</sup>

Project Requirements (PR)		Construction Activities (CA)		
PR Subtotal: 11 Req'd		CA Subtotal: 14		Y N ?
PR-1 Environmental Review Process		CA-1 Quality Management System		2
PR-2 Lifecycle Cost Analysis		CA-2 Environmental Training		1
PR-3 Lifecycle Inventory		CA-3 Site Recycling Plan		1
PR-4 Quality Control Plan		CA-4 Fossil Fuel Reduction		1 - 2
PR-5 Noise Mitigation Plan		CA-5 Equipment Emission Reduction		1 - 2
PR-6 Waste Management Plan		CA-6 Paving Emission Reduction		1
PR-7 Pollution Prevention Plan		CA-7 Water Use Tracking		2
PR-8 Low-Impact Development		CA-8 Contractor Warranty		3
PR-9 Pavement Management System		Materials & Resources (MR)		
PR-10 Site Maintenance Plan		MR Subtotal: 23		Y N ?
PR-11 Educational Outreach		MR-1 Lifecycle Assessment		2
		MR-2 Pavement Reuse		4 - 5
		MR-3 Earthwork Balance		1
		MR-4 Recycled Materials		1 - 5
		MR-5 Regional Materials		1 - 5
		MR-6 Energy Efficiency		5
		Pavement Technologies (PT)		
		PT Subtotal: 20		Y N ?
		PT-1 Long-Life Pavement		5
		PT-2 Permeable Pavement		3
		PT-3 Warm Mix Asphalt		3
		PT-4 Cool Pavement		5
		PT-5 Quiet Pavement		2 - 3
		PT-6 Pavement Performance Tracking		1
		Custom Credit (CC)		
		CC Subtotal: 10		Y N ?
		CC-X Custom Credit Title		1 - 5
		CC-X Custom Credit Title		1 - 5
		All 11 PR Met?		
		Greenroads Total		118
		Award Level		Criteria
		Certified		32 All Project Requirements Met + 30-39% of the Voluntary Credits
		Silver		43 All Project Requirements Met + 40-49% of the Voluntary Credits
		Gold		54 All Project Requirements Met + 50-59% of the Voluntary Credits
		Evergreen		64 All Project Requirements Met + 60% or more of the Voluntary Credits
		Credit Checklist		

FIGURA 1. Lista de Chequeo Certificación Greenroads

Todos los sistemas de certificación poseen una estructura muy similar, todos se basan en la determinación de los criterios más relevantes para los proyectos que se está analizando, pero una vez eso resuelto, su aplicación es relativamente sencilla y puede ser simplificada mediante el uso de herramientas computacionales.

Es importante notar que en la mayoría de los casos, los criterios corresponden a criterios “de desempeño”, por lo tanto son un incentivo a la innovación tecnológica por parte de los desarrolladores de los proyectos y los contratistas los que deben buscar la forma más eficiente de cumplir con lo que los criterios de sustentabilidad les están pidiendo. Un ejemplo de esto es el criterio de “Reducción de Emisiones”, que es un incentivo al uso de tecnologías sustentables como el reciclado de materiales, los asfaltos tibios, los pavimentos de hormigón más delgados, u otras tecnologías que puedan aparecer y que satisfagan los criterios mencionados.

## CONCLUSIONES

El desarrollo de proyectos sustentables es un imperativo para el Chile, no solo por los compromisos políticos contraídos por el país, sino

<sup>11</sup> [www.greenroads.org](http://www.greenroads.org)

porque el enfoque sustentable será la norma común en el corto plazo y Chile no puede quedarse atrás en este aspecto si quiere considerarse un país desarrollado.

Actualmente existen en Chile numerosos esfuerzos e iniciativas en materia de desarrollo de proyectos sustentables en diversas industrias. En la industria de la construcción, el tema se ha abordado casi exclusivamente para proyectos de edificación, introduciéndose certificaciones de edificios sustentables internacionales como LEED (la más popular en Chile actualmente) y en el 2014 con la aparición de la primera certificación de edificio sustentable chilena para edificios de uso público desarrollada por el MOP.

En el caso de los proyectos viales, el tema de la construcción sustentable se ha venido abordando hasta la fecha mediante la legislación vigente contenida en la Ley 19.300 sobre Bases Generales del Medio Ambiente y la utilización de innovaciones tecnológicas en un número acotado de proyectos, pero que obedecen más a iniciativas específicas de los proyectistas, proveedores o el propio Mandante (Reciclaje de Pavimentos, Asfaltos Tibios, Análisis del Costo de Ciclo de Vida de los Proyectos, etc.)

Para incentivar el desarrollo de proyectos viales sustentables de forma efectiva se requiere como primer paso identificar los criterios que deben considerarse en Chile para considerar un proyecto vial sustentable. Para esto, pueden utilizarse como base las experiencias internacionales pero debe investigarse que variables se deberían descartar y cuáles agregar a las que no son consideradas en otras partes del mundo.

Una vez identificados los criterios relevantes para Chile, el paso siguiente será medir su implementación en algunos proyectos piloto, de tal manera de medir su grado de cumplimiento e ir recopilando información relevante.

La introducción de la figura “Certificación de Proyectos Sustentables”, de la misma forma como actualmente existe la “Certificación de Edificio Sustentable” es una alternativa que debe explorarse en el futuro cercano, ya que serviría no solo a cumplir los objetivos de sustentabilidad del país, sino que puede ser una poderosa herramienta para que las empresas chilenas realicen mejores obras para el estado y que además mejore su competitividad.

## DOS FÁBULAS DE TRILUSSA<sup>12</sup>

Presentación:

El poeta Carlo Alberto Salustri, Trilussa, nació en Roma en 1871 y fallece en 1950. Fue famoso por sus fábulas muy asertivas para explicar el comportamiento humano y de los que han caído en la baja política. Hoy a la luz de los acontecimientos de nuestra sociedad, sus fábulas cobran vigencia y nos hace pensar en aquello que dice: "nihil novum sub sole".

*Manuel Carracedo*

### MINISTRO<sup>13</sup>

En Italia el político, es sabido,  
trata siempre de andar con la corriente.  
Aquel llegó al gobierno, justamente  
porque siempre cambiaba de partido.

Porque era socialista intransigente;  
después, republicano decidido,  
más tarde radical y, al fin, sin ruido,  
salió del grupo y se hizo disidente.

Hoy lo reciben en el Quirinal.  
Como es ministro, yo lo justifico:  
es una consecuencia natural.

Pero no entiendo, no, con qué criterio  
puede hablar con el rey y no me explico,  
cómo hace el rey para quedarse serio.

### LA ZORRA EN EL MINISTERIO

La raposa, al formar su gabinete,  
llamó a los animales, salvo el cerdo.  
- Es muy cochino - dijo. - ¿Quién se mete  
a darle una cartera? No, no es cuerdo.

- Tampoco es animal de mi confianza - dijo  
el can. - No le tengo simpatía,  
pero un marrano en el gobierno alcanza  
las adhesiones de la mayoría.

<sup>12</sup> TRILUSSA es el anagrama del apellido SALUSTRI

<sup>13</sup> SETENTA FÁBULAS, traducción de Alfonso Grimaldi, Editorial TOR, Buenos Aires.

## PUERTO WILLIAMS

*La ciudad más austral de América*

César Lagos L.<sup>14</sup>

### RESUMEN:

El presente trabajo destaca la importancia que tiene el cambio de estándar de camino ripiado a pavimentado en hormigón. Vía costera que une los habitantes de puerto Williams con aeropuerto. Los trabajos se inician en Villa Ukika y tienen un costo aproximado de 16 millones de dólares.

Puerto Williams, es la capital de la comuna “Cabo de Hornos” en la provincia de Antártica Chilena de la región de Magallanes y Antártica Chilena. Está ubicada en la ribera norte de la isla Navarino, la cual ha sido nombrada por la UNESCO como Reserva Mundial de la Biosfera al poseer áreas geográficas representativas de los diferentes “hábitats” del planeta, ya sean marítimos como terrestres.

Otra especial particularidad con las que cuenta Puerto Williams y la isla Navarino es que el pueblo aborigen “Yagán” habitó estas australes latitudes, adoptando formas de vida nómada, surcando los gélidos canales mediante navegación en canoas, dedicado a la caza, recolección y pesca.

La descendencia de la cultura Yagán está asentada en un sector urbano dentro de la ciudad, denominada Villa Ukika. La población de Puerto Williams es de unos 3.000 habitantes y la ciudad fue fundada en 1953.

El proyecto de “Mejoramiento Ruta Costera “Villa Ukika - Aeropuerto; tramo km 0.000 al km 5.275239, puerto Williams, región de Magallanes y Antártica Chilena”, cuyo Inspector Fiscal titular es el Sr. Pedro Villegas

Hernández, y alcanza una inversión inicial de \$ 9.572.533.582; financiado por fondos sectoriales MOP y Fondo Nacional de Desarrollo Regional “F.N.D.R”, los que contemplan los siguientes trabajos:

- Construcción de pavimento en el tramo Ukika en el km 0,000 al Aeródromo en el km 5,27539.
- Construcción de sistema de colector aguas servidas (vía F.N.D.R.)
- Construcción puente Ukika.
- Construcción muro de contención, tramo puente Ukika al terminal de pasajeros.
- Construcción ciclo vía (tramo urbano).
- Plantas Elevadoras (suministro e instalación obras eléctricas).
- Saneamientos superficiales para Evacuación de aguas lluvias a través de drenes, alcantarillas y sumideros.

Los beneficios e impactos para la comunidad se verán reflejados al contribuir al crecimiento turístico de la Isla Navarino, a través de la modernización de espacios públicos, como también para dar solución definitiva a la recolección y encauzamiento de las aguas lluvias en el tramo “*Villa Ukika – Aeropuerto*”.

Estas inversiones que benefician a toda la comunidad, también aportan para poner en valor la belleza natural de la zona, acrecentando la interconexión por medio de una ruta costera, la que expresa un gran significado tanto para la comunidad de descendencia Yagán como para la población en general que hace soberanía en estos remotos parajes. Se comprueba una positiva acogida y recepción a los diferentes trabajos desarrollados durante el proyecto, esto, en atención a que es la puerta de entrada al territorio antártico; unido a las demandas de infraestructura vial debido al crecimiento turístico que viene desarrollando la isla Navarino.

El tramo urbano del proyecto alcanza una longitud de 2.520 metros, comprendido entre

<sup>14</sup> César Lagos L. Ingeniero Civil del Departamento de Construcción de la Subdirección de Obras, del Ministerio de Obras Públicas de la República de Chile. Correo: cesar.lagos@mop.gov.cl

el sector de Villa Ukika hasta el sector del Club de Yates Micalvi y el tramo rural comprendido entre la intersección con la Ruta Y-905, sector seno Lauta, abarca alrededor de 3 kilómetros hasta el actual Aeródromo Guardiamarina Zañartu.



Foto 1: Km 0,270 Muro verteolas (2017)



Foto 1: Pavimentación sector puente Los Alamos (2017)



Foto 3: Km 3,600 Camino al Aeródromo (2 de agosto 2017)

En la Villa Ukika viven cerca de 70 descendientes yaganas o yamanas. Según señal de información de la Dirección de Vialidad, en Villa Ukika viven 51 descendientes

de los antiguos chilenos. Señal que aparece en la Foto 11 del presente trabajo.



Foto 4: Villa Ukika en Km 0,210

La cultura Yagan tiene una antigüedad de más de 6.000 años. Fueron los cazadores marítimos más australes del mundo, quienes habitaron por más de 6.000 años la región comprendida entre la costa sur de la Isla Grande de Tierra del Fuego y el archipiélago Cabo de Hornos. Indígenas canoeros o nómades marinos, se llamaron a sí mismos yámanas, palabra que significa “ser humano”. Se caracterizaron por sobrevivir en uno de los climas más inhóspitos del mundo, dedicándose especialmente a la caza de nutrias y lobos marinos.

El proyecto Vial se divide en 2 tramos:

**I. El tramo urbano** de una longitud de 2.520 m., comprendido entre el sector de Villa Ukika hasta el sector del Club de Yates Micalvi, se desarrolla por el borde costero y presenta una carpeta de rodado granular en regular estado, presenta además sectores con algún tipo de obras de protección existiendo un puente de madera en el tramo llamado Puente Ukika. Por otro lado, el camino presenta obras de saneamiento longitudinal y también ductos de aguas servidas de propiedad de la Armada, las cuales desaguan transversalmente al mar. Existen colectores de aguas servidas en algunos tramos del camino. Este tramo del camino colinda con el sector poblado de Villa Ukika, comunidad civil, industrial, portuaria de Williams, así como con instalaciones de la Armada de Chile y da acceso a los principales muelles de la isla, muelle Guardián

Brito y Arturo Prat. Respecto al perfil transversal, éste presenta un ancho de calzada promedio de 7 m., bidireccional, compuesta por una carpeta de rodado granular entre soleras y aceras para peatones en ambos lados. Respecto de los servicios, presenta postación eléctrica y de iluminación en ambos costados del camino. En algunos sectores tiene construidos sumideros y colectores.

**II. El tramo rural** comprendido entre la intersección con la Ruta Y-905, sector Seno Lauta, abarca alrededor de 3 Km hasta el Aeródromo Guardiamarina Zañartu, con carpeta de rodado granular en regular estado con un ancho variable que va desde los 4 m. en sus inicios, a los 6 m. en el sector próximo al Aeródromo. Dentro de las obras relevantes que caracterizan a este sector está la presencia del Puente Los Álamos, construido entre los años 2007 y 2008, estructura que no deberá ser ampliada ni rediseñada.

Es importante señalar que la Isla Navarino destaca por la riqueza de su patrimonio arqueológico, el que forma parte integral de las características del paisaje de la comuna, con una costa inundada por montículos de conchas (conchales) y vestigios arqueológicos de diversa antigüedad, lo que llevó a la Unesco a postularla como Reserva de la Biosfera.

Dada la importancia que reviste este patrimonio ambiental y arqueológico, se consideró pertinente desarrollar - dentro del Estudio de Ingeniería - una Línea Base Arqueológica

Por situarse esta obra pública en una isla, la gran mayoría de la mano de Obra y la gran cantidad de los materiales de construcción deben ser traídos desde Punta Arenas en barcaza o en avión, con los costos asociados. Con el nuevo pavimento los usuarios dispondrán de un camino con mejor Seguridad Vial, y con una vida útil estimada en 20 años.

A continuación, en foto 5 se entrega el perfil Tipo 2 del pavimento de hormigón.

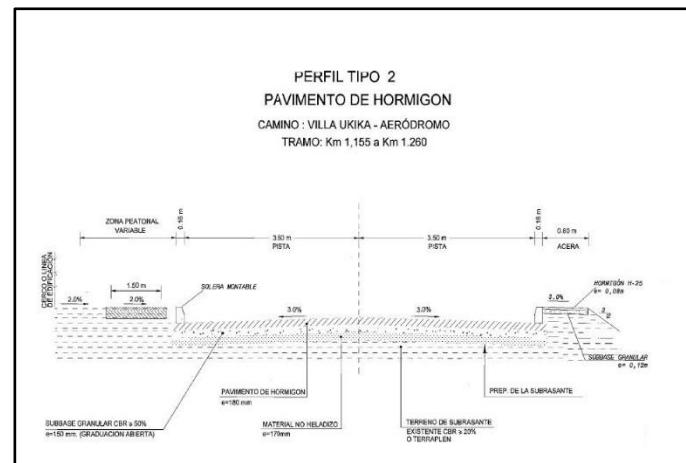


Foto 5: Perfil Tipo 2, Ancho de calzada de 7 metros.

## EL PUENTE UKIKA

El proyecto se inicia unos pocos metros antes del puente Ukika, que se encuentra a la entrada de la Villa Ukika. El puente existente de 18 m de longitud construido con 2 vigas de acero, piso de madera colocado sobre 2 estribos de hormigón y con un ancho de calzada de 3,5 m unidireccional, en el proyecto es reemplazado por un puente moderno con capacidad HS20-44 + 20%, de 8 m de calzada, bidireccional, con 4 vigas de acero y losa colaborante, sin restricciones, salvo las impuestas por el DFL 158 de 1980 para el tránsito de vehículos de carga pesada.

A continuación se entregan fotografías del puente antiguo y avances en los trabajos del nuevo puente.

## PUENTE UKIKA ANTIGUO



Foto 6. Entrada al puente en dirección a Puerto Williams. (2017)



Foto 7. Perfil puente Ukika reemplazado. (2017)

### PUENTE UKIKA NUEVO



Foto 8: Nuevo puente Ukika con sus vigas colocadas y estribos terminados. (2017)

En la foto anterior se utiliza una pasada provisoria y el puente Antiguo ya no aparece.

En la foto 9, a continuación, se muestra un esquema del puente que reemplazó al antiguo puente Ukika.

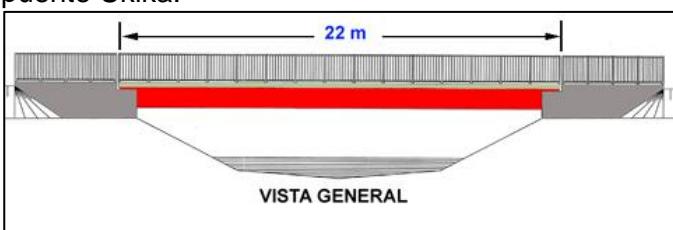


Foto 9: Vista general puente Ukika Nuevo.

### FOTOGRAFÍAS DE VILLA UKIKA



Foto 10: Km 0,200 Villa Ukika el 12 de septiembre de 2017

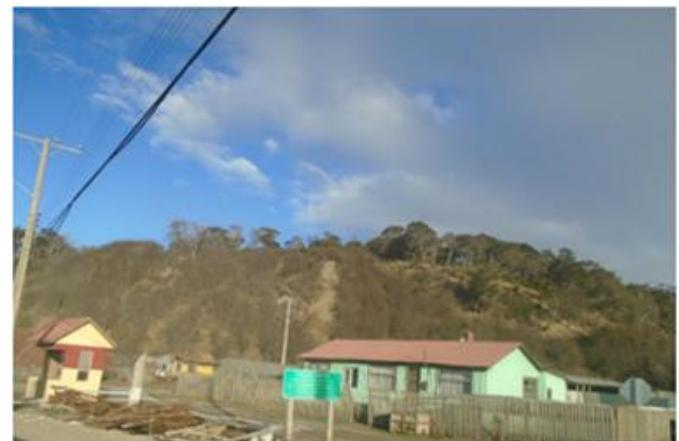


Foto 11: Km 0.210 Villa Ukika el 12 de septiembre de 2017.



Foto 12: Km 0.150 Villa Ukika desde el puente, 2017.

### VEGETACIÓN:

Las formaciones silvestres más frecuentes son los bosques de arbustos de *Chiliotrichium diffusum* *Festuca gracillima* (mata verde, coirón). Se ubica en sectores planos y de lomaje, y cualquiera de las dos especies mencionadas puede ser la especie dominante. El estrato arbustivo tiene generalmente una altura de 0,5 a 1 m. En la composición del tapiz herbáceo participan también tales como: *Rhytidosperma virescens*, *Trisetum spicatum*, *Descampsia flexuosa* y *Festuca magellanica*, entre otras.

Otra formación vegetal común lo presenta los Brezales de *Empetrum rubrum* (murtilla). Corresponde a un matorral rastrero. El tapiz herbáceo es muy ralo y a menudo discontinuo.

En el área plana cercanas al nivel del mar está presente la *Baccharis magallánica*. A mayor altitud la *Bolax gummifera* adquiere importancia en la comunidad, dando un

aspecto montículo muy característico a este tipo de vegetación. El porcentaje de suelo descubierto de vegetación es generalmente alto, superando a veces el 60%.

La turba es otra formación vegetal importante en la comuna que cubre grandes superficies.

Los principales tipos forestales presentes naturalmente en los bosques de la comuna son: La Lenga, el Coigüe de Magallanes (amenazado por Castor desde Norteamérica). Estos bosques comprenden una importante superficie de bosques de protección.

### LA IZQUIERDA Y LA DERECHA UNIDAS JAMÁS SERÁN VENCIDAS

Nicanor Parra

Poeta y profesor de Matemáticas y Física graduado en la Universidad de Chile, nació en San Fabián de Alico cerca de Chillán, el 5 de Febrero de 1914, falleció a los 103 años, el 23 de enero de 2018 en la Reina, Santiago de Chile

El título de este artículo corresponde a uno de los artefactos más conocidos de Nicanor Parra que publicó en el Año 1972 junto a otros 242 artefactos.<sup>15</sup>

Entre sus actividades más destacadas, está la de haber sido profesor en la Escuela de Ingeniería de la Universidad de Chile. Todo un desafío, sin duda, para entregar una cátedra de literatura y/o un taller literario a los estudiantes de ingeniería.

Porqué se destaca este artefacto, ¡muy simple!, pues la mayoría de los ingenieros que la citan en sus argumentaciones políticas, se sorprenden cuando se les explica que esta frase famosa, que juega con la ambigüedad, pertenece nada menos que al profesor de Matemáticas, Física y Literatura don Nicanor Parra.

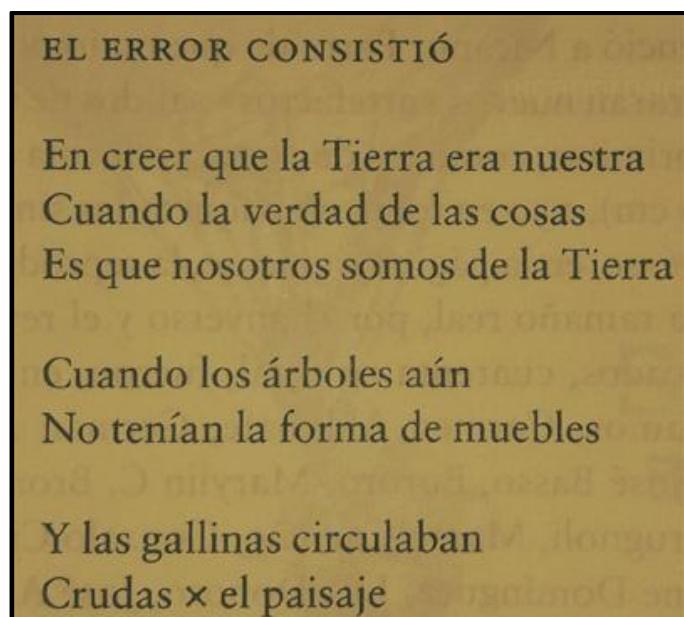
A continuación se entrega la tarjeta postal tal como la creó su autor y que corresponde al artefacto Nº 147.



Entre sus reconocimientos, están:

- El premio Nacional de Literatura en el Año 1969 (Chile)
- El premio Miguel de Cervantes, en el año 2011 (España)

A continuación un poema ecológico de Nicanor Parra:



<sup>15</sup> Nicanor Parra, Artefactos, Ediciones Nueva Universidad, Universidad Católica de Chile, Año 1972

# GLACIOLOGÍA

Raul Cisternas Novoa<sup>16</sup>  
Diego González Pavez<sup>17</sup>

## EL EQUIPO DE TRABAJO DE LA UNIDAD DE GLACIOLOGÍA Y NIEVES -UGN-

01. Jefe de Unidad, Gonzalo Barcaza S. (Geógrafo, PhD).
02. Analista de Red Glaciológica Diego Gonzalez P.(Ing. Civil Electrónico)
03. Analista de Red Glaciológica Jorge Huenante G.(Ing. Electrónico, MSc)
04. Analista de Estudios Glaciológicos Raul Cisternas N. (Ing. Civil Hidráulico)
05. Analista de Estudios Glaciológicos Javier Valdés C. (Geógrafo, MSc)
06. Analista de Estudios Glaciológicos Franco Buglio S. (Geólogo)
07. Asistente Administrativo, Juan C. Eyzaguirre (Técnico)

## INTRODUCCIÓN

- Debido a la importancia de los glaciares como indicadores del cambio climático, en 2008 fue creada la Unidad de Glaciología y Nieves en la Dirección General de Aguas (DGA), para iniciar un programa glaciológico nacional tendiente a inventariar, estudiar y monitorear glaciares a lo largo del país.
- Los esfuerzos del Estado apuntan a la implementación gradual de un sistema de monitoreo que permita conocer, por zonas glaciológicas, la respuesta presente y futura de los glaciares al calentamiento global. Para esto se han seguido las recomendaciones del Global Terrestrial Network for Glaciers (GTN-G), y sus 4 objetivos principales: i) comprender procesos según zonas glaciológicas y glaciares piloto en combinación con mediciones tradicionales y sensores remotos; ii) detección de cambios glaciares (variaciones recientes, tasa de cambio, tendencias de aceleración, patrones de cambio); iii) validación de modelos

(derretimiento, balance de energía, hidrológicos); y iv) estimación de impactos en recursos hídricos.

- Para comprender los procesos por zonas glaciológicas fue necesario diseñar y construir una red de monitoreo glaciometeorológico (RGM) con la cual cuantificar las variables esenciales del clima (ECVs) relativas a los procesos que determinan el estado actual de los glaciares. La red pretende cuantificar variables que permitirán establecer una base de datos cuantitativa a nivel regional y local en términos de precipitación y temperatura del aire.
- La acumulación nival (precipitación) y el derretimiento de nieves y glaciares determinan el balance de masa y la respuesta de los glaciares a las condiciones meteorológicas, los que se expresan en cambios de elevación en la superficie de los glaciares (adelgazamiento y/o engrosamiento) y cambios de geometría (área y largo) de los glaciares.
- En base al inventario de glaciares se instrumentó una serie de glaciares representativos a nivel nacional, con el objetivo de cuantificar tendencias de largo plazo; reducir la incertidumbre instrumental mediante estaciones estandarizadas en términos de diseño y cuantificar los errores de medición asociados, considerando los siguientes principales criterios: i) grandes complejos de hielo y/o grupos montañosos, al sur de la Diagonal Árida; ii) micro-cuenca glaciarizadas de altura (>4000 m snm); iii) transectas oeste-este y en el interior de ambos campos de hielo (norte y sur); y iv) posibilidades logísticas, mantención y seguridad en operación.

Para el último trimestre del 2018 existirán en funcionamiento 30 estaciones fijas y 8 estaciones móviles sobre glaciares a nivel nacional. Del total, actualmente en Patagonia existen 9 estaciones fijas de entorno en ambos Campos de Hielo; 3 estaciones en la zona de acumulación (plateau); y 2 estaciones móviles ubicadas en las áreas de ablación de los glaciares Exploradores (Hielo Norte) y Tyndall (Hielo Sur).

- Los grandes glaciares de Patagonia constituyen un desafío científico y técnico de orden superior, por lo que su monitoreo no está asociado a una reserva hídrica que sea aprovechable en una cuenca, sino que su importancia científica se relaciona con el cambio climático y el aumento del nivel del

<sup>16</sup> Raul Cisternas Novoa, es Ingeniero Civil Hidráulico, se desempeña en La Unidad de Glaciología y Nieves de la Dirección General de Aguas.

<sup>17</sup> Diego González Pavez es Ingeniero Civil Electrónico, se desempeña en La Unidad de Glaciología y Nieves de la Dirección General de Aguas.

mar. Sólo los glaciares orientales contribuyen a las grandes cuencas del Baker, Pascua y Serrano (Torres del Paine).

- La contribución de los glaciares al nivel del mar requiere la distinción entre las sábanas de hielo (Antártica y Groenlandia) de los glaciares de montaña no-polares, en términos de contribución por derretimiento (sea-level rise) y el volumen de hielo (sea-level equivalent) que potencialmente podría contribuir. Los glaciares chilenos se encuentran entre los glaciares de montaña no-polares, y que en conjunto tienen la potencial contribución de aumentar el nivel del mar en 0,41 m (41 cm).
- La mayor desintegración y retroceso de glaciares de Chile ha sido observada en Patagonia, donde condiciones locales asociadas a la profundidad de los fiordos/lagos que contienen dichos glaciares proporcionarían mayor o menor condición de inestabilidad/estabilidad según su flotación (grounding line). De hecho, los glaciares de Patagonia tienen una mayor contribución al nivel del mar por unidad de área que los glaciares de Alaska (x1.5).
- Aunque el balance de masa de los glaciares patagónicos es una gran incógnita que se está estudiando con la RGM, la mayor incertidumbre la constituye la descarga de hielo de los glaciares efluentes con frentes desprendentes en lagos y fiordos. Un glaciar que termina en un fiordo o lago se caracteriza por una pared de hielo del cual se desprenden témpanos según su velocidad de calving ( $U_c$ ). El espesor total del glaciar ( $H$ ) flota en el cuerpo de agua desde la línea de conexión entre el hielo y el lecho rocoso, lo que implica una pared de hielo visible sobre el cuerpo de agua ( $h$ ); y una parte sumergida ( $Z_h$ ). La pérdida de masa en un glaciar que termina en un fiordo o lago depende de su velocidad glacial en el frente terminal ( $U_c$ ) y cambios frontales de su pared ( $dL/dt$ ), en relación con la profundidad de la columna de agua que lo contiene ( $D_w$ ).

Si bien la DGA ha avanzado en esta temática, cuantificar la dinámica del calving requiere un monitoreo particular que considere: i) determinación de altura de la pared del glaciar mediante escáner láser terrestre (LiDAR); ii) modelo digital de elevación mediante LiDAR; iii) medición de velocidad glacial mediante cámaras fijas; iv) medición de batimetría del cuerpo de agua.

## PRINCIPALES LOGROS AL 2018

- Realización de 27 estudios técnicos y levantamientos específicos de información glaciológica (inspección técnica).
- Inventario y variaciones recientes de glaciares en Chile, incluyendo una actualización al 2015 de 98 complejos de hielo (32% del área glaciarizada). Esta versión actualizada estará disponible el segundo semestre de 2018.
- Levantamientos base en 50 glaciares con topografía superficial y espesor de hielo (2009 – 2015) para estimaciones de reserva hídrica y balance de masa geodésico.
- Balance de masa geodésico en 25 grandes glaciares usando altimetria aérea láser.
- Construcción red glacio-meteorológica:
  - 30 estaciones glacio-meteorológicas fijas estandarizadas, para glaciología y cambio climático incluyendo en cuencas glaciarizadas de altura
  - 9 estaciones móviles sobre glaciares durante época estival para medir derretimiento y balance de energía
  - 8 estaciones de descarga de agua en micro-cuencas glaciarizadas: Tapado, Termas del Plomo, San Francisco, Mocho-Choshuenco, Monte Tronador, Exploradores (destruida por evento meteorológico, será reemplazada), Tyndall (2).
- Campo de Hielo Norte, 2009 – 2014: instalación de infraestructura de soporte (refugios); mediciones terrestres y aéreas; campaña invernal a la zona de acumulación.
- Campo de Hielo Sur, 2014 – 2016: línea base integral, 13 estaciones + 3 refugios de 2 cápsulas c/u); campañas aéreas a la zona de acumulación.
- Innovación tecnológica: i) radar de penetración de terrestre para hielo temperado (2015); ii) escáner láser terrestre (2016/17); iii) transmisión de datos con sistema Iridium (2014); iv) ecosonda marina para mediciones batimétricas.
- Implementación de monitoreo de descarga de témpanos en 6 grandes glaciares efluentes de Patagonia (medición con láser en pared de hielo, batimetría en columna de agua y fotogrametría terrestre para flujo).
- Estudio glaciológico específico en glaciar Glaciar García, Campo de Hielo Sur: estructura, flujo y morfología (2016 – 2018)

## PRINCIPALES DESAFÍOS 2018 – 2022

- Sistematización de datos en módulo SNIA para análisis glaciológico integrado (balance de masa, energía e hídrico).
- Informe técnico y publicación de balances de masa geodésicos utilizando altimetría aérea láser (2009 – 2015).
- Informe técnico y publicación de balances de energía utilizando estaciones meteorológicas portátiles (2012 – 2018).
- Informe técnico y publicación de estimaciones de volúmenes de hielo equivalente en agua y modelación de topografía subglacial 3D integración altimetría aérea láser y radar de penetración terrestre (GPR).
- Informe técnico y publicación que permitirá estimar el sesgo en la captura de nieve y agua/nieve, asociado a la turbulencia, empleando diferentes configuraciones de pantallas aquietadoras de viento alrededor de pluviómetros de la red.
- Informe técnico y publicación que permitirá evaluar la influencia de la inclinación de un radiómetro en el registro de radiación de onda corta y onda larga incidente.
- Adquisición de radar de penetración terrestre (GPR) aerotransportado para estimar volúmenes de hielo en glaciares de la zona Central en alta resolución espacial.
- Mantención de estaciones meteorológicas de entorno y altura.
- En Patagonia, campaña Glaciológica Anual a la Meseta Norte desde Villa O'Higgins
- Determinación de la tasa de calving (descarga de témpanos) en 6 glaciares piloto (San Rafael, Nef, Colonia, O'Higgins, Tyndall, García).
- Conectividad de la meseta Norte de Campo de Hielo Sur mediante motos de nieve entre fiordo Témpanos y lago O'Higgins: *hut-to-hut*
- Mediciones de espesor con radar aéreo en Plateau Sur de Campo de Hielo Sur (Andrew - Balmaceda)
- Consolidación ruta terrestre y lacustre Villa O'Higgins – Glaciar O'Higgins:
- Construcción de refugio de inicio en Península Nahuelcar e intermedio
- Construcción de refugio de inicio en fiordo Témpano
- Construcción de base en Nunatak O'Higgins sobre el Plateau (módulo central de ~100 m<sup>2</sup>)

## ESTUDIOS UGN (2008 - 2018)

Desde la creación de la Unidad se han desarrollado una variedad de estudios

glaciológicos, estos estudios fueron solicitados y supervisados por funcionarios de la UGN.

01. Manual de Glaciología (Geoestudios, 2008).
02. Dinámica de cobertura nival entre las cuencas de los ríos Copiapó y Pretohue utilizando imágenes satelitales (UC Geografía, 2008).
03. Investigaciones y escorrentía de deshielo en la cuenca alta del río Aconcagua. Aplicación de modelos de simulación nival y de pronóstico de volúmenes de deshielo (U. de Chile, 2008).
04. Bases para la obtener un balance Glaciológico e Hídrico del glaciar Nef, CHN y catastro de glaciares en algunas cuencas de la zona central y sur del país (CECs, 2008).
05. Estimaciones de volúmenes de hielo mediante sistemas de radar para usos glaciológicos en el norte chico y zona central de Chile y mediciones glaciológicas en el glaciar Tyndall, CHS (U. de Magallanes, 2008).
06. Levantamiento lidar del glaciar La Paloma (Digimapas, 2008).
07. Identificación de glaciares de roca, glaciología teórica y factibilidad de creación de nuevos glaciares (Geoestudios, 2008).
08. Radio Eco Sondaje en la cuenca del río Maipo y mediciones glaciológicas en el glaciar Tyndall, CHS (U. De Magallanes, 2009).
09. Estrategia nacional de glaciares (CECs, 2009).
10. Levantamiento LIDAR de los gl Echaurren Norte y San Francisco (Terraremove, 2009).
11. Investigación de los nivoglaciares en algunas cuencas de los ríos Aconcagua, Maipo y Rapel; y estimación de los efectos del cambio climático (U. de Chile, 2010).
12. Catastro, exploración y estudio de glaciares en Chile Central (Geoestudios, 2010).
13. Levantamiento Aerotransportado y Topografía superficial en Campo de Hielo Norte (SAF, 2010).
14. Dinámica de glaciares de roca en el Chile semiárido (U. Católica, 2010).
15. Levantamiento LIDAR de los gl Universidad y Juncal (Terraremove, 2011).
16. Levantamiento Láser Aerotransportados de los glaciares Cipreses, Cortaderal y Palomo, cuenca del Río Cachapoal (Terraremove, 2011).
17. Variaciones recientes de glaciares en Chile (CECs, 2011).
18. Estimación en volumen en glaciares de la zona Central (CECSs, 2011).

19. Caracterización y monitoreo de glaciares rocosos en la cuenca del Río Elqui y balance de masa del glaciar Tapado (CEAZA, 2011-2012)
20. Variaciones recientes de glaciares en respuesta al Cambio Climático características glaciológicas de los glaciares San Rafael, Nef y Colonia, Campo de Hielo Norte (CECs, 2011).
21. Plan de acción para la conservación de glaciares ante el cambio climático bid (EVK2 CNR, 2011)
22. Levantamiento Láser y Topografía superficial de Glaciares en Chile (Digimapas, 2012).
23. Estimación de volúmenes de hielo mediante radio eco sondaje en chile central (CECs, 2012).
24. Modelación del balance de masa y descarga de agua en los glaciares de Chile Central (U. de Chile 2012).
25. Modelo digital de elevaciones chn utilizando altimetría Láser e imágenes satelitales (Digimapas, 2013).
26. Implementación del nivel 2 estrategia nacional de glaciares (Geoestudios, 2013).
27. Modelación del balance de masa y descarga de agua en glaciares del norte chico y chile central (CEAZA, 2015).
28. Caracterización física del manto nival en campo de hielo norte en base a mediciones de GPR terrestre (Geoestudios, 2014).
29. Estimación de volúmenes de hielo mediante sondajes de radar en zonas norte, centro y sur del pais (Geoestudios, 2014).
30. Libro Glaciares de Chile (2014)
31. Caracterización glacioquímica de elementos traza en muestras de nieve (CETAM-UTFSM, 2014).
32. Modelos digitales de elevación (centro-norte) (Digimapas, 2015).
33. Topografía superficial centro-sur (2015)
34. Modelación del Balance de masa y descarga de agua en glaciares del norte chico y Chile Central (CEAZA, 2015)
35. Línea de base glaciológica del sector norte de campo de hielo sur glaciares jorge montt, témpano y O'Higgins (CECs, 2016).

## INVENTARIO NACIONAL DE GLACIARES

En Chile, el Inventario Público de Glaciares corresponde al catastro o registro de masas de hielo a cargo de la Unidad de Glaciología y Nieves (UGN) de la DGA, dependiente del Ministerio de Obras Públicas, el que se encuentra disponible en su sitio web. La UGN tiene como objeto

establecer un programa glaciológico nacional, tendiente a realizar dicho inventario e implementar una red de monitoreo de glaciares en diferentes zonas geográficas del país. La última actualización del inventario oficial corresponde al año 2014. Se espera una versión actualizada a imágenes del año 2015 para el segundo semestre del año 2018.

En el inventario DGA se abordan un total de 24.114 glaciares inventariados, distribuidos en las 4 macrozonas glaciológicas definidas para el territorio nacional, abarcando un área total de 23.641 km<sup>2</sup>. El área por zona es de 180,2 km<sup>2</sup> para la macrozona norte; 854,6 km<sup>2</sup> para la macrozona centro; 927,2 km<sup>2</sup> para la macrozona sur y 21.679 km<sup>2</sup> para la macrozona austral.<sup>18</sup>

Los glaciares inventariados tienen áreas que van desde 0,0017 km<sup>2</sup> hasta 1.241 km<sup>2</sup>, en el caso del glaciar Pío XI.

Los glaciares identificados en el inventario se ubican desde la cota 0 msnm, como es el caso de los glaciares efluentes de Campo de Hielo Sur, cuyos frentes terminan en el mar, y los 6.857 msnm en el caso del glaciarete ubicado en la zona del Nevado Ojos del Salado en la región de Atacama.

El inventario cuenta con una representación SIG de público acceso, disponible gratuitamente en la web DGA.<sup>19</sup>

## ESTACIONES METEOROLÓGICAS AUTOMÁTICAS FIJAS (EMAF)

A la actualidad se han construido un total de 30 estaciones meteorológicas fijas, estas estaciones están ubicadas en zonas cercanas a glaciares y estas estaciones están encargadas de la medición de variables esenciales del clima. Las variables medidas son las siguientes:

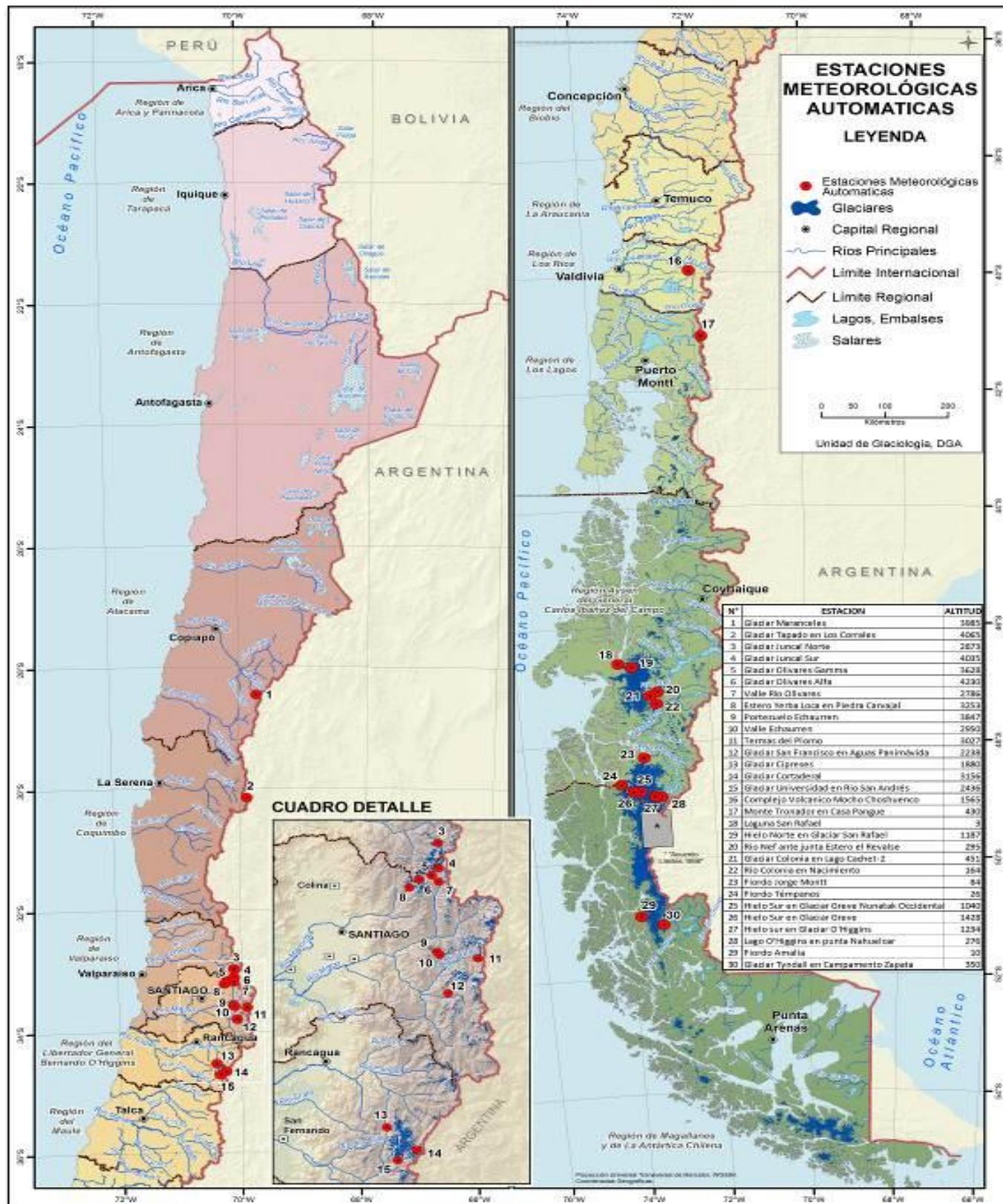
- Temperatura del Aire
- Humedad relativa del Aire
- Dirección del Viento
- Velocidad del Viento
- Presión Atmosférica
- Radiación Solar Onda Corta
- Radiación Solar Onda Larga
- Precipitación

<sup>18</sup> <http://www.dga.cl/atlasdelagua/Paginas/default.aspx>

<sup>19</sup> <http://www.dga.cl/productosyservicios/mapas/Paginas/default.aspx>

**Tabla 1. Nombre y ubicación 30 estaciones meteorológicas Fijas de la UGN.**

Estación	Coordenadas UTM			Huso
Glaciar Maranceles	429200.00	6851957.00	3985.00	19
Glaciar Tapado en Los Corrales	414969.27	6663682.47	4065.00	19
Glaciar Juncal Norte	395787.00	6350596.00	2873.00	19
Glaciar San Francisco en Aguas Panimávida	400885.43	6259037.35	2238.00	19
Glaciar Olivares Alfa	386439.00	6328240.00	4230.00	19
Glaciar Juncal Sur	396269.00	6335124.00	4035.00	19
Glaciar Olivares Gamma	392499.75	6330784.03	3628.00	19
Valle Río Olivares	396152.00	6326987.00	2786.00	19
Estero Yerba Loca en Piedra Carvajal	381277.67	6323409.21	3253.00	19
Termas del Plomo	415923.00	6280296.00	3027.00	19
Portezuelo Echaurren	395237.58	6284226.60	3847.00	19
Valle Echaurren	396980.00	6282332.00	2950.00	19
Glaciar Cipreses	369927.00	6177477.00	1880.00	19
Glaciar Universidad en Rio San Andrés	375541.60	6157306.25	2436.00	19
Glaciar Cortaderal	384899.00	6163852.00	3156.00	19
Complejo Volcánico Mocho Choshuenco	751268.00	5573487.00	1565.00	18
Monte Tronador en Casa Pangue	258284.00	5448799.00	430.00	19
Laguna San Rafael	586316.40	4834401.49	3.00	18
Hielo Norte en Glaciar San Rafael	607509.00	4826718.00	1187.00	18
Rio Nef ante junta Estero el Rebalse	644827.15	4777508.21	295.00	18
Glaciar Colonia en Lago Cachet-2	632077.12	4770868.75	451.00	18
Rio Colonia en Nacimiento	641562.80	4754793.07	164.00	18
Fiordo Jorge Montt	614318.00	4654367.00	84.00	18
Lago O'Higgins en Punta Nahuelcar	636610.00	4578537.00	276.00	18
Fiordo Témpanos	574456.86	4605141.31	26.00	18
Hielo Sur en Glaciar Greve	604045.01	4590046.72	1428.00	18
Hielo Sur en Glaciar Greve Nunatak Occidental	593668.90	4590316.89	1040.00	18
Hielo sur en Glaciar O'Higgins	626445.82	4579503.82	1234.00	18
Fiordo Amalia	586491.00	4353632.00	10.00	18
Glaciar Tyndall en Campamento Zapata	620215.44	4335749.99	350.00	18



**Fig. 1.** Ubicación de estaciones meteorológicas fijas de la UGN.



**Fig 2.** Estación Meteorológica Fija en Glaciar Universidad.



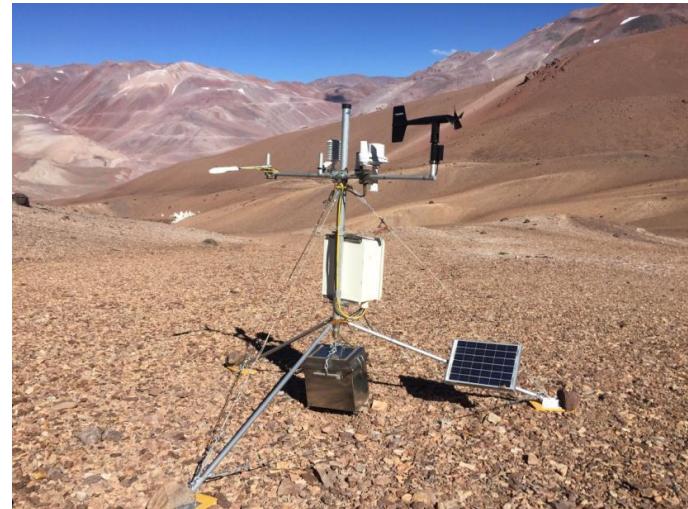
**Fig 3.** Estación Meteorológica Fija en Glaciar Cortaderal.

### ESTACIONES METEOROLÓGICAS AUTOMÁTICAS MÓVILES (EMAM)

En la actualidad, la UGN posee 8 estaciones meteorológicas móviles (trípodes). Estas estaciones están ubicadas en zonas sobre el hielo del glaciar y se encargan de la medición de variables meteorológicas sobre glaciares para realizar balances de energía. Estas estaciones son instaladas al comienzo de la época estival y retiradas al comenzar las nevadas anuales, son complementarias a las estaciones meteorológicas fijas. Las variables medidas son las siguientes:

- Temperatura del Aire
- Humedad relativa del Aire
- Dirección del Viento
- Velocidad del Viento
- Presión Atmosférica
- Radiación Solar Onda Corta (incidente y reflejada)
- Radiación Solar Onda Larga (incidente y reflejada)

Estas estaciones en generalmente se instalan sobre los glaciares: Tapado, Bello, Yeso, Pirámide, San Francisco, Echaurren, Exploradores, Tyndall.



**Fig 4.** Estación meteorológica móvil Glaciar Tapado (sobre cubierta de detritos).



**Fig 5.** Estación meteorológica móvil Glaciar San Francisco (sobre nieve).

### ESTACIONES GLACIOLÓGICAS

La UGN ha construido, a través de los años, un total de 4 Estaciones Glaciológicas ubicadas sobre los Campos de Hielo Patagónicos. Cada una de estas estaciones Glaciológicas está compuesta por una Estación Meteorológica Automática Fija (EMAF) y dos módulos habitacionales (refugios). Estas estaciones permiten realizar campañas de mediciones glaciológicas por períodos cortos sobre los Campos de Hielo.

#### Estación Glaciológica Glaciar San Rafael (EGGSR)

La EGGSR está ubicada en la meseta de Campo de Hielo Norte, específicamente en las coordenadas 607.509 mE, 4.826.718 mS (UTM WGS84, Huso 18). La componen dos módulos

habitacionales de 18 m<sup>2</sup> cada uno y posee una EMAF denominada Hielo Norte en Glaciar San Rafael.

Actualmente, se encuentra pendiente la instalación de un tercer módulo con forma de iglú con 3,1 m de diámetro. Este módulo fue adquirido por la UGN, pero se encuentra en Coihaique a la espera de su instalación.



**Fig. 6. Estación Glaciológica Glaciar San Rafael.**

#### **ESTACIÓN GLACIOLÓGICA GLACIAR O'HIGGINS (EGGOH)**

La EGGOH está ubicada en la parte norte de Campo de Hielo Sur, específicamente en las coordenadas 626.414 mE, 4.579.511 mS (UTM WGS84, Huso 18). Está compuesta por dos módulos habitacionales de 18 m<sup>2</sup> cada uno y posee una EMAF denominada Hielo sur en Glaciar O'Higgins.



**Fig. 7. Estación Glaciológica Glaciart O'Higgins.**

#### **ESTACIÓN GLACIOLÓGICA GLACIAR GREVE (EGGGR)**

La EGGGR está ubicada en la parte norte de Campo de Hielo Sur, específicamente en las coordenadas 604.108 mE, 4.590.255 mS (UTM WGS84, Huso 18). Está compuesta por dos módulos habitacionales, uno de 18 m<sup>2</sup> y el otro de 12 m<sup>2</sup>, y posee una EMAF denominada Hielo sur en Glaciar Greve.



**Fig. 8. Estación Glaciológica Glaciar Greve.**

#### **ESTACIÓN GLACIOLÓGICA GLACIAR GREVE NUNATAK OCCIDENTAL (EGGOC)**

La EGGGR está ubicada en la parte norte de Campo de Hielo Sur, específicamente en las coordenadas 593.668 mE, 4.590.316 mS (UTM WGS84, Huso 18). Está compuesta por dos módulos habitacionales, uno de 18 m<sup>2</sup> y el otro de 12 m<sup>2</sup>, y posee una EMAF denominada Hielo Sur en Glaciar Greve Nunatak Occidental.



**Fig. 9. Estación Glaciológica Glaciar Greve Nunatak Occidental.**

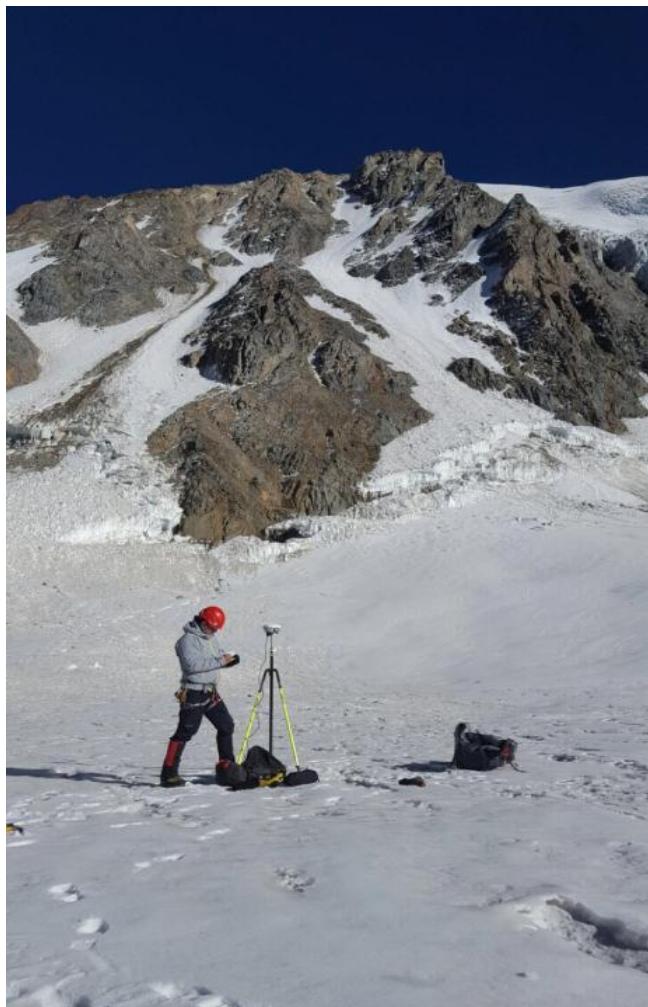
## MÉTODOS E INSTRUMENTACIÓN

### GPS Diferencial (DGPS)

El método de medición mediante GPS diferencial permite medir con una alta precisión un punto sobre el terreno. Con este método es posible realizar mediciones puntuales (puntos) o mediciones continuas (rutas).

La UGN utiliza estos instrumentos principalmente para detectar variaciones superficiales en glaciares (cambios de elevación); la información se puede utilizar en combinación con información generada por otros instrumentos, como ecosonda, laser o radar de penetración.

Actualmente, la UGN cuenta con dos equipos DGPS, marca Trimble, modelo R6. Cada uno está compuesto por una antena base y una antena móvil que permiten hacer las mediciones en conjunto con una unidad de almacenamiento o colectora de datos.



**Fig. 10.** Medición DGPS de Baliza sobre glaciar Yeso (RM).

### RADAR DE PENETRACIÓN TERRESTRE (GPR)

El Radar de Penetración Terrestre (GPR) es una técnica geofísica bien aceptada en la actualidad. El método usa ondas de radio para el sondeo de "el suelo" que se refiere a cualquier material dieléctrico de bajas pérdidas. Inicialmente, el método fue aplicado a materiales naturales geológicos. Actualmente, el GPR es igualmente aplicado a una serie de otros medios como madera, hormigón, asfalto y hielo.

La forma más común de desplegar el GPR para realizar mediciones consiste en un transmisor y un receptor en una geometría fija, la cual puede ser movida sobre la superficie para la detección de las características de la subsuperficie. El método en glaciología puede ser aplicado sobre la superficie del glaciar o de forma aerotransportada. Este método permite estimar el espesor de hielo de los glaciares. Con esto se puede realizar una estimación del volumen de un glaciar específico.

Actualmente, la UGN posee un GPR de tipo comercial marca GSSI en conjunto con una antena con frecuencia central de 200 MHz. Este instrumento permite medir profundidades de hielo de hasta 20 metros con una alta resolución. Adicionalmente, la UGN posee un radar de marca Unmanned. Este instrumento posee tres juegos de antenas; la mas grande de ellas con frecuencia central de 2 MHz. Esta antena permite medir espesores de hielo de hasta 500m.

La UGN planea la adquisición de una radar aerotransportado (Fig. 13) para el segundo semestre del año 2018. Este instrumento permitirá realizar mediciones en grandes áreas sobre glaciares en poco tiempo.



**Fig. 11.** Mediciones GPR sobre glaciar en Campo de Hielo Sur.



**Fig. 12.** Mediciones GPR sobre glaciar en Campo de Hielo Norte.



**Fig. 13.** Mediciones GPR aerotransportado.  
Instrumento en proceso de adquisición por la UGN.

### LIDAR Terrestre

Es un instrumento que permite estimar con gran precisión la distancia desde el instrumento hasta la superficie del terreno, hasta una distancia de 6.000 m. Si la distancia se mide en un número alto de puntos a través del terreno, es posible entonces fabricar un Modelo de Elevación Digital (DEM, por sus siglas en inglés).

El instrumento Riegl VZ6000 es el único instrumento en el mercado que permite aplicar el método sobre hielo. Actualmente la UGN posee dos de estos instrumentos.



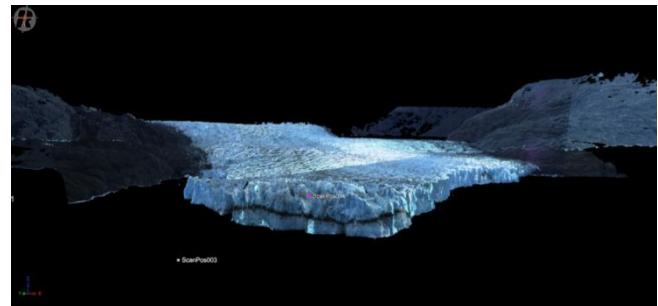
**Fig. 14a** LIDAR terrestre VZ6000, en mediciones de prueba en RM.



**Fig. 14b**



**Fig. 15.** LIDAR terrestre VZ6000, en mediciones UGN en Campos de Hielo Sur.



**Fig. 16.** Modelo en tres dimensiones resultante de la medición LIDAR, Glaciar O'Higgins (Aysén).

## CÁMARAS SECUENCIALES AUTOMÁTICAS

La utilización de cámaras automáticas de alta resolución para el monitoreo de glaciares permite observar eventos particulares en los frentes de glaciares u otras componentes del glaciar.

Generalmente, se utilizan de forma referencial, siendo programadas para la captura de una imagen diaria. Es así como al final de una temporada se puede construir una línea temporal de los movimientos que un glaciar realiza en períodos extensos de tiempo (ej. 1 año).

La fabricación de fotogramas con las imágenes obtenidas permiten generar secuencias del comportamiento de un glaciar.



**Fig. 17.** Camara secuencial automática instalada apuntando a la lengua de un glaciar en Campos de Hielo Sur.

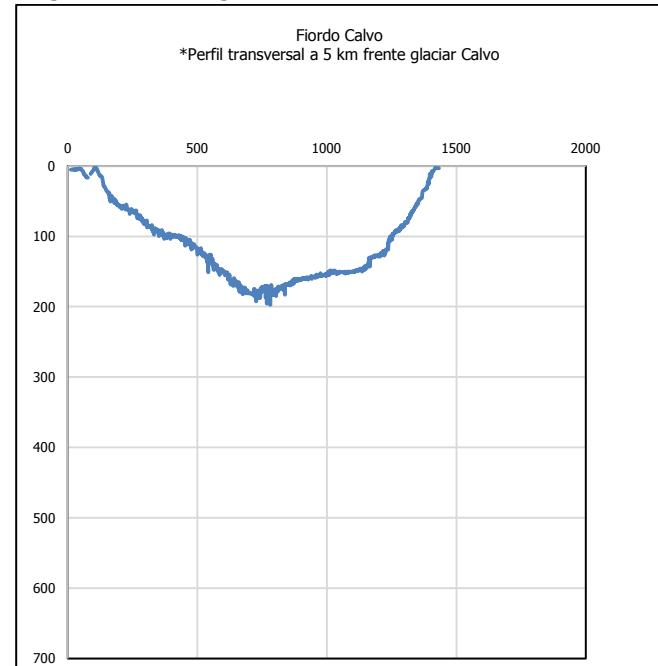
## ECOSONDA MONOHAZ

Las ecosondas monohaz tienen como objetivo principal el cálculo de la profundidad en un punto específico, pudiéndose instalar transductores de diversas frecuencias en función de las profundidades a las que se vaya a trabajar. La ecosonda puede ser empleada en un recorrido continuo, permitiendo trazar perfiles de profundidad.

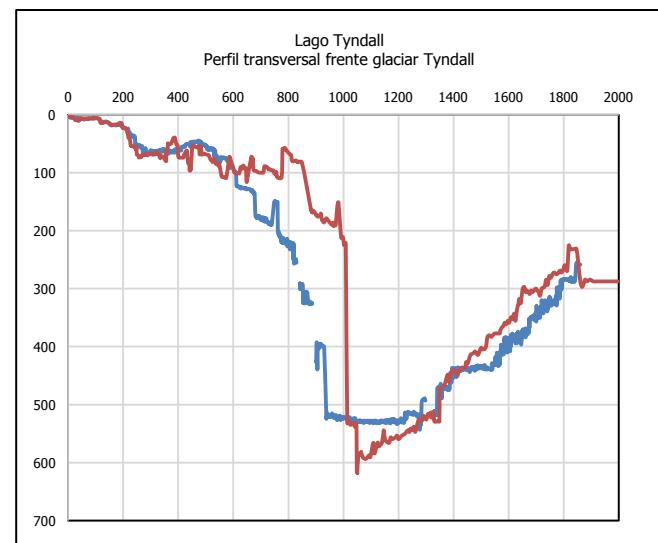
La UGN cuenta con una ecosonda que mide profundidades de hasta 400 m con un grado aceptable de precisión. En el contexto glaciológico, el empleo de la ecosonda favorece el estudio de la profundidad de los cuerpos de agua receptores de glaciares (lagos y fiordos) y, consecuentemente, ayuda a mejorar las comprensión de los procesos de “calving”, o

desprendimiento de grandes masas de hielo en los frentes terminales de los glaciares patagónicos.

En la **Fig. 18a y 18b** se muestran perfiles transversales levantados con la ecosonda monohaz, disponible en la UGN. Por su parte, la Figura 19 muestra el levantamiento batimétrico del lago O’Higgins, realizado con la ayuda de un bote tipo zodiac, disponible en la Dirección Regional de Magallanes.



**Fig. 18a.** Perfiles batimétricos en lago Tyndall y fiordo Calvo, Región de Magallanes.



**Fig. 18b.** Perfiles batimétricos en lago Tyndall y fiordo Calvo, Región de Magallanes.



**Fig. 19.** Levantamiento batimétrico en Lago O'Higgins (Vecindades del frente del glaciar homónimo).

#### MOLINETE HIDRÁULICO Y CONDUCTÍMETRO PARA REALIZACIÓN DE AFOROS

La UGN cuenta con un molinete hidráulico que permite realizar aforos puntuales para medición de caudal de deshielo. Sin embargo, en esteros de montaña con altos niveles de turbulencia su empleo no siempre es recomendado, por lo que, además, la UGN cuenta con un conductímetro que permite realización de aforos químicos que funcionan muy bien en regímenes turbulentos. Con estos equipos es posible construir las Curvas de Descarga en estaciones limnimétricas, obteniendo un registro continuo de caudales a partir del registro de alturas de escurreimiento.



**Fig 20.** Aforo con molinete hidráulico en estero Morales, afluente del glaciar San Francisco. Región Metropolitana.



**Fig. 21.** Conductímetro para realización de aforo químico.

#### COLEGIO DE INGENIEROS DE CHILE, A.G. MENSAJE DEL INGENIERO CIVIL: SR. ROLANDO TOLOZA NORAMBUENA

Santiago, 3 de diciembre de 2019

#### PRESENTACIÓN:

Nuestro distinguido ingeniero y amigo de años, miembro de la Asociación Nacional de Ingenieros de Obras Públicas, ANIOP, fue distinguido con el Premio Infraestructura Año 2019 que viene entregando el Colegio de Ingenieros de Chile A.G. desde el año 2003.

Para conocimiento de todos nuestros asociados de ANIOP, la revista "OPVS PVBLICVM" entrega las palabras dichas por nuestro asociado Ingeniero Civil Sr. Rolando Toloza Norambuena.

El galardón nos llena de alegría y esperanza pues Rolando Toloza Norambuena es además un activo funcionario al servicio del Bien Público.

#### SALUDOS:

Sr. Presidente del Colegio de Ingenieros de Chile Ingeniero Arturo Gana de Landa, Sr. Presidente de la Comisión de Infraestructura Pública Ingeniero Germán Millán Pérez, Sr. Director de Vialidad (S) Ingeniero Mario Anguita M., Sres. Ex Directores de la Dirección de Vialidad, Sr. Presidente de la Asociación Nacional de Ingenieros de Obras Públicas Ingeniero Mario Maureira Frazier y su equipo directivo, Estimados amigos de la Dirección de Vialidad con los cuales hemos compartido desafíos – angustias y resultados (algunos buenos y otros), queridos miembros de mi familia, estimados amigos, miembros del Colegio, estimados invitados:

Inicio estas palabras agradeciendo a la Asociación NACIONAL DE INGENIEROS DE OBRAS PÚBLICAS, en particular a su Presidente Don Mario Maureira, y a los Ingenieros Erika Vélez P. y Manuel Carrasco, por haber llevado a cabo la postulación al PREMIO INFRAESTRUCTURA COLEGIO DE INGENIEROS DE CHILE, y por el interés, preocupación y aportes, para que el Colegio de Ingenieros decidiera distinguirme con el premio señalado.

Cuando me enteró de la postulación al PREMIO INFRAESTRUCTURA COLEGIO DE INGENIEROS DE CHILE, mi sentimiento fue de sorpresa; en efecto, al comparar los proyectos de infraestructura pública en los cuales he

participado con diversos proyectos materializados en nuestro país que para su materialización han superado numerosos desafíos en los distintas especialidades de la ingeniería, mi sorpresa se transformó en una interrogante: ¿cómo se ve desde afuera la dotación de infraestructura pública en un territorio que es el 14 % de la superficie nacional, con una población del orden del 0,6% del total y que quizás pudiera ser una preocupación marginal dentro del contexto nacional?

Una mirada retrospectiva permite señalar que un gran impulso en la dotación de infraestructura vial en la región de Aysén, se debió en gran medida a la división política administrativa implantada en la mitad de los 70' (se crearon las regiones), donde se generó un proceso de desconcentración lo cual se tradujo, entre otros, en la creación de las Direcciones Regionales de Vialidad. El primer Director Regional de Vialidad en la región de Aysén, fue el destacado Ingeniero Antonio Horvath K., quién fue el principal responsable para que después de 6 años de inteligente y esforzado trabajo se pudiera conectar Chaitén con Coyhaique a través de un camino de bajo estándar –el camino Austral–, se construyeron en esos 6 años 275 km; 63 km en la Región de Los Lagos donde el ejecutor fue el Cuerpo Militar del Trabajo y 212 km en la Región de Aysén que fueron ejecutados por empresas constructoras y en el entorno de Puyuhuapi con la participación directa de una organización alemana. En 1982 cuando se inauguró esta unión, Antonio Horvath y Don Augusto Grosse I. fueron distinguidos con una medalla al mérito por servicios distinguidos prestados a la nación; para el resultado alcanzado, los trabajos de exploración de Augusto Grosse y los reconocimiento y estudios que hicieron Antonio Horvath y su equipo fueron relevantes; a partir de eso nacieron los diseños realizados tanto directamente por la Dirección Regional de Vialidad como los que realizaron empresas consultoras, los proyectos y las ejecuciones de obras. Lo alcanzado en esos momentos fue de gran impacto para la provincia de Palena y la región de Aysén; se logró, tener una conectividad bimodal Región de Aysén – Región de Los Lagos.

Todo este resultado, dio impulso a la construcción del camino Austral desde Villa Cerro Castillo al sur, lográndose en el año 1988 que la ciudad

de Cochrane quedase conectada con Coyhaique, para lo cual fue necesario construir 175 km, un esfuerzo mixto en la construcción empresas constructoras y el Cuerpo Militar del Trabajo. Posteriormente se conectó Tortel y Villa O'Higgins. Así, paulatinamente se lograron nuevas uniones, con la construcción de camino transversales y una red complementarias, para tener en la actualidad en la región de Aysén la totalidad de los centros poblados conectados, (salvo la localidad de Melimoyu, poblamiento inducido en 1985). El camino Austral entre Puerto Montt y Puerto Yungay tiene 1070 km, y desde Puerto Yungay a Villa O'Higgins hay 100 km más un transbordo en el Fiordo Mitchell.

La construcción del camino Austral, es la cara más visible de la construcción de la red vial en la Provincia de Palena y la Región de Aysén, red compuesta por un camino longitudinal, por caminos transversales estructurantes y por una red complementaria; el objetivo, fue dotar de accesibilidad terrestre a todos los centros poblados del territorio y mejorar la conectividad con la Región de Los Lagos y por lo tanto con el centro del país.

Es interesante comentar que para la dotación de la infraestructura vial, frente a las exigencias establecidas para la inversión pública, fue necesario desarrollar una metodología de evaluación que representara la realidad del territorio resumida en la existencia de 35 centros poblados en la región de Aysén, bajo número de habitantes, pobladores dispersos en una gran superficie, actividades económicas incipientes, baja cobertura de servicios y por otro lado un territorio de gran importancia geopolítica y potenciales por desarrollar, y en lo que se refiere a camino todos emplazados en áreas montañosa. El desafío de dotar de infraestructura vial, tuvo que sortear exigencias homogéneas que tenían clara aplicabilidad entre La Serena y Puerto Montt, no así en territorios con las características señaladas precedentemente; por ello, desarrollamos una metodología poniendo el foco en el productor; este trabajo fue acogido por el organismo competente y así pudimos generar un programa de construcción de sendas de penetración.

En este desarrollo, es un dato que lo construido hasta principios de los 90' se hizo sin la existencia de una Ley Ambiental, y que una vez que se contó con Reglamento (1997(8)) los proyectos tuvieron que ajustarse a las exigencias. Esto ha sido relevante básicamente en los proyectos de mejoramientos (pavimentaciones). Hemos aprovechado la institucionalidad ambiental para paulatinamente resolver pasivos ambientales generados en la etapa de construcción de la red. Es pertinente señalar que del orden de un 50% del territorio de la región de Aysén pertenece al Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas por el Estado, y que del orden 90% de los territorios que pertenecen al SNASPE están desde Puerto Montt al sur. Esto a su vez explica el que se haya empezado a construir en la región el concepto de vía de belleza escénica, en parte bajo la influencia de resultados e iniciativas de los equipos de la Fundación Pumalín y por las demandas del sector Turismo que en particular han puesto a la Carretera Austral como uno de sus principales productos en la región de Aysén. En la actualidad, se está hablando de la Carretera Austral como la Ruta de los Parques, extendiéndola desde Puerto Montt al Cabo de Hornos en una concepción de Ruta bimodal.

A partir de la mitad de los 90', se instala la idea de empezar a pavimentar el camino Austral; en la región de Aisén en el año 90 solo estaba pavimentado el camino Puerto Chacabuco – Puerto Aysén – Coyhaique, para lo cual fue necesario construir el túnel El Farellón. Así se empieza a pavimentar desde Coyhaique hacia Balmaceda y el año 95 se enfrenta un gran desafío: pavimentar casi 100 km del Camino Austral; luego se definieron otros, algunos con compromisos compartidos región de Aysén – Región de Los Lagos, lo que sigue hasta la fecha; en la actualidad estamos enfrentando la pavimentación de 150 km en la Carretera Austral: 50 en la Región de Los Lagos y 100 km en la Región de Aisén.

Para las visiones que apuntan a tener una accesibilidad terrestre combinada con el uso de transbordadores en el gran tramo Pto. Yungay – Natales (Chile por Chile....), sirve tener presente que las primeras aproximaciones muestran un trazado de 950

km, de los cuales habría que construir del orden de 850 km, y se tendrían 9 transbordos. Pero más importante que el identificar y precisar una franja para un trazado, será identificar el objetivo principal del camino, en consideración a que gran parte del territorio pertenece al SNASPE, que sólo hay un centro poblado –Puerto Edén– y en la práctica no hay pobladores dispersos. La infraestructura es un factor para el desarrollo y “el desarrollo consiste ampliar nuestros potenciales para el desenvolvimiento de nuestros potenciales”, de modo que hay desafíos anteriores a los asociados a construir tramos de caminos, rampas – muelles y contar con sistemas de transbordos. El Ingeniero Antonio Horvath en ocasiones señalaba “la Patagonia es un laboratorio 1:1” por lo tanto hay que estudiar bastante antes de pasar a la construcción de infraestructura, más aún con la importancia de intervenir zonas prístinas como lo es el territorio señalado.

La Patagonia es atractiva para muchos, residentes o visitantes, y la infraestructura pública o privada que se construya y/o que se pretenda construir no pasará inadvertida a partir del momento mismo que se inicie el ciclo de vida del proyecto; la mayor infraestructura pública construida en la Región de Aysén y la Provincia de Palena en los últimos 50 años es la red vial, y la Carretera Austral el proyecto más visible, y a partir de esto interpreto el porqué de esta distinción; trabajar en la Patagonia y en algo tan relevante como ha sido la dotación de accesibilidad terrestre es un honor, y teniendo presente que la infraestructura no es algo que haga una sola persona, la distinción la hago extensiva a todos con los cuales trabajo y también a aquellos con los cuales he trabajado, tanto a los del ámbito propio del quehacer de nuestra profesión como a los del ámbito académico que ha sido algo que me ha atraído siempre.

Agradezco sinceramente al Colegio de Ingenieros de Chile por esta distinción. Muchas gracias.

Rolando Toloza Norambuena  
Ingeniero Civil

.....

## PUENTES NOTABLES EN LA HISTORIA

Manuel Carracedo Contador<sup>20</sup>

### ETIMOLOGÍA:

La palabra puente nos viene del latín “***pons, tis***”, con el significado básico de ser un elemento de unión o de conexión, y se trataba de una unión especial, pues el puente era lo que unía a los hombres con los dioses. El encargado de hacer puente entre hombres y dioses era el pontífice o “***pontifex, cis***”, en latín. Finalmente los encargados de establecer las reglas para hacer puente con los dioses era el “***Collegium Pontificum***” el cual era precedido por el “***Pontifex Maximus***”. El colegio pontificio también conocía las artes y técnicas para construir viaductos y acueductos. Julio César fue un pontífice máximo y ganó guerras construyendo puentes. Está registrada la construcción de un puente de madera y piloteado que levantó, en breve lapso de 10 días, sobre el río Rin para que cruzaran las legiones romanas a castigar a los germanos con tácticas de guerra relámpago.<sup>21</sup> En griego el vocablo para puente es: “***γέφυρα, -ας***”. Los japoneses usan el vocablo “***Hashi***” que según el contexto se estará diciendo puente o palillo para comer. Para los árabes, el puente es el “***al-qantarat***”, que es el origen de las palabras alcántara, alcantarilla, alcantarillado. En lengua mapuche, uno o varios troncos volteados sobre un curso de agua o quebrada es un “***Kuikui***”.<sup>22</sup>

<sup>20</sup> Manuel Carracedo Contador, Ingeniero Civil, Universidad de Chile, 1er Vicepresidente ANIOP, periodo 2017-2019, a cargo de la revista OPVS PUBLICVM.

<sup>21</sup> Julio Cesar, La Guerra de las Galias, libro IV, 17-18-19.

<sup>22</sup> Moesbach Ernesto. Idioma Mapuche. (Imprenta San Francisco, © 26.577)

### EL PUENTE DE ALCÁNTARA

(Sobre río Tajo, en Alcántara, España, 106 D.C.)

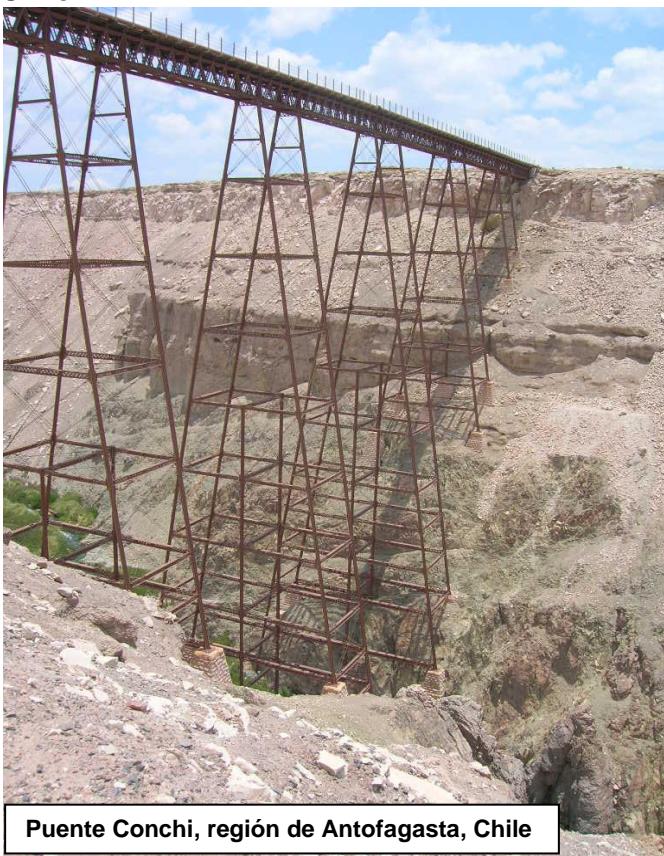
Sobre la puerta del templo, el constructor del puente escribió para las generaciones futuras que había construido un puente para permanecer en los siglos del mundo de siempre: “***pontem perpetui mansurum in saecula mundi***”.<sup>23</sup> Esto ocurría en “***Hispania***” hace unos dos mil años cuando el constructor Gaius Iulius Lacer, comisionado por el emperador Trajano, terminó, en el Año 106 después de Cristo, el magnífico puente que se alza sobre el río Tajo y que actualmente une el pueblo de Alcántara y Piedras Albas, ruta rol C-523.

El puente de Alcántara ha resistido y aún resiste el paso de camiones y las furiosas riadas del río Tajo, con un Tránsito Medio Diario Anual estimado superior a las 3.000 pasadas diarias, lo que ha suscitado la protesta de los defensores del puente y vecinos del lugar. Aguas arriba del puente se construyó una gran represa, que según dicen, los camiones que transportaron el material para construirla, pasaron por arriba de este puente milenario.

La altura del puente, construido bajo la administración romana, es de 71 m que comparado con los puentes modernos de Chile, sólo los siguientes viaductos serían más altos: El Amolanas en la IV región, el Conchi en la II región, el Chirre en la XIV región y el Malleco en la IX región, el resto de los puentes chilenos no superan al puente romano de hace 2 milenios. El puente más alto de Chile, es el Conchi con 102,6 m desde la rasante de la calzada al fondo del lecho del río Loa, es de simple vía y tiene 248,7 m de largo.

<sup>23</sup> Jesús Liz Guiral. El puente de Alcántara. MOPU – CEHOPU – CEDES – Fundación San Benito de Alcántara. ISBN: 84-404-3083-3.

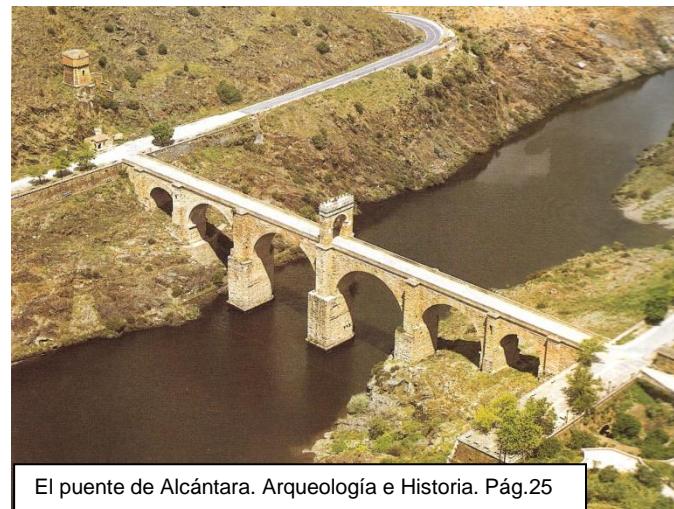
A continuación se entrega una fotografía con la imagen del puente Conchi, que es el viaducto más alto de todos los puentes de Chile.



Puente Conchi, región de Antofagasta, Chile

El viaducto de Alcántara está edificado con 6 arcos cuyas luces a partir del acceso por el lado de la villa de Alcántara miden, más o menos, 13,2 – 22,0 – 27,4 – 28,8 – 22,6 y 12,6 m de luz libre cada uno. El largo total del puente es de 195 m y su ancho es de unos 8 m y el de la vía está restringido por el arco honorífico con un gálibo horizontal de 5,9 m.

La cantidad de viaductos, acueductos y túneles que construyeron los ingenieros romanos los hicieron famosos en el mundo entero, todas obras públicas que aún persisten. En el conflicto entre Grecia y Persia, fue célebre un puente flotante construido por Jerjes en el estrecho del Helesponto para que cruzara su ejército a castigar a los atenienses. Con esa obra militar pudo mantener una línea de abastecimiento y comunicación para su ejército y cumplir así su cometido bélico.



El puente de Alcántara. Arqueología e Historia. Pág.25

Todos los emperadores romanos fueron pontífices, incluyendo a Cayo Julio César Augusto Germánico, “Calígula” como le decían. Según Suetonio, en su obra los 12 césares, Calígula hizo construir un puente flotante de 5.330 m entre Baias y Pozzuoli, cerca de Nápoles en Italia. *“Nam Baiarum medium intervallum ad Puteolanas moles, trium milium et sescentorum fere passuum spatium, ponte coniunxit contractis undique onerariis navibus et ordine dupli...”<sup>24</sup>*. Este puente (39 D.C.) se le ocurrió como espectáculo propagandístico, o para superar a Jerjes, o para amedrentar a Germania y a Bretaña o para lucirse.

Este puente, fue motivo de una famosa pintura, realizada por el artista romántico **Joseph Mallord William Turner** (Inglaterra 1775-1851) conocida como: “El palacio y puente de Calígula”.



<sup>24</sup> Passus romanus = 1,481 m. Suetonio. Las vidas de los 12 césares. Vida de Calígula XIX.

En todo caso no todo fueron desaciertos para Calígula como pontífice máximo, pues a él se le responsabiliza con la decisión de dar inicio a la construcción del acueducto de Segovia, en el año 38 D.C. según explica el Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos don Carlos Fernández Casado en su libro Acueductos Romanos en España.<sup>25</sup> El emperador Claudio terminaría esta obra. Se supone que corresponde al periodo Calígula-Claudio por el parecido que tiene con la obra de conducción de "Aqua Claudia". La estructura de piedra que se encuentra en Segovia tiene 958 m de longitud y 28 m de altura y ha conducido agua por cerca de dos mil años.

### EL PUENTE BROOKLYN

(Nueva York, Estados Unidos, 1883)

La isla de Manhattan está rodeada por los ríos Hudson, Harlem y del Este. Para quedar unida con los territorios de Nueva Jersey, Brooklyn, Queens y Bronx, los neoyorquinos han construido todo un sistema combinado de puentes, túneles y vías marítimas que atraviesan estos tres ríos.

De todas las obras que se han construido en Nueva York, ya sean túneles o puentes, sin duda la más notoria es la del puente de Brooklyn que se levanta sobre el río del Este para unir la isla de Manhattan con el distrito de Brooklyn. El 24 de mayo de 1883, cuando los neoyorquinos asistieron a la apertura del puente Brooklyn su asombro fue indescriptible y también del mundo entero al conocerse la noticia. También fue justa la satisfacción y el orgullo de aquellos que lo diseñaron y lo construyeron. No era para menos, pues este puente, aún en servicio, con una luz principal de 483 m y con torres de 84 m de altura, era ya un indicador de lo que serían los Estados Unidos de Norte América en los siglos venideros. El día de la inauguración pasaron por el puente más de

1.800 carros y 150 mil personas. Se puede afirmar que, el 24 de mayo de 1883, cruzaron el puente de Brooklyn más personas que las que habitan actualmente en Chiloé. El puente tiene un ancho de 26 m con 6 carriles de 3,3 m cada uno, 4 carriles para carros y personas y 2 carriles centrales para los tranvías que operaron hasta el año 1950.

En el año 1883 Nueva York ya se acercaba a los 2 millones de habitantes. Hoy solo Manhattan tiene 1,6 millones de habitantes y Brooklyn 2,5 millones de habitantes en una superficie de 59,5 km<sup>2</sup> y 182,9 km<sup>2</sup> respectivamente. El tránsito que solicita este puente es superior a 140 mil automóviles diarios y también es considerable la cantidad de naves que pasan bajo él. En la fotografía se aprecia el flujo continuo de automóviles que lo solicitan.

Fotografía del tránsito de julio 2011 en puente Brooklyn.



Siete años después, en 1890, los chilenos inauguraban un puente ferroviario de acero sobre el río Malleco, con una longitud total de 347,5 m y una luz principal de 69,5 m y 102 m de altura medida desde el fondo de la quebrada hasta el nivel del riel. Este puente es un orgullo de los chilenos y en múltiples ocasiones ha iluminado calendarios, portadas de revistas y postales.

El ferroducto del Malleco<sup>26</sup> fue construido de acuerdo con el diseño, muy bien pensado por el ingeniero chileno don Victorino

<sup>25</sup> Fernández Casado. Acueductos Romanos en España., Acueducto de Segovia.

<sup>26</sup> Puente del Malleco fue declarado Monumento Histórico según D.S N°. 686 del 25 de septiembre de 1990

Aurelio Lastarria Villarreal bajo el gobierno del presidente don José Manuel Balmaceda. Sin duda, estas obras son el resultado de la dedicación al estudio, al trabajo, a la perseverancia, a un comportamiento ético ejemplar y a una entrega al espíritu de servicio público cuya recompensa es la íntima satisfacción por las obras realizadas en pro del bien público.



Ferroducto del Malleco

En el caso de los constructores del puente de Brooklyn, el ingeniero Sr. John Augustus Roebling muere como consecuencia de un accidente que sufriera durante la construcción, luego su hijo, Washington Roebling quedó incapacitado al sufrir una enfermedad que adquirió por trabajar bajo condiciones de compresión y descompresión

en las cámaras neumáticas de las fundaciones bajo agua. Su esposa la Sra. Emily Warren Roebling terminó haciendo de enlace entre su marido y la obra para que se completara el puente.

### EL PUENTE "AKASHI KAIKYO HASHI"

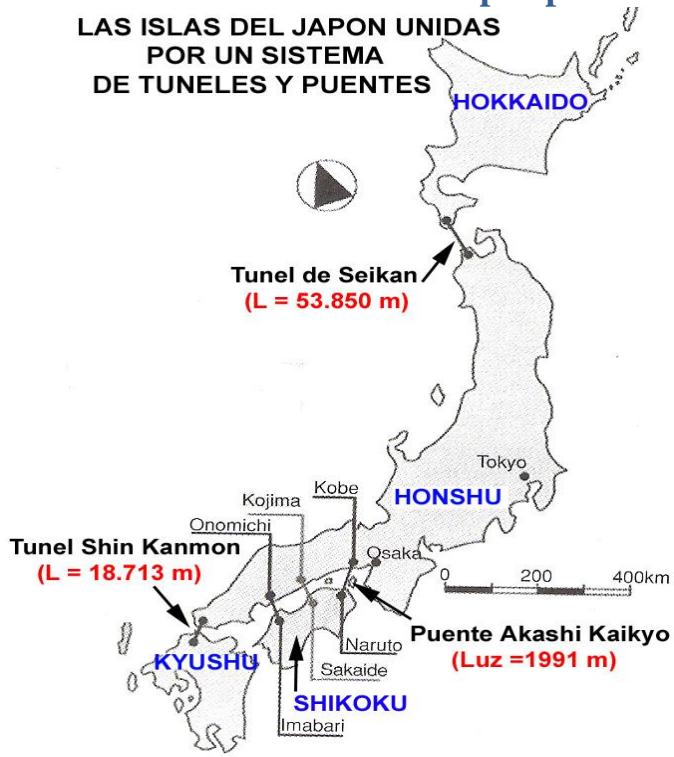
(Kobe, Japón, 1998)

Para entender bien la importancia y utilidad de este gran puente, se debe tener presente que se encuentra sobre el estrecho de Akashi, y hay que considerar que Japón se compone de 4 islas principales donde vive la mayor parte de su población: **Hokkaido** con 5,6 millones de habitantes y 83.400 km<sup>2</sup> es la isla de más al Norte, **Honshu** con 98 millones de habitantes y 230.520 km<sup>2</sup> es la principal en donde se encuentran las ciudades de Tokio y Kioto, y luego las islas de **Shikoku** con 4,2 millones de habitantes y 18.800 km<sup>2</sup> y **Kyushu** con 13,3 millones de habitantes y 35.640 km<sup>2</sup> que es la de más al Sur sin olvidar a Okinawa que pertenece al distrito de Kyushu. La población del Japón se acerca a los 127 millones de personas.

Este viaducto, construido sobre el mar, une la ciudad de Kobe con Naruto en la isla Awaji y de ahí con la isla Shikoku. Kobe, donde se encuentra el puente, es una hermosa y moderna ciudad con 1,5 millones de habitantes.



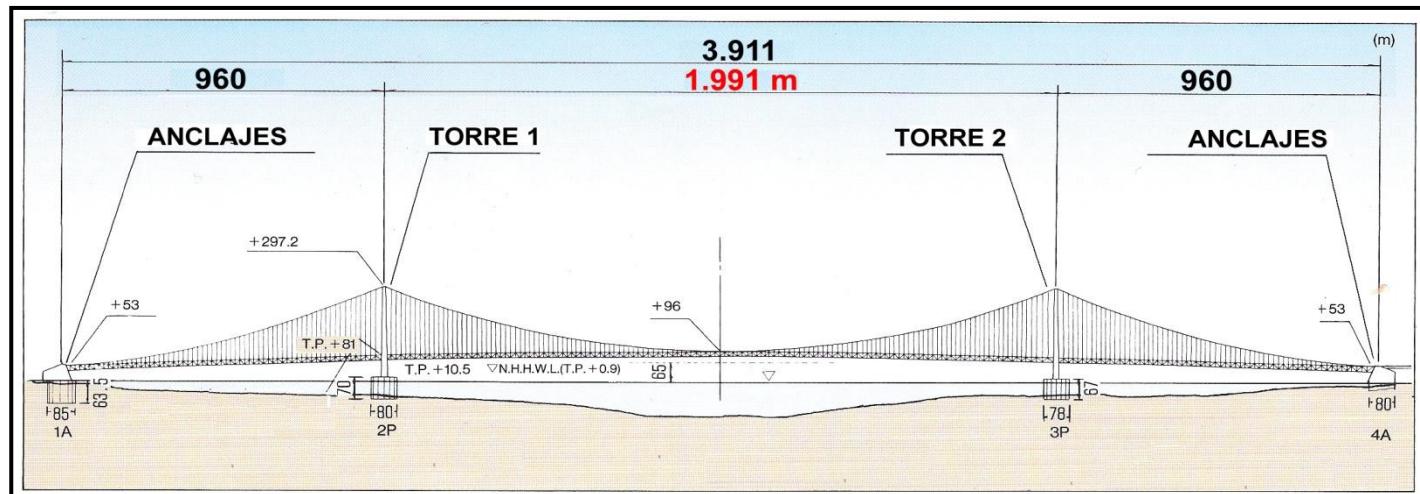
Puente Akashi, es el puente colgante de mayor luz con 1991 m sin apoyos intermedios.



Las islas de Hokkaido y Honshu están unidas mediante el túnel de Seikan (53.850 m) construido bajo el mar en el estrecho de Seikan fue entregado al tránsito el año 1988. El Eurotúnel (49.940 m) que comunica Inglaterra con Europa fue entregado al tránsito 6 años después en el año 1994.

Por último la isla de más al Sur, Kyushu está unida por un túnel construido bajo el estrecho de Kanmon de 18.713 m y también por un puente colgante de gran luz.

#### CARACTERÍSTICAS DEL PUENTE AKASHI



La longitud total del viaducto sobre el mar es de 3.910 m con una magnífica luz central de 1.991 m (después del terremoto de Kobe se alargó en un metro) y dos tramos de acceso suspendidos con luces de 960 m. La altura de las torres, desde la cota superior de sus fundaciones es de 282,8 m y el ancho total, entre ejes de cables, es de 35,5 m. El diámetro de los cables es de 1,122 m. Además cuenta con 6 pistas de circulación, es decir 2 vías de 10,75 m cada una. Tiene 2 pasillos de 2,5 m a cada lado y un bandeón central de 3,5 para separar las vías. La velocidad de diseño de la calzada es de 100 km/h, la velocidad de la corriente marítima de 4,5 m/s, la velocidad del viento considerada es de 80 m/s y la magnitud del sismo de 8,5 grados en la escala de Richter.

Además tiene un espacio de 1.500 m de ancho para una vía de tránsito marítimo controlado con el fin de evitar colisiones de naves.

Una de las fundaciones de las torres tiene 70 m de alto con un diámetro de 80 m, en la cual se emplearon 15.800 ton de acero y 355.000 m<sup>3</sup> de hormigón. La otra fundación tiene 67 m de alto por 78 m de diámetro y se emplearon 15.200 ton de acero y 322.000 m<sup>3</sup> de hormigón. Para llevarlas a su lugar de colocación fueron transportadas flotando por el mar. El cuerpo principal de uno de los anclajes contiene 140.000 m<sup>3</sup> de hormigón con un peso total de 350.000 ton. Las vigas atiesadoras contienen 90.000 ton de acero.

Si todas las hebras que componen los cables del puente, si se unieran en línea, una tras otra, se podría dar 7,5 veces la vuelta a la tierra, hebras que fueron inspeccionadas milímetro a milímetro.

## CONDICIONES DE SERVICIO:

El tránsito vehicular que lo solicita es superior a las 100 mil pasadas de vehículos diarios y el tránsito marítimo supera a las 1.400 naves diarias de todo tipo y tonelaje que pasan bajo el puente. El puente también da integración, con la isla principal, a una población 4,2 millones de personas que habitan la isla de Shikoku.

## LOS PREPARATIVOS JAPONESES:

Esta obra pública, el puente del estrecho de Akashi, que a todos maravilla, es el resultado de una buena y bien concebida política o proyecto de desarrollo de grandes obras públicas que empezó en 1955 con una reorganización institucional de trabajo y que, para el puente Akashi, se resume más o menos así:

1955	La Japan National Railway comienza el estudio de la línea Honshu – Awaji.
1959	El Ministerio de Construcción inicia el estudio de la autopista
1969	Se aprueba el nuevo Plan de Desarrollo Nacional. (Se autorizan 3 rutas)
1970	Se crea la oficina para el desarrollo de los puentes de unión entre las islas de Honshu y Shikoku.
1973	El Ministerio de Construcción y Transporte aprueba el plan de construcción de las tres rutas que unirán las islas de Honshu y de Shikoku.
1975	El Gobierno decide construir una ruta en la que se encuentra el puente Seto Ohashi.
1985	El Gobierno decide la construcción del puente sobre el estrecho de Akashi.
1986	Comienzan los estudios geológicos del lugar donde seemplazará el puente.
1987	Se inician las excavaciones experimentales para la construcción de una de las dos torres.
1988	Se inicia la construcción en el lugar.
1989	Se instalan los cajones de acero para las fundaciones de las torres
1990	Se inician los trabajos para las fundaciones de los anclajes.
1992	Se completan los trabajos de las fundaciones de los anclajes
1993	Se completan las torres y se colocan cables guías con ayuda de helicópteros
1994	Se inicia y termina el montaje de los cables.
1995	Comienza el montaje de la viga atiesadora.
1996	Se termina colocación de viga atiesadora.
1998	En primavera del año 1998 fue inaugurado.

A continuación 10 puentes con luces superiores a 1.200 m.

Nº	Nombre del puente	País	Luz (m)	Año
1	Akashi Kaikyo	<a href="#">Japón</a>	1.991	<a href="#">1998</a>
2	Xihoumen	<a href="#">China</a>	1.650	<a href="#">2008</a>
3	Great Belt East	<a href="#">Dinamarca</a>	1.624	<a href="#">1998</a>
4	Yi Sun Sin	<a href="#">Corea del Sur</a>	1.535	<a href="#">2010</a>
5	Runyang	<a href="#">China</a>	1.490	<a href="#">2005</a>
6	Humber	<a href="#">Reino Unido</a>	1.410	<a href="#">1981</a>
7	Jiangyin	<a href="#">China</a>	1.385	<a href="#">1999</a>
8	Ting Ma	<a href="#">China</a>	1.377	<a href="#">1997</a>
9	Verrazano Narrows	<a href="#">Estados Unidos</a>	1.298	<a href="#">1964</a>
10	Golden Gate	<a href="#">Estados Unidos</a>	1.280	<a href="#">1937</a>

## EL PUENTE SOBRE EL CANAL DE CHACAO

El gran puente sobre el canal de Chacao, según el diseño original del año 2005 a cargo de la Unidad de Concesiones del MOP, consideraba un viaducto de 4 pistas con una longitud total de 2.634 m con tramos de acceso de 339 m por el lado norte y de 140 m por el lado sur y 2 tramos principales de 1.100 m y 1.055 m.<sup>27</sup> El ancho del tablero de 21,6 m.

El tránsito considerado en la evaluación del puente de mayo 2012 es de 1.808 veh/día del año 2011<sup>28</sup>. La población de la isla de 140 mil habitantes y la superficie de 8.394 km.

Entre los resultados de la evaluación de mayo 2012, realizada para el puente, considera que con una inversión de 864 millones de dólares, el cálculo económico entrega una Tasa Interna de Retorno (TIR) de 5,4 % y un Valor Actual Neto (VAN) negativo de – 1.446.828 UF.

<sup>27</sup> Evaluación Social Puente sobre canal de Chacao de mayo 2012 EVSPCH-Mayo2012. Pág. 4 de 33, Gobierno de Chile.

<sup>28</sup> EVSPCH-Mayo2012. Cuadro 1: Tránsito Medio Diario Anual de 2011, Pág. 5 de 33

Pues bien, si se supone que la inversión se reduce de 864 a 740 millones de dólares se puede obtener una TIR = 6,04% y un VAN = 92.983 UF es decir según criterio de los evaluadores el proyecto es rentable. (El Ministerio de Desarrollo Social le da su aprobación al proyecto con "RS" <sup>29</sup>)

En la página 29 de 33 de la Evaluación Social Puente sobre el canal de Chacao, mayo 2012 se lee lo siguiente: **"Haciendo el análisis de la inversión máxima que puede tener el proyecto para que la tasa interna de retorno sea de 6% y por lo tanto el VAN = 0, se obtiene que con US\$ 740 millones de inversión, el Puente sobre el Canal de Chacao resulta un proyecto socialmente rentable."**

Para obtener esas 92.983 UF deben transcurrir 45 años, valor que, por lo demás es potencial, bien podría obtenerse o no obtenerse. Es indudable que el proyecto es de alto riesgo.

Para esta obra, según Evaluación Puente Chacao, División de Estudios – DGOP, de Mayo 2012, componentes importantes son los metales y el acero y las variables más importantes son el TMDA, la Inversión y los ahorros de tiempo.<sup>30</sup> En este caso el 74%<sup>31</sup> de los beneficios considerados, corresponde a ahorro de tiempo. Al ser un contrato a suma alzada la inversión resulta muy sensible y dependiente de las políticas y variaciones cambiarias de la moneda chilena v/s dólar.

El contrato para la obra "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE CHACAO, REGIÓN DE LOS LAGOS" se adjudicó según Resolución DGOP N° 201 del 13 de diciembre de 2013 al único participante el Consorcio OAS-HYUNDAI-SYSTRA-AAS JAKOBSEN POR UN MONTO DE \$ 360.134.000.000 (pesos chilenos) con la modalidad de suma

alzada con reajuste IPC y con un índice base correspondiente al mes de octubre de 2013. El plazo de ejecución quedó a firme en 2.379 días corridos a partir del 19 de febrero de 2014. (La Resolución ingresó tramitada el 18 de febrero 2014).

Con estos antecedentes contractuales la fecha de término quedó fijada para el 24 de agosto de 2020. La realidad ya se hizo presente. Es muy difícil que el puente sea entregado al tránsito para la fecha fijada en el contrato. Y con la subida de la divisa los recursos reales y disponibles se tornan insuficientes.

En general los puentes de grandes luces, son importantes por el tránsito que los solicita el cual en la mayoría de los casos como el de Brooklyn supera los 140.000 automóviles diarios, el Akashi Kaikyo con 35.000 pasadas diarias y sobre mil naves/día pasando bajo el puente. Los puentes turcos en el Fosforo superan las 100.000 pas/día y debieron construir un metrotren que cruza el canal por un túnel subterráneo por debajo del Bósforo..

El problema que enfrentó el Ministro Bitrán y que lo obligó a desechar la oferta del puente concesionado, sigue siendo el mismo: **¡Es muy poco el tránsito! Con un año óptimo para realizar la inversión muy en el futuro** y además el proyecto no tenía la maduración suficiente que asegurara un uso inteligente, eficiente y eficaz de los dineros públicos.

## PUENTES: CHACAO – AKASHI - BROOKLYN:

Para formarse una idea de lo que significa decidir sobre la construcción de grandes obras, a continuación se presenta un cuadro comparativo con las características físicas, económicas y sociales del puente japonés sobre el estrecho de Akashi y del puente chileno sobre el canal de Chacao.

<sup>29</sup> EVSPCH-Mayo2012. Cuadro 22: RESULTADOS EVALUACIÓN SOCIAL AJUSTADA. Pág. 29 de 33

<sup>30</sup> Evaluación Puente Chacao, División de Estudios, DGOP. Pág. 7

<sup>31</sup> Gráfico 1. EVSPCH-Mayo2012 Pág. 28 de 33

NOMBRE DEL PUENTE	LUZ (m)	AÑO EN USO	TRÁNSITO VEHICULA (Veh./día)	TRÁNSITO MARÍTIMO (Naves/día)	TERRITORIOS INTEGRADOS (km2)	POBLACIÓN INTEGRADA (Habitantes)
Chacao	1.100	2020	1.800 (a)	(b)	8.394	140.000
Akashi	1.991	1998	35.000	1.400	18.800	4.200.000

(a) En el caso del puente Brooklyn, el tránsito medio diario anual que lo utiliza supera el número de habitantes que tiene la isla de Chiloé. Se trata nada menos que de 140 mil automóviles diarios que cruzan el puente entre la isla Manhattan y Brooklyn y también un flujo peatonal tan grande como el que circula por el paseo Ahumada en Santiago de Chile.

(b) El tránsito de naves es bajo. Sube la estadística el flujo de transbordadores que van y vienen de la isla.

## COMENTARIOS

El costo del metro lineal de puente definitivo en Chile es de aproximadamente 20 millones de pesos, valor que depende del ancho de la calzada, tipo de suelos y longitud del puente. Aproximadamente, para presentar la idea, si se hubieran reconstruido definitivos mil puentes de madera que tengan un tránsito superior y con un mínimo de 150 Pas/día y con una longitud media de 15 m. Chile habría ya construido 15.000 metros lineales de puentes, con una inversión de 300 mil millones de pesos y sirviendo a un tránsito sobre 150 mil pasadas diarias y a lo largo de todo el territorio. (360 mil millones de pesos es el valor de adjudicación del puente Chacao para un tránsito de 1.800 pasadas diarias.)

Para emprender los grandes proyectos que Chile necesita, el Ministerio de Obras Públicas debe repensarse, pues en la actualidad, la ingeniería propia del MOP se ha orientado más a la gestión de contratos que a la concepción de obras de ingeniería civil y pública.

Antes de iniciar obras monumentales, la ingeniería debe ser fortalecida mediante el uso y aplicación de una sólida Ingeniería Conceptual, debe propiciarse el desarrollo de una ingeniería integral y el perfeccionamiento continuo de sus ingenieros civiles, técnicos y trabajadores especializados

Está claro, no es eficiente licitar obras y además muy riesgoso en especial, cuando se trate de grandes inversiones y además por la modalidad de diseño y construcción.

No se debe licitar obras sin disponer de proyectos con diseños definitivos bien desarrollados, respaldados y terminados.

Urge para Chile la creación de una Dirección de Puentes y Túneles que pueda aprovechar y utilizar las mejores artes de la Ingeniería Civil evaluar alternativas de conexión, para planificar, diseñar, investigar, construir, innovar, inspeccionar, conservar, normalizar y explotar las obras de conexiones terrestres y que reúna a todos los especialistas en puentes y túneles en un gran centro.

Una buena Ingeniería Conceptual, para iniciar cualesquier estudio de ingeniería es imprescindible.

Urge también que se termine con la precariedad de la contratación de los ingenieros al servicio del bien público, donde la gran mayoría se encuentra con contratos de renovación anual en la condición de “a contrata” o “a honorarios” sin que exista la carrera funcional necesaria para hacer escuela y puedan surgir en “firmeza, utilidad y belleza”<sup>32</sup> las grandes obras que merece Chile.

<sup>32</sup> Vitruvius. Liber Primum, Caput Tertium, [2]

## DISCURSO DÍA NACIONAL DE LA INGENIERÍA 15 DE MAYO DE 2019

Mario Maureira Frazier  
Presidente Nacional ANIOP  
Periodo 2017-2019

### 1. SALUDO A LAS AUTORIDADES Y ASISTENTES

Sr. Juan Andrés Fontaine Talavera - Ministro de Obras Públicas  
Sr. Lucas Palacios Covarrubias - Subsecretario de Obras Públicas  
Sra. Mariana Concha Mathiesen - Directora General de Obras Públicas  
Sr. Oscar Cristi Marfil - Director General de Aguas  
Sr. Hugo Vera Vengoa - Director General de Concesiones  
Sr. Felipe Infante Ureta - SEREMI MOP Región Metropolitana  
Sra. Riola Polanco Arévalo – Jefa de la Subdivisión de Gestión de Personas SOP  
Sr. Mario Anguita Medel - Director Nacional de Vialidad (S)  
Sr. Claudio Darrigrandi Navarro - Director Nacional de Obras Hidráulicas  
Sr. Iván Gutierrez Vera – Director Nacional de Obras Portuarias  
Sra. Claudia Carvallo Montes - Directora Nacional de Aeropuertos  
Sr. Raúl Irarrázaval Sánchez - Director Nacional de Arquitectura  
Sra. Pía Rossetti - Directora Nacional de Planeamiento (S)  
Sr. Fernando Montes Arechaga - Director Nacional de Contabilidad y Finanzas  
Sra. Francisca Morandé Errázuriz - Fiscal MOP  
Jefes de Gabinete, autoridades generales del MOP  
Sras. y Sres. Presidentes de Asociaciones Gremiales del MOP.  
Sras. y Sres. Ingenieros socias y socios de ANIOP  
Funcionarias y funcionarios MOP que nos acompañan en este acto.

### 2. ESTABLECIMIENTO DEL DÍA NACIONAL DE LA INGENIERÍA.

Desde el año 2010, nuestra organización ha venido celebrando ininterrumpidamente, el Día Nacional de la Ingeniería, que como ya hemos recordado en ocasiones anteriores, fuera instituido mediante el Decreto N° 143 del Ministerio del Interior, del 12 de marzo del año 2009, producto de la gestión realizada por el Colegio de Ingenieros de Chile A.G., estableciéndose en dicho decreto, el día 14 de mayo como el día Nacional de la Ingeniería.

Como organización, esperamos seguir celebrando este día, más allá de las dificultades que ha presentado, presenta y pueda seguir presentando el ejercicio de esta noble profesión al interior de nuestro Ministerio, como una forma de reflexionar y dar a conocer, la situación en que se encuentre en particular la ingeniería de obras públicas y cuáles debieran ser los aspectos que debiéramos revisar en conjunto con las respectivas administraciones, a objeto de mejorar, no sólo las condiciones en que se desenvuelven las y los ingenieros del MOP, sino también, para revisar que estamos haciendo como Ministerio para mejorar la eficiencia y buen uso de los recursos públicos, tanto en la toma de decisiones como en todas y cada una de las etapas de un proyecto de infraestructura pública de responsabilidad de este Ministerio.

### 3. LA INGENIERÍA AL SERVICIO DEL BUEN USO DE LOS RECURSOS PÚBLICOS

En el contexto anterior resulta ilustrativo recordar las palabras del Presidente Balmaceda dirigidas al Senado en su mensaje del año 1886, mediante el cual propuso la creación del Ministerio de Industrias y Obras Públicas. Cita textual: ***"Para invertir los caudales públicos con acierto y economía es indispensable crear un Ministerio de Obras Públicas destinado a las importantes construcciones que se ejecuten por cuenta y bajo vigilancia del Estado."***

El uso **eficiente y eficaz** de los siempre escasos recursos públicos, no sólo es una obligación que nace del cumplimiento de los principios establecidos en la Ley Orgánica Constitucional de Bases Generales de la Administración del Estado, sino que además, está en la esencia y razón de ser de la Ingeniería, como disciplina puesta al servicio de entregar soluciones eficaces y eficientes a las necesidades de infraestructura, como de bienes y servicios que el país y su gente requieren.

#### 4. FORMACIÓN DEL INGENIERO CIVIL

La creación del Ministerio de Obras Públicas está indisolublemente ligada al desarrollo de la ingeniería civil, carrera creada en la Universidad de Chile, hoy disponible prácticamente en las más de 50 universidades con que cuenta el país.

Los estudios de la carrera de Ingeniería Civil, requieren de sólidos estudios en las disciplinas de matemática y de física aplicada, **por algo don Andrés Bello incluyó la formación de los ingenieros Civiles dentro de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile**. Ambas disciplinas son fundamentales en la formación de un Ingeniero Civil en cualquiera de sus especialidades, sin perjuicio que entendemos que dicha formación debe necesariamente estar complementada por otras disciplinas, en el ámbito del derecho, las humanidades, las exigencias medioambientales y otras. Esta formación le permite al estudiante de Ingeniería Civil adquirir capacidades para gestionar, dirigir y desarrollar proyectos de infraestructura y otros conforme a su especialidad, con competencia técnica para ser parte activa en cada una de las etapas de un proyecto, que no parte cuando se licita una obra, ni tampoco termina con la recepción de la misma, como muchas veces se mal entiende; sino que comienza con las primeras ideas y aproximaciones frente a una demanda o necesidad, y termina con la evaluación al término de la vida útil y cierre final del proyecto, en los casos en que esto ocurra. En este sentido, la formación integral que recibe el Ingeniero Civil, le permite desarrollar iniciativas, crear, innovar, realizar diseños básicos y detallados, incluidos planos y memorias de cálculo; preparar bases técnicas y administrativas, tanto para construcción como para consultorías cuando se trabaje con terceros, programar y dirigir la construcción de obras o fiscalizar el trabajo de realizado por terceros, y realizar todas las evaluaciones que corresponda durante todas y cada una de las etapas del proyecto.

#### 5. DEBILIDADES EN EL DESARROLLO DE PROYECTOS DE INGENIERÍA MOP

En este sentido vemos con preocupación, debilidades y carencias en varias etapas del desarrollo de los proyectos de infraestructura MOP, y lo que es más grave, hemos constatado que algunas de sus etapas se han dejado de realizar. En esta última condición queremos mencionar sólo a modo de ejemplo, el caso de la evaluación ex post.

Al respecto queremos hacer mención que durante la pasada administración, frente a consulta explícita sobre esta materia realizada al Director General de Obras Públicas de la época, la entonces Directora Nacional de DIRPLAN nos respondió oficialmente, que el MOP no realiza evaluación ex post de sus proyectos.

Esta situación, denunciada reiteradamente por ANIOP pero negada inicialmente en distintos escenarios oficiales de trabajo, nos parece en extremo grave. Lo anterior da cuenta que el MOP no tiene registro ni control de los reales beneficios que alcanza un determinado proyecto, ni tampoco tiene control de los costos reales que este significó para el país y sus ciudadanos, por mencionar sólo un par de variables, por tanto, no está en condiciones de dar cuenta al país respecto de la eficiencia en el uso de los recursos públicos que le fueron entregados, así como tampoco, realizar las correcciones que correspondan en la realización de futuros proyectos similares.

Lo anterior sin perjuicio de que en cualquier proyecto de ingeniería, no sólo se debe realizar una evaluación final al término del mismo, sino que se debe realizar evaluación permanente durante todo su desarrollo.

**Creemos que el MOP debe hacer todos los esfuerzos para reponer los procesos de evaluación de sus proyectos, particularmente la evaluación ex post de los mismos.**

En otro orden, **nos preocupa la poca capacidad que tenemos para desarrollar ingeniería interna**. Echamos de menos los espacios para que el MOP desarrolle sus propios diseños y memorias de cálculo en cada uno de sus Servicios Operativos, en lugar de favorecer permanente y crecientemente la contratación de estas funciones con terceros, reservando recursos cada vez más sólo para la fiscalización de la ingeniería desarrollada por dichos terceros.

**El MOP debe corregir en forma urgente esta situación, favoreciendo y permitiendo que los jóvenes ingenieros civiles que se incorporen, puedan aplicar las capacidades adquiridas en su proceso formativo, con el apoyo y guía de los ingenieros que aún desarrollan proyectos y diseños en los respectivos Servicios, antes que esta menguada generación de ingenieros proyectistas, termine por desaparecer.**

**Creemos también que hay que realizar mayores esfuerzos en todos los Servicios, para desarrollar y potenciar la administración directa en la construcción y mantenimiento de obras.**

## 6. FALTA DE RECURSOS, DE CAPACITACIÓN Y OTROS, RECLAMADOS POR LOS INGENIEROS DEL MOP

En otro ámbito no menos importante, los ingenieros y demás profesionales de las áreas técnicas, particularmente de regiones, reclaman por la falta de recursos de apoyo necesarios para desarrollar eficaz y eficientemente su trabajo. Sólo a modo de ejemplo, queremos reseñar aquí la situación de los Inspectores Fiscales, para quienes ya se ha hecho “normal” tener que asumir 3, 4, 5 o más contratos en forma simultánea, además de otras responsabilidades técnicas y administrativas en forma simultánea, sin contar en la mayoría de los casos con los apoyos técnicos necesarios, tales como asesoría topográfica, control de calidad y de laboratorio, prevención de riesgos, entre otros. Adicionalmente, como si lo anterior no fuera suficientemente grave, también se ha hecho “normal”, tener que convivir con restricciones para visitar las obras a cargo por escasez de vehículos, y además durante los últimos años, tener limitaciones de viáticos para sus salidas a terreno.

Estas situaciones impactan directamente en la calidad de las obras y en sobre costos por la falta de una adecuada y rigurosa fiscalización, situación que afecta también a los propios Inspectores Fiscales, que se ven afectados por sumarios y sanciones, ante los problemas que pueden llegar a evidenciar los contratos como las propias obras, justamente por la falta de fiscalización.

**Es responsabilidad del MOP entregar todos los recursos humanos, tecnológicos y materiales necesarios para realizar una fiscalización adecuada y eficiente, que favorezcan el buen uso de los recursos públicos.**

**Resulta injusto y poco ético desligar toda la responsabilidad en la Inspección Fiscal, cuando por causa justamente de la falta de fiscalización, aparecen problemas en las obras y particularmente cuando esos hechos causan conmoción pública. Adicionalmente porque en tales casos lo que queda en evidencia es el incumplimiento de las obligaciones de las distintas administraciones del MOP, cuya responsabilidad no es sólo gastarse un determinado presupuesto, sino hacerse cargo integralmente de la institución, de asegurar los recursos necesarios tanto humanos como materiales, en calidad y cantidad, para que junto con cumplir con los indicadores de eficacia, podamos cumplir también con los indicadores de eficiencia, asegurando con ello, hacer buen uso los recursos financieros que el país pone a su disposición.**

Durante el año 2016 realizamos consulta a nuestros asociados respecto de las debilidades que presentaba el ejercicio de las funciones y tareas técnicas, lo que nos permitió levantar una larga lista de aspiraciones, insatisfacciones y propuestas que planteamos en su oportunidad a la administración de turno, a propósito de la creación de una comisión para fortalecer la ingeniería del MOP, con participación de actores relevantes en el ámbito de la ingeniería, tanto internos como externos al MOP que a su vez también levantaron propuestas y aspiraciones. En términos prácticos, ninguna de dichas demandas fueron atendidas y la citada comisión terminó como tantas otras que se abren en nuestro país, sin avance concreto alguno.

Durante la conmemoración del Día de la Ingeniería realizada el año 2018, volvimos a plantear estas demandas a las autoridades superiores del MOP. A propósito de ello, queremos reconocer el interés expresado por el Sr. Subsecretario al término del acto antes indicado, para buscar alternativas de mejora, a lo menos a una de las demandas planteadas, en este caso a la demanda de capacitación técnica pertinente. Reconocemos también que se han generado algunas acciones orientadas a buscar alternativas en este ámbito a partir de información y propuestas entregadas por nuestra organización. Esperamos respecto de este tema en específico, tener resultados concretos durante el presente año.

**Sin perjuicio de lo señalado, debemos indicar y reiterar que el problema existente es bastante más amplio y por tanto estimamos necesario insistir en la necesidad de abordar de forma integral la situación deficitaria de recursos y de condiciones adversas existente.**

A continuación exponemos brevemente algunas de esas demandas:

- Mejorar la estabilidad en el empleo
- Respetar la competencia técnica al momento de definir jefaturas técnicas
- Establecer incentivos para quienes tienen la responsabilidad de desarrollar y materializar los proyectos de ingeniería de infraestructura pública y a quienes trabajan en el control del recurso hídrico. La “función crítica” llega sólo a personal de confianza o a quienes desarrollan en general, otro tipo de labores. A quienes claramente no llega, es a los proyectistas, calculistas, Inspectores Fiscales, entre otros profesionales técnicos.

- Permitir mayor acuciosidad y dedicación frente a cada proyecto y/o contrato. Idealmente un Inspector Fiscal por contrato, nunca 4, 5 6 o más como ocurre en la actualidad.
- Dotar de apoyo fiscal (topografía, laboratorio, prevención de riesgos y otros) a quienes realizan labores de fiscalización de obras o de consultorías, y también a aquellos que deben desarrollar proyectos, diseños y estudios
- Dotar de recursos físicos suficientes para el ejercicio de las funciones técnicas: vehículos, “notebook” y celulares entre otros, cuando las exigencias de la función desarrollada así lo amerite.
- Eliminar las restricciones de horas extras y de viáticos para quienes ejercen labores técnicas de control de la inversión en infraestructura.
- Restituir la exigencia de formación y competencia técnica específica en las plantas profesionales, en lugar de los números de semestres actuales.
- Respetar los tiempos de maduración de los proyectos técnicos, en lugar de forzarlos al cumplimiento de plazos impuestos por autoridades políticas.
- Contratación de cargos técnicos por concurso público, en lugar de contrataciones por trato directo o por “oposición de antecedentes”
- Eliminar o cambiar el incentivo asociado al cumplimiento de la inversión, que en la práctica favorece malas prácticas. Incentivo perverso.
- Establecer mecanismos de capacitación y actualización de competencias técnicas efectivas

**Como organización gremial respaldamos las demandas de nuestros asociados a tener condiciones laborales adecuadas, donde se respeten sus derechos a la estabilidad en el empleo y a la carrera funcional, a disponer de capacitación técnica y actualización permanente de conocimientos, a disponer de incentivos económicos que premien el compromiso y el mayor esfuerzo realizado, en definitiva, a tener condiciones laborales dignas, adecuadas y justas en retribución al aporte esencial que realizan al cumplimiento del rol fundamental del MOP, el cual lo entendemos como el uso eficiente y eficaz de los recursos públicos para el desarrollo de las obras de infraestructura pública que demanda el país y sus ciudadanos, además de la administración, registro y fiscalización del recurso hídrico, como bien nacional de uso público.**

## REFLEXIONES PARA LA DISCUSIÓN A CONTINUACIÓN

### REFLEXIÓN N° 1: La dedicación al servicio público

Como ingenieros del sector público asumimos el deber de desarrollar nuestro trabajo con **ingenio, eficiencia, eficacia, probidad y con un alto sentido de servicio público**, entregando todas nuestras capacidades al diseño y ejecución de obras de infraestructura pública, que satisfagan los principios del buen uso de los recursos públicos. **Ref.: Obligaciones contenidas en la ley Orgánica Constitucional N° 18.575**

### REFLEXIÓN N° 2: ¿Son los números de semestres los que deben definir las competencias técnicas del MOP?

Proponemos cambiar las actuales plantas profesionales de semestres, a plantas profesionales por carrera. Proponemos además analizar la conveniencia que dentro de cada planta profesional, se establezcan cupos o sub plantas diferenciadas según la carrera profesional: Ingenieros civiles, constructores civiles, arquitectos, ingenieros de ejecución, ingenieros comerciales, abogados, administradores públicos, sociólogos, periodistas, etc. **Ref.: La lógica y la historia del MOP (plantas por semestre sólo a contar del año 2009)**

### REFLEXIÓN N° 3: Ingreso y permanencia

Proponemos que el ingreso al servicio público, en este caso al MOP, se haga siempre mediante un informado, transparente, serio y estricto concurso público, y que la promoción y permanencia del funcionario se realice a través de

una efectiva carrera funcionaria, para los funcionarios de planta y contrata. La excepción a esta regla, la discrecionalidad, que esté sólo habilitada para aquellos cargos explícitamente definidos en cada Servicio, como de confianza de la administración, o cuando se requiera realizar una determinada función por un período específico y determinado (reemplazos, tareas ocasionales, etc.) **Ref.: El estatuto administrativo, la función pública y la ética en la administración del estado.**

#### **REFLEXIÓN N° 4: Aumento de rentabilidad de los proyectos de inversión**

Esta reflexión acoge las palabras de don Juan Andrés Fontaine, Ministro de Obras Públicas, expresadas al Diario Financiero el día 12 de marzo de 2018. En dicha oportunidad señaló: “**Nótese que tan dañino para la economía es que se emprendan obras de baja rentabilidad económica y social, como que se posterguen aquellas que sí tienen un rendimiento adecuado, en ambos casos se sacrifican puntos de crecimiento potencial del país.**” Ante esto, hay una acción que debe emprenderse en forma inmediata, urge la necesidad de seleccionar los proyectos públicos más rentables y para ello proponemos se aumente la actual tasa social de descuento mínima exigida, de un 6% a valores mayores, por ejemplo volver al 12% exigida años atrás. **Ref.: Evaluación Social de Proyectos, de Ernesto R. Fontaine**

#### **REFLEXIÓN N° 5: Capacitación y Perfeccionamiento permanente de los ingenieros y demás profesionales de las áreas técnicas.**

El MOP debe establecer mecanismos que permitan que los ingenieros y demás profesionales a cargos de los proyectos y obras de infraestructura, puedan capacitarse, actualizarse y perfeccionarse, en forma permanente, en conformidad a las necesidades y los cambios tecnológicos. En caso contrario dichos profesionales no realizarán sus tareas con eficacia ni menos con eficiencia. **Ref.: Necesidad esencial en un mundo cambiante**

#### **REFLEXIÓN N° 6: Cumplimiento de la inversión, indicador perverso**

El cumplimiento de la inversión programada, se ha instalado como uno de los indicadores de gestión más importantes para las distintas administraciones del MOP. Sin embargo el buscar cumplir con este indicador para asegurar que los funcionarios reciban los incentivos económicos asociados, puede atentar contra el buen uso de los recursos públicos, al favorecer la contratación de servicios u otro tipo de pagos no estrictamente necesarios, para ayudar al cumplimiento de esa meta.

Se propone cambiar dicho indicador por otro que dé cuenta, además de la eficacia en la inversión ejecutada, de la eficiencia de dicha inversión. **Ref.: Principio de eficiencia de la Ley de Bases de la Administración del Estado. Acreditación del buen uso de los fondos públicos - lema de la Contraloría General de la República**

#### **REFLEXIÓN N° 7: Las Asesorías de Inspección son inversión o gasto?**

En los presupuestos del MOP aprobados por el congreso de la República de Chile, los contratos de Asesoría a la Inspección, son considerados como inversión (se pagan con subtítulo 31), pero los funcionarios fiscales en general se consideran gasto (se pagan con presupuesto corriente). En conformidad a esta situación, a modo de ejemplo, el costo de un laboratorista de una asesoría de inspección de un determinado contrato, se carga a inversión, pero el costo del laboratorista del Laboratorio Nacional que apoya al Inspector Fiscal de ese mismo contrato, se carga al presupuesto corriente, es decir se considera gasto. Tiene lógica esta situación?

Nos parece que no la tiene. Proponemos analizar la posibilidad que todos los funcionarios que se relacionan directamente con el desarrollo de los proyectos y obras de infraestructura, se carguen al presupuesto de inversión, como ocurre con los trabajadores que laboran en las asesorías de inspección, realizando labores similares, y además sin responsabilidad administrativa. **Ref.: Vacío de la Ley de Presupuesto MOP**

#### **REFLEXIÓN N° 8: ¿Las obras desarrolladas por el sistema de concesiones, deben necesariamente seguir siendo concesionadas por siempre?**

El MOP a comienzos de la década de los 90, tomó la decisión de utilizar el sistema de concesiones para poder recuperar el déficit de inversión en infraestructura pública, acumulado en las dos décadas precedentes. En la oportunidad se le dijo al país que una vez que los contratos de concesión fueran cumpliendo el plazo contratado, las obras volverían a manos del estado para su administración. El hecho es que esto último no ha ocurrido y los contratos de

concesión a medida que han ido terminando, en algunos casos se les ha ampliado el plazo, y en otros se han vuelto a concesionar mediante nuevas licitaciones, sin evaluación ni respaldo respecto de dicha decisión.

Es del caso señalar que la ley Orgánica del MOP contempla diferentes modalidades de financiamiento para el desarrollo de las obras públicas. En efecto, además del financiamiento mediante fondos sectoriales (públicos) y mediante el sistema de concesiones (con participación privada), contempla también la creación de las corporaciones públicas, las que también pueden recaudar peajes y otro tipo de ingresos, para utilizarlos en la administración, mantención, ampliación de dichas obras y la construcción de obras nuevas.

Nos parece que amerita a lo menos analizar y revisar esta posibilidad, comparando eventuales costos bajo la modalidad propuesta, con los altos costos que han significado, tanto para el estado como para los usuarios, las obras concesionadas. **Ref.: Ley Orgánica del MOP N° 15.840/1964 y su texto refundido el DFL 850 del año 1997**

#### **REFLEXIÓN N° 9: Las evaluaciones "Ex-Post"**

El Ministerio de Desarrollo Social, contempla las evaluaciones "ex-ante" y las "ex-post" para los proyectos o iniciativas de inversión. En la evaluación ex-ante están las etapas de idea, de pre factibilidad, de factibilidad y de ejecución. Por su parte la evaluación ex post está contemplada en fecha posterior a la puesta en servicio de la obra, dependiendo de las características del proyecto.

Tal como hemos indicado en apartados anteriores, el MOP debe retomar la evaluación ex post de sus proyectos de inversión, en conformidad a lo indicado por el Ministerio de Desarrollo Social y además porque tiene la obligación de dar cuenta al país respecto de la eficiencia de su acción. **Ref.: Normas, instrucciones y Procedimientos para el Proceso de Inversión Pública - MIDESO 2018**

#### **REFLEXIÓN N° 10: EL MOP debe recuperar su capacidad de desarrollar proyectos de ingeniería en forma interna.**

Si el MOP no se compromete con favorecer que sus jóvenes ingenieros apoyados por los cada vez más escasos ingenieros proyectistas que aún desarrollan proyectos de conservación y de construcción en forma integral, más temprano que tarde llegará el momento que el MOP dejará de ser definitivamente un referente de la ingeniería pública chilena, y cuando sea requerido para resolver situaciones que preocupan a la comunidad nacional, como ocurre en la actualidad, con la situación de los puentes, no tendrá los profesionales que se puedan hacer cargo de entregar no sólo opiniones sino soluciones técnicas oportunas a quienes demanden al MOP, ni menos tendrá la capacidad de entregar diseños con sus memorias de cálculo, en la oportunidad requerida, debiendo en tal caso recurrir exclusivamente a la realización de contratos con terceros para dar satisfacción a la comunidad.

Cuando alguien sin las competencias técnicas, experiencia ni formación conceptual sobre diseño de puentes, sea requerido para dar una opinión técnica frente a un puente con algún tipo de problema, con toda seguridad recomendará su demolición (total el fisco paga, colaborando además con el indicador perverso del "cumplimiento de la inversión"), y además recomendará que se contrate a un tercero para que haga el diseño, (colaborando nuevamente con el cumplimiento de la inversión), todo ello, por la incapacidad para entregar un diseño propio para un puente nuevo, o un diseño de reparación en los casos que así corresponda. De esta forma, además, no asume responsabilidades respecto de algo que no domina. **Ref.: La historia de Chile y del MOP, y la demanda presente del país. Fortalecimiento de la Ingeniería MOP**

**Mario Maureira Frazier  
Presidente Nacional ANIOP**

**NOTA:** Transcurridos 6 meses desde la celebración del Día de la Ingeniería 2019, observamos que ninguno de los compromisos asumidos por el entonces Subsecretario de Obras Públicas, Sr. Lucas Palacios Covarrubias, tuvo algún grado de avance, no obstante las reiteradas demandas a dicha autoridad para que ello aconteciera.

ASOCIACIÓN NACIONAL DE INGENIEROS  
DE OBRAS PÚBLICAS  
ANIOP Pers.Jur. N° 1122 de 12.07.72 RAF 93 010 078

DOC.: ANIOP N° 91  
ANT.: Reunión del dia 06-11-2019  
MAT: Concesiones  
SANTIAGO, 25 de noviembre de 2019

SEÑOR ALFREDO MORENO CHARME  
MINISTRO DE OBRAS PÚBLICAS  
PRESENTE



Uno de los temas que abordamos en la reunión a la que Ud. nos convocara el pasado día 6 del presente mes, fue el tema de concesiones, respecto del cual Ud. expresara diferencias con lo planteado por nuestra organización. Sin perjuicio que estamos a la espera de reunión que Ud. comprometiera con directivos de la Dirección General de Concesiones para dialogar sobre el tema y eventualmente, tal como Ud. expresara, "podamos entender de mejor forma la lógica de esa modalidad de inversión pública", nos permitimos hacer presente algunas consideraciones sobre la materia:

1. La concesión fue establecida en la Ley N° 15.840 de 1964, ley Orgánica Constitucional del Ministerio de Obras Públicas, como una modalidad de financiamiento alternativa para el desarrollo de las obras públicas, al financiamiento estrictamente público a través de los fondos sectoriales que las respectivas leyes de presupuesto le otorguen al Ministerio de Obras Públicas.
2. Durante la administración pasada se dictó la Ley N° 21.044 mediante la cual se creó la Dirección General de Concesiones, DGC, incorporándose en nuestra ley Orgánica, el artículo 22 bis, que establece textualmente:

*"Créase la Dirección General de Concesiones de Obras Públicas, dependiente del Ministerio de Obras Públicas, que tendrá como objeto la ejecución, reparación, mantención, conservación y explotación de obras públicas fiscales conforme al artículo 87, y la provisión de equipamiento o la prestación de servicios asociados conforme a lo establecido en el decreto supremo N° 900, de 1996, del Ministerio de Obras Públicas, que fija el texto, coordinado y sistematizado del decreto con fuerza de ley N° 164, de 1991, del Ministerio de Obras Públicas, Ley de Concesiones de Obras Públicas, como también la fiscalización del debido cumplimiento de las normas legales y administrativas aplicables a los contratos de concesión, sin perjuicio de las demás funciones que le encomienden las leyes." .....*

3. En la oportunidad, la Asociación Nacional de Ingenieros de Obras Públicas, ANIOP, se manifestó contrario a la decisión de crear una nueva Dirección General, encargada de desarrollar obras públicas, en forma paralela a la Dirección General de Obras Públicas, DGOP, también llamada a desarrollar obras públicas, habida consideración que dicha

Dirección General a través de sus Servicios dependientes, estaba facultada por la propia Ley Orgánica del MOP a desarrollar obras públicas mediante la modalidad de concesiones., como así ya había ocurrido. Nuestra oposición a la creación de esta nueva Dirección General estuvo centrada, entre otros considerandos, a que con ello se estaba introduciendo una duplicidad de funciones y legitimando la ausencia de coordinación, ya que ambas Direcciones Generales desarrollarán las obras Públicas en conformidad a sus propios planes y programas, no existiendo ningún ente superior que los coordine, lo que a nuestro juicio, más temprano que tarde se traducirá en incumplimientos a los principios de eficacia, coordinación y eficiencia en el uso de los recursos públicos, establecidos en la Ley Orgánica Constitucional de Bases Generales de la Administración del Estado.

Sin pretender extendernos en cómo impactará en el cumplimiento de los citados principios, la actual orgánica del MOP, con dos Direcciones Generales que están llamadas a desarrollar obras públicas señalar a modo de ejemplo, que la nueva Dirección General de Concesiones, lentamente va a tener que ir incorporando en su dotación, los profesionales y las competencias necesarias para desarrollar todas aquellas funciones que hasta antes de su entrada en vigencia, eran desarrolladas por los distintos Servicios dependientes de la DGOP, generándose una inevitable duplicidad de funciones y de recursos al interior del MOP.

4. Respecto del desarrollo histórico de las concesiones de obras públicas, como modalidad de financiamiento, hoy transformada en una institución, podemos reseñar muy resumidamente lo siguiente:

- Este proceso se inicia con la ley N° 18.060 dictada el año 1981 que derogó el artículo 24 del DFL N° 206 de 1960, Ley de Caminos.
- Posteriormente, se dicta el DFL N° 591 de 1982 que fijó Normas de carácter General Relativas a la Ejecución, Reparación y Mantención de Obras Públicas Fiscales a que se refiere el Artículo 52º de la Ley N° 15.840. Cabe señalar que este DFL nunca fue utilizado o aplicado, existiendo diversas explicaciones para ello, en nuestro caso creemos que un elemento que pudo haber sido fundamental es que el mencionado decreto era más cauteloso respecto del interés fiscal.
- El año 1991 se dictó la ley N° 19.068, que modificó justamente el DFL N° 591 de 1982. Bajo esta ley se adjudicó el primer contrato de concesión de obra pública, el Túnel el Melón.
- Con posterioridad al año 1991, se han dictado una serie de leyes complementarias, partiendo por la ley N° 19.252 de 1993, respecto de la cual, documento preparado por la entonces "Coordinación General de Concesiones", señalaba:

*"Si bien el objetivo de la ley era el mismo que el de los cuerpos legales anteriores, es decir, incentivar a los privados a invertir y participar del sistema de concesiones, en esta ocasión, además de introducir mayor certeza a los actores involucrados directamente, se buscó dar seguridad a los inversionistas y financieras".*

5. De la lectura del texto antes indicado queda claro que la normativa complementaria que se ha venido dictando, ha puesto su mirada en la institucionalidad, en los gobiernos de turno, en las empresas concesionarias, en los inversionistas y financieras, pero en ningún caso en los ciudadanos ni menos en los usuarios, que son los que en definitiva se han tenido que hacer cargo por demasiados años, de los altos costos que significa por regla general acceder a las obras concesionadas. En el caso de las carreteras concesionadas por ejemplo, los costos de los peajes, más conocidos como "tag", están entre los más caros del mundo.
6. Siguiendo con el caso de las concesiones viales, al inicio de este tipo de obras se estableció que la construcción de las carreteras concesionadas iría aparejada con la construcción de las respectivas caleteras que permitiría el desplazamiento de todos los ciudadanos que por

diversas razones no quisieran o no pudieran "subirse" a las nuevas carreteras concesionadas. Esto definitivamente no ocurrió y el caso es que en la actualidad, el derecho al libre tránsito por las vías terrestres del país, está severamente conculado. Si un ciudadano no dispone de dinero suficiente, aunque disponga de su vehículo con el permiso de circulación debidamente cancelado, no puede desplazarse libremente a lo largo del país.

7. Otra afirmación que se le hizo al país a comienzos de los años 90 fue que para poder solucionar el gran déficit de infraestructura vial existente, dado el alto costo que ello significaba y la incapacidad económica del estado para enfrentar este gran déficit, el estado iniciaría la construcción de carreteras con financiamiento privado, lo que significaría que los usuarios deberían asumir el pago de peajes para poder pagar la inversión que harían los empresarios, basados en el lema "el que usa paga". Adicionalmente se comprometió al país, que una vez que los contratos cumplieran su plazo, las carreteras volverían a manos del estado quien desde ahí en adelante se haría cargo de las mismas. De esta afirmación se podía subentender que cuando ello ocurriera, en el caso de mantenerse algún tipo de peaje o tag, dichos valores bajarían significativamente.

Lamentablemente, no es lo que ha estado ocurriendo. Una vez más los cambios introducidos han ido en perjuicio de los usuarios y a favor de las empresas concesionarias, a las que en algunos casos se les ha extendido el plazo de sus contratos que en nada benefician a los usuarios; en otros casos se han relicitado los contratos con la justificación de la construcción de nuevas obras.

La pregunta que cualquiera se hace, ¿dónde ha estado la participación de los usuarios que son los que nuevamente van a seguir pagando por 20 o 30 años más, los peajes más caros del mundo?"

8. Respecto de los contratos ejecutados con fondos sectoriales, podemos afirmar que el MOP no realiza evaluación ex post de sus proyectos, información que se nos entregara oficialmente durante la administración pasada, en respuesta a consulta oficial realizada al Director General de Obras Públicas, lo cual nos parece en extremo grave, pudiendo constituir ello un notable abandono de deberes de las autoridades superiores del MOP de los diferentes gobiernos. No disponer de la información respecto de las eventuales deficiencias, errores u otras consideraciones incluso de mayor gravedad que puedan haberse producido en el desarrollo de un proyecto, que permita corregir, mejorar, u optimizar en futuros proyectos de similar naturaleza, permite que se sigan repitiendo las mismas situaciones, que van en perjuicio del interés fiscal y también de los usuarios y ciudadanos en general.
- Respecto de los proyectos concesionados, no tenemos información oficial sobre la materia, aunque todo parece indicar que tampoco se han realizado las evaluaciones ex post de los proyectos que han concluido su plazo final de término.

9. En conformidad a lo indicado precedentemente, solicitamos copia de las evaluaciones ex post que pudiera haber realizado la ex Coordinación General de Concesiones, a lo menos de los proyectos que cumplieron su plazo final, solicitud que hacemos en el marco de la ley N° 20.285, Sobre Acceso a la Información Pública.

10. Aprovechamos la oportunidad de solicitar la información que se detalla a continuación, para todos y cada uno de los contratos realizados por intermedio de la ex Coordinación General de Concesiones de Obras Públicas, que cumplieron su plazo de contratación. La información que requerimos y detallamos a continuación, la demandamos en el marco de la ley N° 20.285

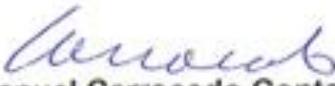
Sobre Acceso a la Información Pública. La información demandada para cada contrato terminado es la siguiente:

- Resolución de adjudicación, incluidas las bases técnicas y administrativas
- Resoluciones que modificaron el contrato inicial
- Resolución de liquidación del contrato
- Monto inicial y final del contrato
- Plazo inicial y final del contrato
- Montos aportados o pagados por el fisco por ítem (IVA, indemnizaciones, etc.)
- Ingresos que ha tenido la concesionaria por ítem (peajes, derechos, arriendos, etc.)
- Respecto de los ingresos, conocer qué grado de control tiene el fisco sobre ellos.
- Último estado de pago cancelado a la concesionaria
- Impuestos pagados al estado por la concesionaria por cada año del contrato

11. Finalmente y a pesar de la poca información pública disponible, tenemos la convicción que los contratos concesionados han terminado siendo muy favorables para las concesionarias en desmedro de los ciudadanos, usuarios y el propio fisco, por lo que demandamos en primer lugar, que todo contrato que cumpla su plazo vuelva a la administración del MOP como fue comprometido inicialmente, creándose para ello las corporaciones públicas que correspondan.

12. Del mismo modo, demandamos que cualquier nueva iniciativa que se pretenda desarrollar bajo el modelo de concesión, tenga como insumo necesario y obligado, en los casos que ello sea empujado por la imposibilidad de financiamiento público, un análisis estrictamente técnico-económico-social, y no político, de todas las alternativas de financiamiento posibles, realizado por instancias distintas a las actuales, donde tengan participación los usuarios de las obras a concesionar y la ciudadanía en general, teniendo como insumo obligado, las evaluaciones ex post realizadas de proyectos similares concesionados.

Sin otro particular, saludan atentamente a Ud.,

  
Manuel Carracedo Contador  
Primer Vicepresidente ANIOP

  
Mario Maureira Frazier  
Presidente Nacional ANIOP



## ÍNDICE

- A.N.I.O.P.	2
- EDITORIAL	2
- LOS TRENES EN LA MEMORIA <i>Fernando Montolio Berendique</i>	3
- SUSTENTABILIDAD EN PROYECTOS VIALES <i>Victor Reyes Gonzalez</i>	6
- DOS FÁBULAS DE TRILUSSA <i>Trilussa</i>	9
- PUERTO WILLIAMS <i>La ciudad más austral de América</i> <i>César Lagos L</i>	10
- LA IZQUIERDA Y LA DERECHA UNIDAS JAMÁS SERÁN VENCIDAS <i>Nicanor Parra</i>	14
- GLACIOLOGÍA <i>Raul Cisternas Novoa</i> <i>Diego González Pavez</i>	15
- PALABRAS DEL ING. CIVIL ROLANDO TOLOZA NORAMBUENA EN EL COLEGIO DE INGENIEROS A.G. <i>Rolando Toloza Norambuena</i>	26
- PUENTES NOTABLES EN LA HISTORIA <i>Manuel Carracedo Contador</i>	29
- DISCURSO DÍA NACIONAL DE LA INGENIERÍA 15 DE MAYO DE 2019 <i>Mario Maureira Frazier</i>	37
- ANIOP-91 2019-11-2019 <i>Carta dirigida al SR. ALFREDO MORENO CHARME,</i> <i>MINISTRO DE OBRAS PÚBLICAS. Recibido el 27 NOV 2019</i> <i>Mario Maureira Frazier y Manuel Carracedo Contador</i>	43



**Locomotora "La Copiapina". 1850. Primer tren de Iberoamérica.** Gentileza de la Sra. Sandra Bustos Ramírez, Ingeniero Civil de la Dirección Regional de Vialidad, Región de Atacama.  
OPVS PVBLICVM 03 Dic. 2019.docx