



ANÁLISIS DE LAS ESPECIALIDADES NO TRADICIONALES DE INGENIERÍA CIVIL EN CHILE

INSTITUTO DE INGENIEROS DE CHILE

Fundado en 1888

Miembro de la Unión Panamericana de Asociaciones de Ingenieros (UPADI) Miembro de la American Society of Civil Engineers (ASCE)

PRESIDENTE

Ricardo Nicolau del Roure G.

PRIMER VICEPRESIDENTE

Luis Nario Matus

SEGUNDO VICEPRESIDENTE

Carlos Mercado Herreros

TESORERA

Silvana Cominetti Cotti-Cometti

PROTESORERO

Jorge Pedrals Guerrero

SECRETARIA

Ximena Varaas Mesa

PROSECRETARIO

Germán Millán Valdés

DIRECTORIO 2020

Iván Álvarez Valdés Elías Arze Cyr Marcial Baeza Setz Juan Carlos Barros Monge Juan E. Cannobbio Salas Silvana Cominetti Cotti-Cometti Alex Chechilnitzky Zwicky Raúl Demangel Ćastro Andrés Fuentes Torres Roberto Fuenzalida González Javier García Monge Rodrigo Gómez Alvarez Cristian Hermansen Rebolledo Carlos Mercado Herreros Germán Millán Valdés Rodrigo Muñoz Pereira Ricardo Nanjarí Román Luis Nario Matus Ricardo Nicolau del Roure G. Jorge Pedrals Guerrero Humberto Peña Torrealba Luis Pinilla Bañados Daniela Pollak Aguiló Miauel Ropert Dokmanovic Mauricio Sarrazin Arellano Alejandro Steiner Tichauer Ximena Vargas Mesa Luis Valenzuela Palomo René Vásquez Canales Jorge Yutronic Fernández

Secretario General

Carlos Gauthier Thomas

SOCIEDADES ACADEMICAS MIEMBROS DEL INSTITUTO

ASOCIACION CHILENA DE SISMOLOGIA E INGENIERIA ANTISISMICA, ACHISINA. Presidente: Rodolfo Saragoni H.

ASOCIACION INTERAMERICANA DE INGENIERIA SANITARIA Y AMBIENTAL CAPITULO CHILENO, AIDIS.

Presidente: Alexander Chechilnitzky Z.

SOCIEDAD CHILENA DE INGENIERIA HIDRAULICA, **SOCHID.**

Presidente: José Vargas B.

SOCIEDAD CHILENA DE GEOTECNIA, SOCHIGE.

Presidente: Gonzalo Montalva A.

SOCIEDAD CHILENA DE INGENIERIA DE TRANSPORTE, SOCHITRAN. Presidenta: Carolina Palma A.

PMI SANTIAGO CHILE CHAPTER Presidente: Alfonso Barraza San M.

SOCIEDAD CHILENA DE EDUCACIÓN EN INGENIERÍA, SOCHEDI.

Presidente: Mario Letelier S. **COMISIONES DEL INSTITUTO**

Economía Circular. Presidente: Javier García M.

Inteligencia Artificial y el Big Data. Presidente: Juan Carlos Barros M.

Ingeniería v Ética. Presidente: Elías Arze C.

Ingenieros en la Historia Presente. Presidente: Ricardo Nanjarí R.

Ingeniería y Ciencias de la Vida. Presidente: Alejandro Steiner T.

La Gestión y Calidad del Diseño de los Proyectos de Ingeniería. Presidente:Ricardo Nicolau del Roure

Prospectivas de la Ingeniería. Presidente: Jorge Yutronic F.

Visión del Negocio del Cobre. Presidente: Andrés Fuentes T.

CONSEJO CONSULTIVO

Raquel Alfaro Fernandois Elías Arze Cyr Marcial Baeza Setz Juan Carlos Barros Monge Bruno Behn Theune Sergio Bitar Chacra Mateo Budinich Diez Juan Enrique Castro Cannobbio Jorge Cauas Lama Joaquín Cordua Sommer Luis Court Moock Alex Chechilnitzky Zwicky Raúl Espinosa Wellmann Álvaro Fischer Abeliuk Roberto Fuenzalida González Tristán Gálvez Escuti Alejandro Gómez Arenal Tomás Guendelman Bedrack Diego Hernández Cabrera Jaime Illanes Piedrabuena Agustín León Tapia Jorge Mardones Acevedo Carlos Mercado Herreros Germán Millán Pérez Guillermo Noguera Larraín Luis Pinilla Bañados Rodolfo Saragoni Huerta Mauricio Sarrazin Arellano Raúl Uribe Sawada Luis Valenzuela Palomo Solano Vega Vischi Hans Weber Münnich Andrés Weintraub Pohorille

Jorge Yutronic Fernández

Análisis de las especialidades no tradicionales de Ingeniería Civil en Chile

Presidente: Iván Álvarez

Integrantes: Juan Carlos Barros

Raúl Benavente Verónica Patiño

Comisión de Análisis de las Especialidades de Ingeniería Civil en Chile – 2020

i

Agradecimientos

El Instituto de Ingenieros de Chile hace un especial reconocimiento a cada uno de los integrantes de la Comisión, los Ingenieros: Iván Alvarez, Juan Carlos Barros, Raúl Benavente y Verónica Patiño, por su asistencia y colaboración en las sesiones de trabajo y en la redacción del presente informe.

El Instituto desea realizar además un reconocimiento al Ingeniero Sr. Raúl Uribe, director de la Revista y Anales del Instituto, quien en su calidad de editor de las publicaciones de nuestra Corporación colaboró en la revisión del material que integra el presente informe. Se hace extensivo este reconocimiento al Sr. Carlos Gauthier, por el apoyo prestado al trabajo de la Comisión y al Sr. Uribe en su labor.

Presentación

La ingeniería ha realizado importantes aportes al desarrollo de la humanidad, siendo por ello, una actividad socialmente reconocida y valorada. A fin de mantener la relevancia y calidad de sus aportes, es necesario cautelar tanto el desarrollo de la ingeniería, como la formación de los futuros ingenieros.

Nuestro país cuenta con un sistema de educación superior que ofrece una amplia variedad de alternativas para quienes desean seguir estudios técnicos o profesionales, observándose un gran interés por las carreras tecnológicas, por lo que cada año las instituciones de educación se hacen cargo de las esperanzas de los miles de jóvenes que ingresan a las Facultades de Ingeniería, confiando en lo ofrecido (mallas curriculares, contenidos y docentes), y aunque esto se cumpla, no garantiza a sus titulados espacios laborales, ni desempeños, lo que hace necesario velar por la calidad de lo ofrecido ante la fe pública, asegurando que la academia cumpla la responsabilidad social que le cabe.

En los últimos 40 años, en nuestro país se han creado nuevas carreras de ingeniería civil que, aunque con un número pequeño de alumnos y titulados, pareciera que atienden las necesidades de mercados en desarrollo, pero también, se constatan fracasos, lo que tiene un impacto en los alumnos, titulados, instituciones de educación superior y en la credibilidad del sistema de educación superior frente a la sociedad.

El objetivo de este trabajo es proponer recomendaciones y orientaciones para el desarrollo de nuevas especialidades de ingeniería civil, tras revisar los desafíos futuros de la ingeniería y la situación actual de las carreras de ingenierías de especialidad en Chile y en el extranjero.

Este trabajo responde a la constante preocupación del IICh por la formación de los ingenieros civiles, y por ello, ha creado a través del tiempo distintas comisiones de estudio que han pretendido responder algunas de las inquietudes de la sociedad sobre la profesión.

Índice

1. Introducción	1
1.1 Obietivo	2
· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	2
	2
Antecedentes históricos sobre la ingenier	ía y la formación de ingenieros3
	3
	3 5
, ,	6
	7
	7
	9
2.8 Conclusiones del capitulo	9
3. Requerimientos y propuestas de la forma	ción de ingenieros11
3.1 Requerimientos y propuestas en el ámbito nacional	11
3.2 Requerimientos y propuestas en el ámbito internacio	nal12
3.3 Conclusiones del capitulo	14
4. La realidad del nombre ingeniería en las o	carreras en Chile15
4.1 Niveles en las carreras de Ingeniería	15
	e ingeniero16
	18
	20
	21
4.6 Conclusiones del capitulo	26
·	Chile27
-	27
5.2 Conclusiones del capitulo	31
6. Benchmarking internacional	32
6.1 Duración	32
	32
	niería en pre y postgrado33
	33
	33
	34 34
	es35
	35
7.2 Conclusiones del capitulo	37
8. Conclusiones del informe	38
	38
	38
	38
8.4 Incorporación de una nueva especialidad	38

9.	Recomendaciones	39
9.2 Cread	poración de una nueva especialidad de la ingenieriaión de carrera de ingeniería civil con nueva especialidaducionalidad reguladora	4
10.	Bibliografía	4
11.	Anexos	4
Anexo 1:	Requerimientos y propuestas de formación en el ámbito nacional	4
	Requerimientos y propuestas de formación en el ámbito internacional	

Autorizada su reproducción total o parcial, citando la fuente.

Indice de Tablas

Tabla 1: Oferta de carreras de ingeniería para la Admisión 2020	17
Tabla 2: Oferta de carreras por nivel de Universidades Estatales	
Tabla 3: Oferta de carreras por nivel de Universidades Privadas del CRUCH	19
Tabla 4: Oferta de carreras por nivel de Universidades Privadas Adscritas al SUA	19
Tabla 5: Oferta de carreras por nivel de Universidades Privadas no Adscritas al SUA	20
Tabla 6: Oferta total de carreras de ingeniería	20
Tabla 7: Nuevas carreras y especialidades 2020	
Tabla 8: Universidades del sistema. Títulos de Ingeniería Civil	21
Tabla 9: Universidades del sistema. Títulos de Ingeniero por área	24
Tabla 10: Universidades del sistema. Títulos de Ingeniero de Ejecución por área	25
Tabla 11: Número de carreras de las especialidades tradicionales de ingeniería civil	27
Tabla 12: Carreras de ingeniería civil nuevas o no tradicionales del CRUCH	28
Tabla 13: Carreras de ingeniería civil que ofrecen las universidades privadas	29
Tabla 14: Número de carreras de nuevas especialidades de ingeniería civil	30
Tabla 15: Carreras de ingeniería civil que han sido discontinuadas	31
Tabla 16: Algunas especialidades de la ingeniería en universidades extranjeras	32
Tabla 17: Ejemplo de nuevas carreras (Bachelor de 4 años)	34
Tabla 18: Tendencias de la ingeniería	
Tabla 19: Conocimientos, habilidades y competencias propuestas por el MNCES	52
Tabla 20: Disciplinas y sub disciplinas segun la OCDE	

1. INTRODUCCIÓN

La ingeniería ha realizado aportes importantes al desarrollo de la humanidad y por esta razón, es una actividad socialmente reconocida y valorada. A fin de mantener la relevancia y calidad de los aportes de la ingeniería, es necesario cautelar tanto el desarrollo de la ingeniería, como la formación de los futuros ingenieros.

Si se considera la diversidad y complejidad de los desafíos que enfrenta la sociedad, es de esperar nuevas especialidades de la ingeniería para abordarlos, lo que en algunos casos, dará lugar a nuevas carreras.

Nuestro país no está ajeno esta dinámica, y en la actualidad, cuenta con un sistema de educación superior que ofrece variadas alternativas y trayectos académicos para quienes desean seguir estudios técnicos o profesionales, observándose un gran interés por las carreras tecnológicas. El año 2020, la matrícula total de pregrado asociada a programas de estudio en Ciencias, Tecnologías, Ingenierías o Matemática o STEM, corresponde a 206.320 estudiantes, que representa el 18,0% de la matrícula del sistema (1). Esto requiere hacerse cargo de las esperanzas de los miles de jóvenes que cada año ingresan a las Facultades de Ingeniería, confiando en lo ofrecido, que, aunque cumplido en términos de malla curricular, contenidos, proceso formativo y docentes, no ofrecen garantías de espacios laborales, ni desempeños, lo que hace necesario velar por la fe pública, asegurando que la academia cumpla con su parte de responsabilidad social en todo este proceso.

En función de lo expuesto y considerando que el futuro de la ingeniería y la formación de los ingenieros tienen un gran impacto social, es necesario reflexionar respecto de ellos.

En los últimos 40 años, en nuestro país se han creado nuevas ingenierías civiles que, aunque con un número pequeño de alumnos y titulados, pareciera que atienden las necesidades de mercados en desarrollo. Es así como junto a las tradicionales ingenierías civiles, en Obras, Mecánica, Química Eléctrica, Electrónica, Industrial, Informática, Minas, y Metalúrgica, aparecen nuevas especialidades como: Biotecnología, Biomedicina, Aeroespacial y Bioinformática, entre otras. Pero tambien se constatan fracasos, que tienen un impacto en los alumnos, titulados, institución de educación superior y en la credibilidad del sistema de educación superior frente a la sociedad.

Debido a lo anterior, resulta interesante revisar qué está ocurriendo en nuestro país con la creación de carreras que llevan la denominación "Ingeniería" en general y las ingenierías civiles en particular.

Este trabajo responde a la constante preocupación del IICh por la formación de los ingenieros civiles, y para ello se han creado a través del tiempo, distintas comisiones de estudio que han pretendido responder algunas de las inquietudes de la sociedad sobre la profesión.

1.1 Objetivo

El objetivo de este trabajo es presentar recomendaciones y orientaciones para la incorporación de nuevas especilidades de la ingeniería, y para el desarrollo de nuevas carreras de ingeniería civil de especialidad, considerando la historia y desafíos de la ingeniería, y la situación de las carreras de ingeniería en Chile (de 4, 5 y 6 años de duración), así como en el extranjero.

1.2 Alcance

El trabajo presenta un análisis de las carreras de ingeniería en general y de la ingeniería civil (ingenierías de base científica) en particular, dictadas al año 2020 en las universidades públicas y privadas de nuestro país, así como una mirada a las carreras de ingeniería ofrecidas por las Facultades de Ingeniería internacionales, líderes en los rankings mundiales, que fueron consideradas como referentes.

1.3 Metodología de trabajo

El trabajo revisa la situación de las carreras de ingeniería en sus distintas especialidades en Chile y de algunas ingenierías en el extranjero, a partir de información pública.

La información histórica y de contexto, se ha obtenido de documentos, articulos e informes que son citados en la bibliografía.

2. Antecedentes históricos sobre la ingeniería y la formación de ingenieros

2.1 La ingeniería y su rol en la sociedad

La ingeniería posee una larga historia de logros en el mundo civil y militar; sin embargo, desde la Revolución Industrial a fines del siglo XVIII, el mundo ha sido testigo de un crecimiento económico y de bienestar sin precedentes en la historia, en el cual la ingeniería ha jugado un rol fundamental. Sin embargo, la historia de la ingeniería está marcada por complejas discontinuidades. No es fácil relacionar al ingeniero—arquitecto de la antigüedad, al ingeniero-artista del Renacimiento y al actual ingeniero-empleado de una gran corporación multinacional, como parte de una misma profesión. Incluso si se limita a períodos recientes, las discontinuidades no son fáciles de comprender. Sin embargo, también existen aspectos comunes en los últimos 200 años, como son el uso de las ciencias, las matemáticas, la tecnología, los conocimientos de alguna especialidad de la ingeniería y un tipo de racionalidad (no en su acepción filosófica o intelectual) que guía la acción de los ingenieros, y que les permite tomar decisiones para cerrar la brecha entre conocimiento y práctica, y concluir con un diseño o solución a una situación.

La capacidad de la ingeniería para abordar diversos desafíos es socialmente valorada, principalmente en el mundo laboral, donde las habilidades desarrolladas por los ingenieros son apreciadas en ámbitos muy distintos como los negocios, las finanzas, la gestión de organizaciones, en salud, el ámbito público, entre muchas otras áreas.

Según la National Academic of Enginering, en EEUU (2), solo el 35% de quienes obtuvieron un grado en ingeniería trabaja en ocupaciones directamente relacionadas con ella y el 65% restante, en otras actividades, siendo principalmente los jóvenes quienes trabajan directamente en ingeniería. Estas cifras muestran que las habilidades adquiridas por los ingenieros son valoradas en otras áreas, lo que produce su migración.

El éxito de las carreras de ingeniería en el mundo laboral, ha querido ser emulado en otras áreas que anteponen el nombre de "Ingeniería en", a carreras del ámbito de los negocios, las ciencias, la gestión, entre otros, cuya base formativa no incorpora ciencias, tecnología, ingeniería y matemática (conjunto denominado STEM; *Science, Technology, Engineering and Mathematics*), ni el método que caracteriza a la ingeniería.

2.2 Características de la ingeniería y los ingenieros

La ingeniería es una actividad humana que tiene propósitos, conocimientos y métodos que la distinguen y diferencian de otras; sin embargo, no resulta fácil formarse una visión unificada de la ingeniería o definir la especifidad de su labor, debido a la amplia variedad de campos en los que está presente, y al permanente cambio que estos experimentan. Su estrecha relación con la ciencia y la tecnología producen superposiciones que hacen más difícil establecer límites claros.

Según la organización ABET (Accreditation Board for Engineering and Technology), "La ingeniería es la profesión en la que el conocimiento de las ciencias matemáticas y las ciencias naturales, adquiridas mediante el estudio, la experiencia y la práctica, se aplica con juicio para desarrollar formas de utilizar económicamente los materiales y las fuerzas de la naturaleza para el beneficio de la humanidad."

Además de lo anterior y sin ser exhaustivos, pueden citarse, en base a revisión de la literatura y la experiencia, algunas otras características de la ingeniería:

- Siempre responde a desafíos sociales, no opera en el vacío.
- Tiene fines utilitarios, es decir, sus resultados se miden por la utilidad que presta en la solución de problemas que plantea la sociedad, las empresas o las personas.
- Es multidisciplinaria, pues aborda situaciones que presentan múltiples facetas, que deben ser consideradas en el proceso de diseño de una solución, lo que requiere que los ingenieros tengan una visión holística, así como la capacidad de comunicarse entre ellos.
- Aborda situaciones únicas, con requerimientos poco definidos y en conflicto, para los que no existe una solución correcta, sino una óptima.
- Es un proceso creativo, que permite convertir ideas abstractas en productos o sistemas que atienden necesidades o resuelven problemas de la sociedad, empresas o personas.

Respecto de los ingenieros y su labor, también resulta difícil hacer una descripción única de su quehacer, debido a la variedad de actividades que desarrollan, y a los cambios que estas experimentan en el tiempo, así, sin ser exhaustivos, se puede decir de los ingenieros:

- Más que "el qué" los caracteriza, su principal característica es "el cómo" trabajan, y lo hacen utilizando una metodología o proceso creativo denominado Diseño en Ingeniería, que abarca desde la formulación del problema a la implementación de la solución propuesta. El proceso presenta variaciones y diferentes nombres dependiendo de la industria o especialidad en que se desarrolla, así como si se utiliza profesionalmente o para enseñanza (ej. la iniciativa CDIO), pero puede resumirse en los siguientes pasos:
 - Formulación del problema (identificación, requerimientos, restricciones, contexto y grupos de interés)
 - o Recopilación y análisis de datos e información del problema
 - Generación de soluciones alternativas (ideas)
 - Diseños preliminares (diseño conceptual, modelamiento, simulación, prototipos)
 - Evaluación económica y tecnológica de las alternativas y selección de la solución óptima
 - Diseño detallado y especificación de la solución (tecnologías, materiales, personas, costos, plazos, etc.)
 - o Implementación de la solución
 - Documentación de la solución

El proceso es iterativo y requiere creatividad, ingenio, imaginación, experimentación y experiencia, pudiendo incluir investigación y desarrollo, siendo su finalidad, generar una solución óptima a una situación particular.

Crean lo que previamente no existía o mejoran lo existente, utilizando los conocimientos de las ciencias, la matemática y la tecnología, pero los resultados no se obtienen de su aplicación directa, sino que deben modificarlos y reelaborarlos para que junto a conocimientos de base empírica, puedan aplicarlos a la situación particular.

- Son "solucionadores de problemas", pero al intervenir modifican el medio, lo que en algunas oportunidades produce impactos negativos en él, por lo que deben ser capaces de anticiparlos y considerarlos en sus soluciones.
- Hacen uso de modelos, pero finalmente trabajan con la realidad, enfrentando situaciones complejas y dinámicas, con un gran número de variables de variada naturaleza (física, tecnológica, económica, ambiental, legal, social, política y ética), debiendo considerar sus interacciones y restricciones, así como las limitaciones en la disponibilidad de datos e información respecto de ellas (información incierta e incompleta).
- Reducen la complejidad en un proceso de análisis y síntesis, que requiere el juicio profesional obtenido por la experiencia.
- Su actividad se desarrolla principalmente mediante proyectos, que tienen un resultado único
 (obras, procesos, sistemas, productos o dispositivos), que responde a requerimientos de
 terceros, debiendo definir, priorizar y gestionar las tareas que deben realizar para lograrlo, junto
 con administrar los recursos necesarios, cumplir plazos y mantener estándares de calidad y
 seguridad.
- Utilizan conocimientos teóricos y empíricos de su especialidad, de gestión de proyectos (planificación, organización, coordinación y control), junto con habilidades para trabajar en equipo con especialistas de otras disciplinas.
- Pueden formarse y especializarse en una industria (ej. generación de energía eléctrica), en un tipo de tecnología (ej. turbinas para aviones o materiales semiconductores), o en temas transversales a varias industrias (ej. automatización, robótica).

2.3 La ingeniería y la especialización

La especialización no es una característica propia de la ingeniería, sino que de la actividad humana, por lo que se revisa este concepto desde una perspectiva amplia.

2.3.1 La especialización en el mundo del conocimiento

Desde que la humanidad se preguntó por el mundo que le rodeaba, ha intentado obtener respuestas o conocimientos, utilizando distintas vías como son la religión, la filosofía y la ciencia; sin embargo, las diversas formas de conocérlo, tienden a contemplarlo todo desde su perspectiva sin considerar otras. Frente al incesante incremento del conocimiento, la especialización ha evitado la dispersión y la generalización, al concentrarse en un objeto específico, lo que conlleva los peligros asociados a la hiperespecialización. Si bien esta forma de proceder ha demostrado cierta eficacia en la comprensión del entorno, ha producido una pérdida de la visión global.

2.3.2 La especialización en el mundo del trabajo

El mundo laboral también reconoció que la especilización en el trabajo tenía como beneficio el aumento de la productividad. Esta se logra a través de la divisón del trabajo que describiera Adam Smith y que posteriormente desarrollara el ingeniero Frederick W. Taylor, creador de la Administración Científica. Desde entonces la división del trabajo y los conocimientos especializados han caminado juntos.

2.3.3 La especialización en el mundo de la ingeniería

La ingeniería se ha transformado en un campo de conocimientos muy amplio, con diversas especialidades, siendo una de las labores del ingeniero, coordinar las tareas resultantes de esa división, lo que constituye un aspecto distintivo de su trabajo.

La especialización en su aspecto negativo, impide que los ingenieros tengan una visión holística, lo que impide anticipar los impactos de su quehacer en otras áreas, y un diálogo fluido con otras disciplinas de la ingeniería o profesiones.

El proceso de especialización de la ingeniería se dio de forma muy intensa durante el siglo XX, apareciendo un gran número de ramas o subespecializaciones de la ingeniería, tales como: aeronáutica, alimentos, química, eléctrica y electrónica, mecánica, industrial, telecomunicaciones, electrónica, geología, petrolera, nuclear, eólica y solar, informática, genética, entre otras.

2.4 Desafíos de la ingeniería

La humanidad ha debido enfrentar múltiples desafíos a lo largo de su historia, y en la actualidad algunos son de escala planetaria, requiriendo una visión global y trabajo multidisciplinaria para abordarlos. Es así como el continuo aumento de la población y los cambios sociales, presionan por modificaciones en los sistemas de educación, salud, previsión social, vivienda, transporte y energía. Por otra parte, la mitad de la superficie de nuestro planeta ha sido transformada por la acción humana, existiendo una presión creciente sobre sistemas naturales (agua dulce, tierras cultivables, minerales, petróleo, etc), con variadas consecuencias sobre la biodiversidad, lo que, unido a la contaminación, el cambio climático y otros fenómenos naturales, genera grandes desafíos en la sustentabilidad social, económica y ambiental de la humanidad en los próximos años.

Desde la ciencia y la tecnología, aparecen nuevas posibilidades como la electromovilidad, energías renovables, ciudades inteligentes, ciencia de datos, internet de las cosas, ciberseguridad e inteligencia artificial, y la convergencia de las tecnologías digitales, físicas y biológicas (denominada la Cuarta Revolución Industrial), que ofrecen grandes posibilidades, pero también producirán cambios radicales en algunos ámbitos de la sociedad.

Los desafíos descritos requieren de la ingeniería en variados frentes, con soluciones a diferentes escalas, proporcionada por ingenieros con nuevas perspectivas, conscientes de que la sociedad realiza mayores cuestionamientos a su actuar. Así, la actitud optimista en la formación del ingeniero, propia de los siglos XIX y XX, que tenía como misión fundamental controlar la naturaleza, debe ser reconsiderada en el siglo XXI, y ser complementada con conocimientos fuera de su especialidad, formación ética y una mayor consciencia de su rol social, con respecto a los impactos que tiene su actuar.

La adaptación de la ingeniería a un entorno y sociedad cambiantes, requiere una revisión permanente sus prácticas, y de la formación de los futuros ingenieros, lo que incluye las políticas, instituciones, procesos formativos y el mercado laboral.

2.5 La formación de los ingenieros

2.5.1 Orígenes de la formación

Aunque la práctica de la ingeniería tiene una larga historia, su enseñanza tiene sus orígenes en Francia en 1794, con la fundación de la Escuela Politécnica de París, por parte de Napoleón, la que tenía una marcada orientación militar. Los profesores fueron grandes matemáticos, físicos y químicos de la época, quienes impartían las materias científicas comunes a todas las ingenierías. La matemática constituía el pilar de la enseñanza, estableciendo desde entonces una relación muy estrecha tanto en lo metodológico, como en lo instrumental con la ingeniería. En este modelo formativo, se gestó el ingeniero moderno, con una sólida formación científica y orientación a las aplicaciones.

En la misma época y bajo el impulso de la Revolución Industrial, aparece el desarrollo de la ingeniería inglesa asociada a las aplicaciones civiles, teniendo a las máquinas por protagonistas, con lo que el arte y la técnica se transforman en ingeniería, entendida como tecnología. En Alemania se cierra esta primera etapa incluyendo la investigación y explicación científica de los fenómenos con los que los ingenieros interactuaban. Así, el modelo formativo de los ingenieros se vio influenciado por la síntesis entre la filosofía militar y la matemática francesa, la capacidad de concreción inglesa y el modelo científico alemán.

2.5.2 El origen del título de Ingeniero Civil

Quien primero se denominó Ingeniero Civil, para distinguirse del creciente número de ingenieros militares, fue el inglés John Smeaton (1724-1792), quien destacara por sus trabajos en la construcción del Faro de Eddystone, el Canal de Clyde, rompeolas, puentes, y participante activo en el desarrollo de la máquina a vapor. En 1772 funda en Londres la Sociedad de Ingenieros Civiles (3). La educación formal en ciencias de la ingeniería en los diferentes países sigue el camino de la Ecole Polytechnique fundada en Paris en 1794, y de la Bauakademie de Berlín fundada en 1799. El King's College de Londres fue el primero en enseñar Ingeniería Civil en 1838, y en 1840 la Reina Victoria inaugura la primera cátedra de Ingeniería Civil y Mecánica en la Universidad de Glasgow, Escocia. El Rensselaer Polytechnique Institute, fundado en 1824, ofreció los primeros cursos de Ingeniería Civil en Estados Unidos (4).

2.6 La ingeniería civil en Chile, breve reseña histórica

2.6.1 Creación de la carrera

La Universidad de Chile, creada en el año 1842, a proposición del Consejo de esta Casa de Estudios, decreta el 7 de diciembre de 1853 el plan de estudios de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas que contiene las asignaturas necesarias para formar Ingenieros Geógrafos, Ingenieros Civiles e Ingenieros de Minas, Ensayadores Generales y Arquitectos (5). Las materias que contempla este plan, que se desarrolla en un periodo de cuatro años son:

- Primer año: álgebra superior, trigonometría esférica, geometría de las tres dimensiones, geometría descriptiva y sus aplicaciones;
- Segundo año: física, química, cálculo diferencial e integral;

- *Tercer año*: topografía, geodesia, mecánica, nociones de astronomía, prácticas de topografía y geodesia;
- Cuarto año: puentes, caminos, dibujo de máquinas, y las aplicaciones de la geometría descriptiva, de la arquitectura, de la mineralogía y de la geología.

El Programa contemplaba, además, un examen final que consistía en una prueba oral de una hora de duración, y una prueba práctica que consistía en un proyecto que incluía los planos, cálculos y pormenores relativos al presupuesto y ejecución de la obra. En la práctica esta propuesta descuida sin embargo la formación conducente al título de ingeniero civil y sólo después de varios años comienza a cobrar más importancia, titulándose el primer ingeniero civil en el año 1869 (6).

2.6.2 Evolución de los planes de estudios

En 1890 se pone en vigencia un nuevo plan con dos tipos de ingenieros: civil y minas, con tres secciones (hoy se diría menciones) cada una. El nuevo programa contemplaba una prueba previa, que se rendía después de terminados los dos años de estudios preparatorios, y una prueba final consistente en un examen oral y escrito, acompañados según los casos de memorias de proyectos, descripciones y resoluciones de trabajos a que debía ser sometido el aspirante. Esta prueba final abordaba temas de las asignaturas que formaban la especialidad de la sección. Los trabajos y memoria, correspondientes al tema asignado para la prueba final, se entregaban a lo menos con quince días de anticipación a la fecha fijada para el examen oral (7).

El 13 de diciembre de 1897 la Universidad de Chile aprueba un nuevo plan de estudios para ingeniería civil e ingeniería de minas, aumentando a cinco años la duración de las carreras, con el objeto de dar más importancia a los estudios de física general, química general y de máquinas. Con una dedicación promedio de 33 horas semanales, mitad clases teóricas y mitad ejercicios, las materias impartidas eran (6):

- *Primer año*: geometría analítica, álgebra superior, geometría descriptiva, física general 1, química general 1.
- Segundo año: cálculo diferencial e integral, mecánica racional, mineralogía, física general 2, química general 2, topografía.
- Tercer año: construcción general, física industrial, geología, máquinas 1, química analítica, geodesia, resistencia de materiales 1.
- *Cuarto año:* arquitectura, construcción general, hidráulica 1, resistencia de materiales 2, máquinas 2.
- Quinto año: administración y economía, ferrocarriles y caminos, hidráulica 2, química industrial, máquinas 3.

Además de la aprobación de todas las asignaturas se exigía la ejecución de un proyecto final. Por primera vez se incluían en esta oportunidad, materias relacionadas con la administración y la economía (8).

En el año 1912 se reforman los estudios de las humanidades, disminuyéndose de manera notable el programa para la enseñanza de las matemáticas y de casi todas las asignaturas, con lo cual los

estudiantes que llegan a rendir el bachillerato no están suficientemente preparados para optar al de matemáticas. Por tal motivo, el 7 de septiembre de 1918 se presenta un proyecto para aumentar en un año los estudios de ingeniería, mientras se reforma en la parte correspondiente a las matemáticas el plan y los programas que están vigentes. Este primer año preparatorio, que se agregaría a los cinco años del plan vigente, consulta además de las horas para completar los conocimientos de matemáticas suprimidos en la enseñanza secundaria, tres horas semanales para las asignaturas de física, química e idiomas (9).

El Consejo de Instrucción Pública, en sus sesiones del 24 de noviembre y de 1° de diciembre de 1919, aprobó el plan de estudios para las carreras de ingeniería civil, de minas y arquitectura, en el que se incorpora el primer año aprobado el año anterior. El plan de estudios de seis años comienza a dictarse a partir del año siguiente, con una división marcada de dos ciclos de tres años cada uno, el primero de los cuales incluye ramos científicos fundamentales y el segundo los ramos de aplicación (10).

2.6.3 Surgimiento de las especialidades

Desde 1912, se comenzaron a dar extensiones especializadas en las carreras, lo que prolongaba los estudios más allá de los seis años normales. Se pensó entonces que había llegado el momento de dar vida propia a estas extensiones, y así surgieron en la Universidad de Chile las carreras de Ingeniero Electricista en 1926, como una extensión de la electrotecnia, y la de Ingeniero Industrial en 1935, como una extensión principalmente de las asignaturas de máquinas, química industrial y metalurgia. Estas dos carreras se desarrollaban como anexas a las dos básicas de ingeniería civil y de ingeniería de minas respectivamente (11). Por su parte, y en el marco de esta especialización, la Universidad de Concepción comienza a ofrecer la carrera de Ingeniero Químico a partir del año 1919. El nacimiento de las primeras especialidades de ingeniería civil en el país se completa con la creación de la carrera de Ingeniería Mecánica en la Universidad Técnica Federico Santa María en el año 1935, y con creación de la carrera de Ingeniería Metalúrgica en la Universidad de Concepción en el año 1961.

2.7 Sobre las especializaciones posteriores

En nuestro país, la carrera bajo análisis, ingeniería civil, tiene una duración de entre 10 y 12 semestres en el papel, pero de más de 14 semestres en la práctica, lo que dificulta para algunos titulados, continuar con alguna especialización por la vía de magister, debido al tiempo que han destinado a la carrera de pregrado.

Algunas universidades están ofreciendo una salida alternativa, como es tomar tomar algunos cursos adicionales a los cursos de licenciatura, para entregar junto con el grado de licenciado en ciencias de la ingeniería y el título, el grado de magister en alguna especialidad.

2.8 Conclusiones del capítulo

En este capítulo se han planteado diferentes temas relacionados con la ingeniería y la formación de los ingenieros, a modo de conclusión:

- La ingeniería ha tenido un rol fundamental en el desarrollo de la humanidad, lo que hace necesario cautelar su quehacer y así como la formación de los futuros ingenieros.

- Debido a los permanentes desafíos que enfrenta la sociedad y a los avances de la ciencia y la tecnología, seguirán apareciendo nuevas especialidades de la ingeniería.
- La formación de los ingenieros en nuevas especialidades debe mantener las particularidades de la profesión, es decir, considerar formación STEM y el método de la ingeniería, así como materias que amplíen su horizonte y comprensión del medio social, económico y medioambiental en el que actúa.
- Las carreras de ingeniería tienen éxito en el mundo laboral, lo que ha llevado en nuestro país, a crear carreras con el nombre de "ingeniería en", las que no contemplan en sus planes de estudios la formación de ingeniero (STEM y método de la ingeniería), no habilitándolos para un posterior desempeño como tales.

3. REQUERIMIENTOS Y PROPUESTAS DE LA FORMACIÓN DE INGENIEROS

A través del tiempo, diversas organizaciones nacionales e internacionales, han generado propuestas para la formación de ingenieros, lo que es resumido en este punto, quedando los detalles en el Anexo 1.

3.1 Requerimientos y propuestas en el ámbito nacional

En los últimos años y ante la diversidad de carreras de ingeniería, han surgido propuestas para especificar los requerimientos que deben cumplir los planes de estudio de las carreras de ingeniería civil en sus distintas especialidades. La primera de ella aparece en la Ley Orgánica Constitucional de Educación (Ley LOCE) del año 1990, y la última corresponde al Marco Nacional de Cualificación del año 2017. El enfoque de cada una de estas propuestas no es coincidente ni contradictorio, aunque sí tienden a complementarse, y sólo una de ellas se refiere a la duración en años que deben tener los respectivos planes de estudio. El detalle de estas propuestas es el siguiente:

3.1.1 Ley Orgánica Constitucional de Enseñanza N° 18.962 (Ley LOCE de 7/3/1990)

3.1.2. Comisión Nacional de Acreditación de Pregrado para las carreras de ingeniería civil.

La Comisión Nacional de Acreditación de Pregrado (CNAP) establece específicamente criterios y estándares para las distintas carreras de ingeniería, y sobre la base de sus orientaciones y perfil de egreso distingue dos tipos de ingeniería:

- Ingenierías con base científica, que otorgan una licenciatura en ciencias de la ingeniería y conducen a un título profesional de ingeniero civil o uno esencialmente equivalente.
- Ingenierías con base tecnológica, que conducen a un título de ingeniero en un área de especialidad o de ingeniero de ejecución, y que pueden otorgar una licenciatura en la especialización correspondiente al título.

Para el caso de las primeras señala que debe contar con una fuerte base científica, y orientarse al diseño, gestión y producción.

Describe además los conocimientos, habilidades y capacidades que debe desarrollar el proceso formativo para alcanzar el perfil de egreso, proceso que debe contemplar cinco áreas de formación, cada una de ellas con objetivos bien definidos:

- ciencias básicas
- ciencias de la ingeniería
- ingeniería aplicada
- ciencias sociales y humanidades
- electivos de formación profesional

3.1.3 Colegio de Ingenieros de Chile

En su reglamentación interna, el Colegio de Ingenieros de Chile cuenta con un reglamento sobre la *Calificación de Títulos Profesionales de Ingenieros para Admisión de Socios Activos*, en el que se puede destacar lo siguiente:

Los programas de estudio de los Ingenieros tengan un contenido curricular amplio, que involucra tanto a las Matemáticas, Ciencias Naturales, Ciencias de la Ingeniería de diferentes especialidades, Ciencias Sociales y Humanistas, como también a las disciplinas o materias de la especialidad que corresponda.

El grado académico de Licenciatura en Ciencias de la Ingeniería es el que se otorga al alumno de una universidad que ha aprobado un programa de estudios que comprende todos los aspectos esenciales del conocimiento relacionado con la Ingeniería con base científica, esto es, los estudios de las Ciencias Básicas y de las Ciencias de la Ingeniería.

3.1.4 Instituto de Ingenieros de Chile

El Instituto de Ingenieros de Chile acepta como socios a egresados de ingeniería civil, en sus distintas especialidades, provenientes de algunas universidades cuyo plan de estudio tenga un nivel de equivalencia con el plan de estudio de las carreras de ingeniería civil de la Universidad de Chile.

3.1.5 Marco Nacional de Cualificaciones para la Educación Superior (MNCES)

El Ministerio de Educación emitió en agosto de 2016, el Informe Final sobre el Marco de Cualificaciones para la Educación Superior en Chile. El objetivo de este Marco es establecer un sistema coherente, transparente y legible de certificaciones para la educación superior, que permita el aprendizaje a lo largo de la vida y el reconocimiento de aprendizajes previos.

El Marco Nacional de Cualificaciones para la Educación Superior, define 5 niveles de cualificación, en los cuales están contenidas las siete certificaciones que tradicionalmente otorga el Sistema de Educación Superior del país. Estos cinco niveles de cualificación son los siguientes: Bachiller, Técnico de Nivel Superior, Profesional de Aplicación, Licenciatura, Profesional Avanzado, Magister y Doctorado.

La formación de los ingenieros civiles se encasilla en el nivel correspondiente al Profesional Avanzado, el que de acuerdo con el Marco de Cualificaciones se entiende como:

"Título Profesional que certifica que el titulado o titulada demuestra conocimientos teóricos y prácticos avanzados de una disciplina o área disciplinar que está a la base de una profesión y conocimientos fundamentales de las disciplinas afines; habilidades de reflexión e integración de información que le permiten emitir juicios fundamentados y diseño de soluciones a problemas en contextos variados; y capacidad para desempeñarse de forma autónoma en tareas de investigación, procesos o proyectos de su disciplina o área disciplinar que está a la base de su profesión".

3.2 Requerimientos y propuestas en el ámbito internacional

A nivel internacional, existen diversas propuestas para la formación de ingenieros de base científica (ingenieros civiles en Chile) y de los ingenieros de base tecnológica (ingenieros de ejecución e ingenieros de especialidad en Chile). Las más conocidas para los ingenieros de base científica son las siguientes:

3.2.1 Acuerdo de Bolonia

Para las carreras de ingeniería, dicho Acuerdo establece planes de estudio de 240 créditos ECTS, lo que corresponde a una duración de cuatros años considerando que la carga académica anual es de 60 créditos ECTS. La estructura de dicho plan comprende 180 créditos ECTS para los estudios

académicos formales y 60 créditos ECTS para una formación práctica de proyectos, estadías en empresas o de créditos de libre disposición.

3.2.2 Proyecto Tuning

El Proyecto Tuning es un proyecto que, en el marco del Proceso de Bolonia, fue desarrollado a partir del año 2001 por cien universidades de países integrantes de la Unión Europea con el propósito de afinar las estructuras educativas en cuanto a las titulaciones, de manera que estas pudieran ser comprendidas, comparadas y reconocidas en el área común europea.

El Proyecto buscó además impulsar, a escala latinoamericana, un importante nivel de convergencia de la educación superior en quince áreas temáticas, entre ellas la ingeniería civil y la informática, mediante definiciones aceptadas en común, sobre los resultados profesionales y de aprendizajes; desarrollar perfiles profesionales en términos de competencias genéricas y específicas a cada una de las áreas de estudios; facilitar la transparencia en las estructuras educativas e impulsar la innovación por medio de la comunicación de experiencias y la identificación de las buenas prácticas.

3.2.3 ABET

ABET es una organización no gubernamental, sin fines de lucro, en EEUU, dedicada a la acreditación de programas universitarios en las áreas de ciencias aplicadas, ciencias de la computación, ingeniería y tecnología.

A partir de 1997 ABET adoptó los Criterios de Ingeniería 2000 (Engineering Criteria 2000, «EC2000»), que se enfocan más en lo que se aprende y no en lo que se enseña, y que comprenden ocho criterios generales y once criterios específicos.

3.2.4 Acuerdo de Washington

El Acuerdo de Washington (Washington Accord), firmado en 1989, es un acuerdo internacional entre entidades responsables de la acreditación de los programas de pregrado en Ingeniería. Reconoce la equivalencia sustancial de los programas acreditados por esas agencias y recomienda que los graduados de programas, acreditados por cualquiera de ellas, sean reconocidos por los demás.

El Acuerdo de Sídney (Sydney Accord, SA), siguió al Acuerdo de Washington y es un acuerdo similar para los Ingenieros Tecnólogos, y fue firmado en junio del 2001.

El Acuerdo de Dublín (Dublin Accord) es consecuencia de los anteriores y se refiere a los Ingenieros Técnicos o Técnicos de Nivel Superior, y fue firmado en 2002. Fue iniciado con el Reino Unido, Sur África y Canadá, a los que unieron Nueva Zelandia y Estados Unidos.

Un símil del Acuerdo de Washington, lo constituye el Acuerdo de Lima, firmado en septiembre de 2016, que consiste en un acuerdo multilateral de agencias acreditadoras de carreras de ingeniería de Chile, Costa Rica, México, Perú y el Caribe. El objetivo de dicho Acuerdo es que una vez que los programas cuenten con la acreditación, se reconozca entre los organismos signatarios la equivalencia substancial de dichos programas, y con ello se facilite la movilidad de los profesionales de la ingeniería y el reconocimiento mutuo de los títulos de los ingenieros frente a un escenario de globalización creciente.

3.2.5 OCDE

La Ingeniería es una de las seis ciencias troncales reconocidas por la OCDE, la que a su vez la subdivide en disciplinas y subdisciplinas.

3.3 Conclusiones del capítulo

Una forma de asegurar que una nueva propuesta de formación en ingeniería efectivamente corresponde a una carrera de ingeniería, es definir los perfiles de egreso, tomando como referencia las principales convergencias internacionales sobre los perfiles y competencias del ingeniero, los que se hacen cargo de las actuales tendencias de la profesión.

4. LA REALIDAD DEL NOMBRE INGENIERÍA EN LAS CARRERAS EN CHILE

En Chile se utiliza la palabra "ingeniería", para denominar numerosas carreras, muchas de las cuales no consideran en su formación la enseñanza de las ciencias básicas (matemáticas, física, química, computación, economía) ni menos de las ciencias de la ingeniería (termodinámica, mecánica de fluidos, transferencia de calor, resistencia de materiales, etc.) las que son consideradas fundamentales en la formación de los ingenieros. Además, se le ha dado el nombre de "ingeniería" a profesiones que no son consideradas como tales en otros lugares del mundo, como es el caso de la Ingeniería Comercial, una de las carreras dictadas por casi todas las instituciones del país. Esto demuestra que no existe impedimento para nombrar una carrera y, dado que tradicionalmente la ingeniería ha representado un nivel de estatus profesional superior, durante los últimos 40 años han ido surgiendo de manera profusa muchas carreras cuyo título incluye la palabra "ingeniero".

El sistema de educación superior en Chile está integrado por Universidades Estatales y Privadas, Institutos Profesionales y Centros de Formación Técnica, quienes dictan carreras conducentes a títulos en los tres niveles formativos, Ingeniero(a) Civil, Ingeniero(a) e Ingeniero(a) de Ejecución. La oferta resulta muy amplia y no es del todo fácil cuantificar el número de carreras ofrecidas en cada categoría y que tipo de institución las ofrece. Existen, además, para cada carrera y categoría, diferentes áreas de aplicación de los conocimientos.

Los programas conducentes a la obtención de los títulos profesionales con el nombre de ingeniero son bastante variados. Existen programas regulares, programas regulares de continuidad y programas especiales conducentes al título profesional. La modalidad puede ser presenciales o a distancia y en jornadas diurnas o vespertinas.

Resulta complejo poder establecer con la claridad adecuada, la verdadera relación entre los niveles de formación y el nombre del título de ingeniero, lo que conlleva a confusiones tanto a los alumnos que deben elegir una carrera, que no siempre logran cumplir sus expectativas, como para el mercado, que no siempre identifica con claridad el tipo de profesional que requiere.

4.1 Niveles en las carreras de Ingeniería

En Chile es posible distinguir tres denominaciones para los títulos de carreras de pregrado del área tecnológica asociadas a la ingeniería, que difieren en su nivel formativo:

• Ingeniero(a) Civil: Título correspondiente a carreras de ingeniería de base científica, de duración entre 10 y 12 semestres. El Decreto con Fuerza de Ley №1 del Ministerio de Educación, promulgado el 30 de diciembre de 1980, establece en su artículo 12° que los poseedores del título de Ingeniero Civil requieren haber obtenido previamente en alguna universidad chilena reconocida por el Estado, el grado académico de Licenciado en Ciencias de la Ingeniería. La duración de la carrera fluctúa entre 10 y 12 semestres.

El Colegio de Ingenieros de Chile A.G. define la ingeniería civil como "una profesión sustentada en una formación con una fuerte base científica, orientada hacia la aplicación competente de un cuerpo distintivo de conocimientos, basado en las matemáticas, las ciencias naturales y la tecnología, integrado con la gestión empresarial, que se adquiere mediante la educación y formación profesional en una o más especialidades del ámbito de

la ingeniería. La ingeniería está orientada hacia el desarrollo, provisión y mantención de infraestructura, bienes y servicios para la industria y la comunidad".

- Ingeniero(a) (en/de): Título correspondiente a carreras cuya duración fluctúa entre 8 y 11 semestres, dictadas por Universidades e Institutos de Educación superior. Algunas universidades otorgan el grado de Licenciatura.
- Ingeniero(a) de Ejecución: Título correspondiente a carreras de base tecnológica, con una duración de 8 o más semestres, dictadas tanto por Universidades e Institutos Profesionales. Algunas universidades otorgan el grado de Licenciatura.

El grado académico de Licenciatura en Ciencias de la Ingeniería, se otorga al alumno de una universidad que ha aprobado un programa de estudios que comprende las asignaturas de las Ciencias Básicas y de las Ciencias de la Ingeniería.

4.2 Número de carreras ofrecidas conducentes al título de ingeniero

Es preciso aclarar en primer lugar, que existen carreras que entregan un título profesional de ingeniero, que se dictan en áreas diferentes a las de tecnología, pero cuya formación no corresponde a la de un ingeniero. Algunos ejemplos de ellas, en las diferentes categorías son:

Administración y Comercio

- Ingeniería de Ejecución en Administración de Recursos Humanos
- Ingeniería de Ejecución en Administración de Empresas de Turismo en la Naturaleza
- Ingeniería de Ejecución en Administración Pública y Municipal
- Ingeniería de Ejecución en Administración y Finanzas
- Ingeniería de Ejecución en Administración y Marketing
- Ingeniería de Ejecución en Comercialización
- Ingeniería de Ejecución en Comercio Internacional
- Ingeniería de Ejecución en Finanzas
- Ingeniería de Ejecución en Gestión Deportiva
- Ingeniería de Ejecución en Gestión Pública
- Ingeniería de Ejecución en Hotelería y Turismo
- Ingeniería en Administración de Empresas Gestión Recursos Humanos
- Ingeniería en Administración de Empresas Hoteleras
- Ingeniería en Administración de Negocios y Gestión Comercial
- Ingeniería en Administración de Recursos Humanos
- Ingeniería en Administración General Nivel Profesional
- Ingeniería en Gestión de Centros de Salud
- Ingeniería en Gestión Turística
- Ingeniería Financiera

Agricultura, Silvicultura, Pesca y Veterinaria

- Ingeniería de Ejecución Agrícola
- Ingeniería de Ejecución Agropecuaria
- Ingeniería de Ejecución en Acuicultura
- Ingeniería de Ejecución en Agronegocios
- Ingeniería de Ejecución en Agronomía
- Ingeniería de Ejecución en Pesca y Acuicultura
- Ingeniería de Ejecución en Viticultura y Enología
- Ingeniería Agrícola
- Ingeniería Agroindustrial
- Ingeniería Agronómica
- Ingeniería en Acuicultura
- Ingeniería en Administración Agroindustrial
- Ingeniería en Agronegocios
- Ingeniería en Conservación de Recursos Naturales
- Ingeniería en Producción Ganadera
- Ingeniería Forestal

La mayoría de estos títulos son otorgados por Institutos Profesionales.

El análisis de este capítulo considera la oferta actualizada de carreras que llevan el nombre de Ingeniería y que son dictadas por las universidades reconocidas por el Estado, tanto de carácter público como privado, en sus distintas sedes, de acuerdo con la publicación oficial del DEMRE para el proceso de admisión 2020 y de los sitios web de las universidades. Se considera solo la oferta de programas regulares, es decir, programas que son permanentes en el tiempo, continuos y presenciales, y de carácter diurno, que son dictados en facultades de ingeniería, facultades de ciencias (agrarias, forestales, ambientales, etc.) economía y negocios y de artes, como es el caso de la carrera de Ingeniería en Sonido que se dicta en la Facultad de Artes de la Universidad de Chile.

Dentro de este marco, se considera la oferta de las universidades del Consejo de Rectores CRUCH (17 universidades estatales y 11 privadas), la oferta de las universidades privadas que están adscritas al sistema único de admisión (SUA) vía PSU (11) y universidades privadas (11). En su conjunto, ellas ofrecen 495 carreras ingeniería en alguno de los niveles ya mencionados, lo que se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1: Oferta de carreras de ingeniería para la Admisión 2020

Universidades	Ingeniería Civil	Ingeniería	Ingeniería de Ejecución	TOTAL	%
Estatales y Privadas CRUCH	206	146	26	378	76,4
Privadas Adscritas al SUA	38	38	0	76	15,4
Privadas	12	26	3	41	8,2
TOTAL	256	210	29	495	100

Fuente: Elaboración propia, en base a DEMRE. Oferta Definitiva de carreras, Vacantes y Ponderaciones Proceso 2020 y Sitios Web de Universidades.

4.3. Número de carreras ofrecidas por categoría y área

La distribución de las carreras conducentes a títulos de Ingeniería, dentro de los criterios ya descritos, se puede apreciar en las Tablas 2, 3, 4, 5 y 6.

Tabla 2: Oferta de carreras por nivel de Universidades Estatales

UNIVERSIDADES ESTATALES CRUCH	N° DE TÍ	RGA	
ONIVERSIDADES ESTATALES CRUCH	Ingeniero(a) de Ejecución	Ingeniero(a)	Ingeniero(a) Civil
Universidad de Antofagasta	4	2	6
Universidad de Atacama	-	1	4
Universidad de Aysén	-	2	1
Universidad de Chile	-	10	9
Universidad de La Frontera	-	4	14
Universidad de La Serena	-	8	5
Universidad de Los Lagos	-	4	4
Universidad de Magallanes	-	7	4
Universidad de O'Higgins	-	3	6
Universidad de Playa Ancha	-	1	2
Universidad de Santiago de Chile	9	6	14
Universidad de Talca	-	4	8
Universidad de Tarapacá	5	5	6
Universidad de Valparaíso		6	7
Universidad del Bío-Bío	4	5	8
Universidad Nacional Arturo Prat	-	3	6
Universidad Tecnológica Metropolitana	-	11	8
TOTAL	22	82	112

Fuente: Elaboración propia, en base a DEMRE: Oferta Definitiva de carreras, Vacantes y Ponderaciones Proceso 2020 y Sitios Web de Universidades.

Se aprecia que las universidades que integran el CRUCH concentran el 90% de la oferta de carreras que conducen al título de Ingeniero de Ejecución, el 70% de la oferta de carreras de Ingeniería y el 80% de la oferta de carreras de Ingeniería Civil.

La suma de los totales de las Tablas 3, 4 y 5, proporciona la oferta total del sistema por tipo de carrera.

Tabla 3: Oferta de carreras por nivel de Universidades Privadas del CRUCH

Ingeniero(a) de Ejecución	Ingeniero(a)	Ingeniero(a) Civil
-	3	26
2	9	10
-	1	-
-	8	6
1	2	5
1	6	4
-	9	8
-	3	5
-	12	15
-	2	3
-	9	12
4	64	94
	- 2 1 1 1	- 3 2 9 - 1 - 8 1 2 1 6 - 9 - 3 - 12 - 2

 TOTAL CRUCH
 26
 146
 206

 Fuente: Elaboración propia, en base a DEMRE: Oferta Definitiva de carreras, Vacantes y Ponderaciones Proceso

2020 y Sitios Web de Universidades.

Tabla 4: Oferta de carreras por nivel de Universidades Privadas Adscritas al SUA

	N° DE TÍTULOS QUE OTORGA		
UNIVERSIDADES PRIVADAS ADSCRITAS AL SISTEMA ÚNICO DE ADMISIÓN	Ingeniero(a) de Ejecución	Ingeniero(a)	Ingeniero(a) Civil
Universidad Adolfo Ibáñez	-	2	6
Universidad Andrés Bello	-	12	5
Universidad Autónoma de Chile	-	3	3
Universidad Bernardo O'Higgins	-	4	2
Universidad Central de Chile	-	3	5
Universidad Cardenal Raúl Silva Henríquez	-	2	-
Universidad del Desarrollo	-	1	3
Universidad de Los Andes	-	1	5
Universidad Finis Terrae	-	2	2
Universidad Mayor	-	5	3
Universidad San Sebastián	-	3	4
TOTAL	-	38	38

Fuente: Elaboración propia, en base a DEMRE: Oferta Definitiva de carreras, Vacantes y Ponderaciones Proceso 2020 y Sitios Web de Universidades.

Tabla 5: Oferta de carreras por nivel de Universidades Privadas no Adscritas al SUA

Fuente: Elaboración propia, en base a DEMRE: Oferta Definitiva de carreras, Vacantes y Ponderaciones Proceso

UNIVERSIDADES PRIVADAS	N° DE TÍTULOS QUE OTORGA		
GHIVEHOLDEST HIVADAS	Ingeniero(a) de Ejecución	Ingeniero(a)	Ingeniero(a) Civil
Universidad Adventista de Chile	-	3	2
Universidad Bolivariana	-	1	-
Universidad de Las Américas	3	2	2
Universidad de Viña del Mar	-	5	3
Universidad Gabriela Mistral	-	1	0
Universidad La República	-	1	1
Universidad Miguel de Cervantes	-	3	-
UNIACC	-	1	-
Universidad Pedro de Valdivia	-	2	2
Universidad Santo Tomás	-	3	2
Universidad Tecnológica de Chile INACAP	-	4	0
TOTAL	3	26	12

2020 y Sitios Web de Universidades.

Tabla 6: Oferta total de carreras de ingeniería

	Ingeniero(a) de Ejecución	Ingeniero(a)	Ingeniero(a) Civil
TOTAL SISTEMA	29	210	256

Fuente: Elaboración propia, en base a DEMRE: Oferta Definitiva de carreras, Vacantes y Ponderaciones Proceso 2020 y Sitios Web de Universidades.

4.4. Nuevas carreras y especialidades

Para el proceso de admisión 2020 se han sumado nuevas carreras con títulos de ingeniero, siguiendo con la tendencia hacia la creación de carreras de Ingeniería y de Ingeniería Civil, dejando atrás la denominación de Ingeniería de Ejecución, lo que se muestra en la Tabla 7.

Tabla 7: Nuevas carreras y especialidades 2020

Universidad Autónoma	Ingeniería en Administración de Empresas
Universidad de O'Higgins	Ingeniería Ambiental
Pontificia Universidad Católica de Valparaíso	Ingeniería Estadística
Universidad Bernardo O'Higgins	Ingeniería en Realidad Virtual y Diseño de Juegos Digitales
Universidad Católica del Maule	Ingeniería en Recursos Naturales
Universidad de Santiago	Ingeniería Civil Biomédica
Universidad de Santiago	Ingeniería Civil en Telemática
Universidad de Santiago	Ingeniería Civil Mecatrónica
Universidad Tecnológica Metropolitana	Ingeniería Civil en Ciencias de Datos

Fuente: Elaboración propia, en base a Sitios Web de Universidades.

4.5 Carreras ofrecidas en diferentes niveles

4.5.1 Ingeniería Civil

El desarrollo de nuestro país en aspectos científicos, tecnológicos, sociales, económicos, ambientales, se han ido traduciendo en una división de las seis especialidades tradicionales de la ingeniería chilena (ingenierías civil, eléctrica, industrial, mecánica, minas y química), surgiendo nuevas especialidades, como puede observarse en la siguiente tabla, que resume la oferta de las universidades pertenecientes al CRUCH y las universidades privadas, resultando 86 títulos otorgados por 256 carreras, lo que se detalla en la Tabla 8.

Es interesante observar que las universidades privadas se han focalizado en las especialidades de industrial e informática, con un perfil de egreso caracterizado, en un alto porcentaje de carreras, por una formación especializada en la gestión empresarial, más que en la producción industrial.

Tabla 8: Universidades del sistema. Títulos de Ingeniería Civil

TÍTULOS	N° CARRERAS
Ingeniero Civil	15
Ingeniero Civil Acústico	1
Ingeniero Civil Aeroespacial	1
Ingeniero Civil Agrícola	1
Ingeniero Civil Ambiental	9
Ingeniero Civil Biomédico	3
Ingeniero Civil Bioquímico	1

Ingeniero Civil con Diploma en Ingeniería Ambiental	1
Ingeniero Civil con Diploma en Ingeniería de Diseño y Construcción de Obras	1
Ingeniero Civil con Diploma en Ingeniería de Minería	1
Ingeniero Civil con Diploma en Ingeniería de Transporte	1
Ingeniero Civil con Diploma en Ingeniería Estructural	1
Ingeniero Civil con Diploma en Ingeniería Geotécnica	1
Ingeniero Civil con Diploma en Ingeniería Hidráulica	1
Ingeniero Civil con Diploma en Ingeniería y Gestión de la Construcción	1
Ingeniero Civil de Biotecnología área Ambiental	1
Ingeniero Civil de Biotecnología área Procesos	1
Ingeniero Civil de Computación	1
Ingeniero Civil de Industrias con Diploma en Ingeniería Ambiental	1
Ingeniero Civil de Industrias con Diploma en Ingeniería de Computación	1
Ingeniero Civil de Industrias con Diploma en Ingeniería de la Construcción	1
Ingeniero Civil de Industrias con Diploma en Ingeniería de Minería	1
Ingeniero Civil de Industrias con Diploma en Ingeniería de Transporte	1
Ingeniero Civil de Industrias con Diploma en Ingeniería Eléctrica	1
Ingeniero Civil de Industrias con Diploma en Ingeniería en Bioprocesos	1
Ingeniero Civil de Industrias con Diploma en Ingeniería en Tecnología. de la Información	1
Ingeniero Civil de Industrias con Diploma en Ingeniería Hidráulica	1
Ingeniero Civil de Industrias con Diploma en Ingeniería Matemática	1
Ingeniero Civil de Industrias con Diploma en Ingeniería Mecánica	1
Ingeniero Civil de Industrias con Diploma en Ingeniería Química	1
Ingeniero Civil de Materiales	1
Ingeniero Civil de Minas	8
Ingeniero Civil Electricista	4
Ingeniero Civil Eléctrico	10
Ingeniero Civil Electrónico	10
Ingeniero Civil en Ambiente	1
Ingeniero Civil en Automatización	1
Ingeniero Civil en Bioinformática	1
Ingeniero Civil en Bioingeniería	1
Ingeniero Civil en Biotecnología	3
Ingeniero Civil en Ciencia de Datos	1
Ingeniero Civil en Ciencias de la Computación	1
Ingeniero Civil en Computación	3
Ingeniero Civil en Computación e Informática	8
Ingeniero Civil en Computación mención Informática	1
Ingeniero Civil en Construcción	1
Ingeniero Civil en Electricidad	1
Ingeniero Civil en Electricidad Mención Electrónica Industrial	1
Ingeniero Civil en Geografía	1
Ingeniero Civil en Geomensura y Geomática	1
Ingeniero Civil en Gestión de la Construcción	1
Ingeniero Civil en Industrias de la Madera	1
mgrant and mass as we made a	

Ingeniero Civil en Informática	8
Ingeniero Civil en Informática y Telecomunicaciones	2
Ingeniero Civil en Mecánica	2
Ingeniero Civil en Medio Ambiente y Sustentabilidad	1
Ingeniero Civil en Metalurgia	3
Ingeniero Civil en Metalurgia Extractiva	1
Ingeniero Civil en Minas	8
Ingeniero Civil en Minería	2
Ingeniero Civil en Modelamiento Matemático de Datos	1
Ingeniero Civil en Obras Civiles	9
Ingeniero Civil en Prevención de Riesgos y Medio Ambiente	1
Ingeniero Civil en Procesos de Minerales	1
Ingeniero Civil en Química	1
Ingeniero Civil en Telecomunicaciones	1
Ingeniero Civil en Telemática	1
Ingeniero Civil Físico	1
Ingeniero Civil Geológico	1
Ingeniero Civil Geólogo	2
Ingeniero Civil Industrial	39
Ingeniero Civil Industrial en Minas	1
Ingeniero Civil Industrial mención Agroindustria	1
Ingeniero Civil Industrial Mención Bioprocesos	1
Ingeniero Civil Industrial Mención Informática	1
Ingeniero Civil Industrial Mención Mecánica	1
Ingeniero Civil Industrial mención Sistemas de Gestión	1
Ingeniero Civil Informático	11
Ingeniero Civil Matemático	5
Ingeniero Civil Matemático y Computacional	1
Ingeniero Civil Mecánico	15
Ingeniero Civil Mecatrónico	2
Ingeniero Civil Metalúrgico	4
Ingeniero Civil Oceánico	1
Ingeniero Civil Químico	9
Ingeniero Civil Telemático	2
TOTAL	206

Fuente: Elaboración propia, en base a DEMRE: Oferta Definitiva de carreras, Vacantes y Ponderaciones Proceso 2020 y Sitios Web de Universidades.

4.5.2 Ingeniería

La oferta de carreras denominadas Ingeniería, cuenta con una mayor cantidad de títulos en áreas distintas a la tecnológica. Se muestran por áreas los diferentes títulos otorgados por las carreras. En total, hay una oferta de 64 carreras que otorgan 33 títulos de Ingeniero(a). El detalle se muestra en la Tabla 9.

Tabla 9: Universidades del sistema. Títulos de Ingeniero por área

TÍTULOS	N° CARRERAS
ÁREA CIENCIAS	
Ingeniero Agrónomo	4
Ingeniero Ambiental	1
Ingeniero en Biotecnología	1
Ingeniero en Medio Ambiente y Recursos Naturales	1
Ingeniero en Medio Ambiente y Sustentabilidad	1
Ingeniero Físico	1
Ingeniero Forestal	1
Subtotal	10
ÁREA ECONOMÍA	
Ingeniero en Administración de Empresas	2
Ingeniero Comercial	17
Ingeniero Comercial con mención en Administración	2
Ingeniero en Administración	1
Ingeniero en Administración de Empresas	2
Ingeniero en Administración de Recursos Humanos	1
Ingeniero en Administración Hotelera Internacional	1
Ingeniero en Control de Gestión	3
Ingeniero en Gestión de Expediciones y Ecoturismo	1
Ingeniero en Gestión de Negocios Internacionales	1
Ingeniero en Marketing	1
Ingeniero en Prevención de Riesgos y Medio Ambiente	1
Ingeniero en Turismo y Hotelería	1
Subtotal	34
ÁREA TECNOLOGÍA	
Ingeniero Constructor	4
Ingeniero en Automatización y Robótica	1
Ingeniero en Computación e Informática	1
Ingeniero en Diseño	1
Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones	1
Ingeniero en Energía y Sustentabilidad Ambiental	1
Ingeniero en Geomensura y Cartografía	1

Ingeniero en Informática	2
Ingeniero en Marina Mercante	1
Ingeniero en Minas	2
Ingeniero en Realidad Virtual y Diseño de Juegos Digitales	1
Ingeniero en Sonido	1
Ingeniero Industrial	3
Subtotal	20
Total	64

Fuente: Elaboración propia, en base a DEMRE: Oferta Definitiva de carreras, Vacantes y Ponderaciones Proceso 2020 y Sitios Web de Universidades.

4.5.3 Ingeniería de Ejecución

En este grupo de títulos solo se identifica una carrera que no pertenece al área de tecnología: Ingeniero de Ejecución en Administración de Empresas de la Universidad de Las Américas

En este grupo se encuentra un total de 18 títulos otorgados por 29 carreras, indicadas en detalle en la Tabla 10.

Tabla 10: Universidades del sistema. Títulos de Ingeniero de Ejecución por área

	N° CARRERAS
TÍTULOS	
Ingeniero de Ejecución Eléctrico	1
Ingeniero de Ejecución Electrónico	1
Ingeniero de Ejecución en Administración de Empresas	1
Ingeniero de Ejecución en Bioprocesos	1
Ingeniero de Ejecución en Climatización	1
Ingeniero de Ejecución en Computación e Informática	4
Ingeniero de Ejecución en Electricidad	3
Ingeniero de Ejecución en Electrónica	2
Ingeniero de Ejecución en Geomensura	1
Ingeniero de Ejecución en Industria	1
Ingeniero de Ejecución en Informática	2
Ingeniero de Ejecución en Mecánica	1
Ingeniero de Ejecución en Metalurgia	1
Ingeniero de Ejecución en Minas	2
Ingeniero de Ejecución en Química	1
Ingeniero de Ejecución Industrial	2
Ingeniero de Ejecución Industrial mención Mantenimiento y Logística	1
Ingeniero de Ejecución Mecánica	3
Total	29

Fuente: Elaboración propia, en base a DEMRE: Oferta Definitiva de carreras, Vacantes y Ponderaciones Proceso 2020 y Sitios Web de Universidades.

De la información obtenida se observa que la oferta de carreras de Ingenierías de Ejecución en el sistema universitario estatal es muy baja y casi nula a nivel de universidades privadas.

4.6 Conclusiones del capítulo

En Chile se ofrecen al año 2020, un total de 495 carreras con la denominación de ingeniería, conducentes al título de ingeniero. De estas, un 51,7% corresponde a carreras de Ingeniería Civil, el 42,4% corresponde a carreras de Ingeniería en diferentes áreas y un 5,9% a carreras de Ingeniería de Ejecución.

Las carreras de ingeniería de Ejecución tienen la menor representación, y son dictadas por institutos profesionales en su gran mayoría. Al parecer, la tendencia ha sido convertirlas en programas de ingeniería, existiendo en la formación, una pirámide invertida en relación al número de carreras en cada categoría y posiblemente con respecto a las necesidades del país.

Cabe preguntarse si esta distribución tiene sentido para el desarrollo del país y si el mercado laboral podrá absorber a todos los profesionales en sus respectivas categorías.

5. LAS ESPECIALIDADES DE INGENIERÍA CIVIL EN CHILE

En este capítulo se revisa la situación de las carreras de ingeniería civil de especialidad en Chile.

5.1 Oferta de carreras de ingeniería Civil

En el país existen actualmente un total de 33 especialidades de carreras de ingeniería civil, las que de acuerdo con el número de universidades que las ofrecen y a su antigüedad, se pueden clasificar en dos grupos:

- Carreras de ingeniería civil tradicionales, creadas entre los años 1853 a 1961, y que son ofrecidas por numerosas universidades, tanto del Consejo de Rectores como privadas.
- Carreras de ingeniería civil no tradicionales, creadas en los últimos veinticinco años, y que son ofrecidas por una sola universidad en su mayoría, y el resto por un pequeño grupo de universidades.

5.1.1 Carreras de ingeniería civil tradicionales

Las especialidades que se encuentran en este grupo son nueve, y la oferta total de estas carreras en las universidades chilenas alcanza a las 200 carreras en el año 2020, es decir el 82% del total de las que se dictan en el país. La Tabla 11 muestra el detalle de esta oferta, junto con el año en que se creó la primera carrera en el país de cada una de estas nueve especialidades.

Tabla 11: Número de carreras de las especialidades tradicionales de ingeniería civil

Especialidad de Ingeniería Civil	Año de creación de la especialidad en el país	№ de carreras Universidades del CRUCH	N.º de carreras Universidades Privadas	N.º total de carreras en el país				
Industrial	1935	38	18	56				
Informática	?	22	12	34				
Civil	1853	24	7	31				
Minas	1853	11	8	19				
Mecánica	1935	16	1	17				
Eléctrica	1926	14	1	15				
Electrónica	1926	9	1	10				
Química	1919	10	0	10				
Metalúrgica	1961	7	1	8				
TOTALES		151 (75,5%)	49 (24,5%)	200				

Fuente: Elaboración propia, en base a DEMRE: Oferta Definitiva de carreras, Vacantes y Ponderaciones Proceso 2020 y Sitios Web de Universidades.

5.1.2 Carreras de ingeniería civil nuevas o no tradicionales

En esta categoría se incluyen a las 24 especialidades que se han creado en los últimos veinticinco años, de las cuales 18 se ofrecen en una sola universidad. La oferta total de ellas en el país alcanza a las 44 carreras, es decir al 18% del total de las 244 carreras de ingeniería civil que se dictan en las universidades chilenas.

En la Tabla 12 se muestra un resumen de la oferta de carreras de ingeniería civil de las universidades del Consejo de Rectores (CRUCH) al año 2020, con su respectiva duración en semestres. Los números dentro de la tabla, indican la existencia de especializaciones dentro de la carrera.

Tabla 12: Carreras de ingeniería civil nuevas o no tradicionales del CRUCH

12 semestres

11 semestres

10 semestres

12 3611		05				11 semestres							10 semestres												
Ingeniería Civil Universidades del CRUCH	U T A	U N A P	U C N	U D A	U L S	U F S M	P U C V		U P L A	U T E M	U C H	P U C	U S A N	U O H	U T A L	U C M	U B B	U C S C	Ε	U F R O	U C T	U A C H	Α	U A Y S	U A G
Industrial												1 2								3					
Informática																									
Civil												8													
Eléctrica																									
Mecánica																									
Minas																									
Electrónica																									
Química																									
Metalúrgica																									
Ambiental																									
Telecomunicac.																									
Matemáticas																									
Biotecnología																									
Biomédica																									
Geológica																									
Proc. Minerales																									
Geomática																									
Bioquímica																									
Oceánica																									
Geografía																									
Materiales																									
Aeroespacial																									
Agrícola																									
Indust. Madera																									
Automatización																									
Acústica																									
Física																									

Bioinformática													
Mecatrónica													
Prev Ries Med													
Gestión Constr													
Cien. de Datos													

Fuente: www.sochedi.cl

La Tabla 13, muestra un resumen de la oferta de carreras de ingeniería civil de las universidades privadas al año 2020, con su respectiva duración en semestres.

Tabla 13: Carreras de ingeniería civil que ofrecen las universidades privadas

12 semestres			11 semestres									10 semestres				
Ingeniería Civil Universidades Privadas	U A I	U N A B	U S S	U A N D	U D D	U C E N	U D P	U M A Y	U S T	U D L A	U V M	U A D V E	U P V	U F T	U A U T O	U B O
Industrial																
Informática																
Civil																
Minas																
Electrónica																
Metalúrgica																
Eléctrica																
Bioingeniería																
Energía y Medioamb																
Mecánica																
Ambiental																
Química																

Fuente: www.sochedi.cl

5.1.3 Carreras de ingeniería civil nuevas

En esta categoría se incluyen las 24 especialidades que se han creado en los últimos veinticinco años, de las cuales 18 se ofrecen en una sola universidad. La oferta total de ellas en el país alcanza a las 44 carreras, es decir al 18% del total de las 244 carreras de ingeniería civil que se imparten en las universidades chilenas. En la Tabla 14, se muestra un resumen de la oferta de carreras de ingeniería civil de las universidades del Consejo de Rectores al año 2018 y de las universidades privadas.

Tabla 14: Número de carreras de nuevas especialidades de ingeniería civil

Especialidad de Ingeniería Civil	Nº de carreras Universidades del CRUCH	N.º de carreras Universidades Privadas	N.º total de carreras en el país
Acústica	1		1
Aeroespacial	1		1
Agrícola	1		1
Ambiental	8	2	10
Automatización	1		1
Bioinformática	1		1
Bioingeniería		1	1
Biomédica	2		2
Bioquímica	1		1
Biotecnología	3		3
Energía y mediambiente		1	1
Física	1		1
Geografía	1		1
Geológica	3		3
Geomática	1		1
Gestión de Construcción	1		1
Industria de la Madera	1		1
Matemáticas	5		5
Materiales	1		1
Mecatrónica	1		1
Oceánica	1		1
Prev Ries Med	1		1
Proc. de Minerales	1		1
Telecomunicaciones	3		3
TOTALES	40	4	44

Fuente: Elaboración propia, en base a DEMRE: Oferta Definitiva de carreras, Vacantes y Ponderaciones Proceso 2020 y Sitios Web de Universidades.

5.1.4 Carreras de ingeniería civil que han sido discontinuadas

En la última década hay varias especialidades únicas de ingeniería civil que, tras ser creadas, tuvieron una corta vida y tuvieron que ser discontinuadas, principalmente por la falta de postulantes para ingresar a ellas. La Tabla 15 muestra el detalle.

Tabla 15: Carreras de ingeniería civil que han sido discontinuadas

Carrera de Ingeniería Civil	Universidad	Años en que se discontinuó el ingreso a primer año
Informática y Telecomunicaciones	Adolfo Ibáñez	2011
Biotecnología Acuícola	Católica Santísima Concepción	2015
Logística	Católica Santísima Concepción	2015
Agroindustrial	Adventista	2018

Fuente: Elaboración propia en base a información de sitios web de las universidades

5.2 Conclusiones del capítulo

En la actualidad existen 33 carreras de ingeniería civil con especialidad, de las cuales 9 carreras tienen más de 25 años y 24 carreras se han creado los últimos 25 años.

Las universidades privadas cuentan con carreras de menor duración (10 y 11 semestres), pero se advierte una tendencia general a la reducción en los años de estudios.

6. BENCHMARKING INTERNACIONAL

La diversidad de situaciones que debe resolver la sociedad, así como el avance de la ciencia, la tecnología y el conocimiento, han llevado a una creciente especialización y subespecialización de la ingeniería y, como consecuencia, de las carreras de ingeniería.

En el pasado, la ingeniería se podía dividir en cuatro ramas principales: mecánica, química, civil y eléctrica, con ramas secundarias de cada disciplina. Hoy el número de especialidades de ingeniería disponibles ha aumentado dramáticamente, pudiendo identificarse seis ramas principales: mecánica, química, civil, eléctrica, gestión y geotécnica, y literalmente cientos de diferentes subcategorías de ingeniería en cada rama.

En la Tabla 16 se puede apreciar un listado, de algunas especialidades de la ingeniería a la fecha, contando algunas de ellas con subespecialidades.

Tabla 16: Algunas especialidades de la ingeniería en universidades extranjeras.

Acoustic	Chemical	Geomatics	Nano Engineering	Telecommunications
Aerospace	Civil	Industrial	Naval	Thermal
Agricultural	Computer	Marine	Nuclear	Transport
Applied	Communication	Materials Science	Oil	Vehicle
Architectural	Construction	Mathematics	Petroleum	Water
Audio	Electrical	Mechanical	Production	
Automotive	Environmental	Mechatronic	Rail Transportation	
Biological and Biosystems	Food	Metallurgical	Software	
Biomedical	Forestry	Mining	Structural	
Building	Geological	Molecular	System	

Fuente: elaboración propia en base a sitios web de universidades extranjeras.

Al revisar la oferta de carreras de ingeniería de las facultades de mayor renombre en los rankings mundiales (MIT, ETH Zurich, University of Cambridge, Stanford, Berkeley, Imperial College of London, Politécnico de Milano, Universidad Tecnológica de Nanyang) es posible observar algunas regularidades.

Los aspectos que se observaron son: duración, flexibilidad curricular, incorporación de las nuevas especialidades de la ingeniería en pre y postgrado, nombres de las carreras y énfasis en la formación.

6.1 Duración

En los países desarrollados con los cuales Chile compara las carreras de ingeniería, éstas duran 4 años (8 semestres), contra los 5, 5 1/2 o 6 años (10, 11 o 12 semestres) en nuestro país. Debe tenerse presente que se comparan situaciones diferentes, respecto de la titulación. En Chile, el titulo es otorgado por las universidades, lo que no es necesariamente valido en otros países.

6.2 Flexibilidad curricular

Una vez que los estudiantes de pregrado han completado los cursos obligatorios, tienen acceso a una amplia oferta de cursos, con lo que pueden completar un minor o major, o cursar aquellos que sean de su interés.

6.3 Incorporación de las nuevas especialidades de la ingeniería en pre y postgrado.

La incorporación de nuevas especilizaciones de la ingeniería es a través de dos vías:

- Pregrado, producto de la flexibilidad curricular, se ofrecen cursos, minor o major en nuevas
 especialidades o subespecialidades a los alumnos de carreras, evitando así el desarrollo de
 una nueva carrera, que puede tener un campo laboral acotado. Posteriormente, si las
 condiciones lo permiten, es decir, existe un campo ocupacional en desarrollo o consolidado
 y una demanda, se podrá crear una carrera de pregrado.
- Profesional y postgrado, se ofrecen los conocimientos de las nuevas especialidades de la ingeniería, a través de cursos, certificated y diplomas, y a nivel de postgrado mediante máster.

Las estrategias de incorporación de nuevas especialidades de la ingeniería expuestas, son de menor riesgo para los alumnos de pregrado, sobre todo en aquellas especializaciones cuyo mercado es más reducido y en particular, para los primeros estudiantes que ingresan a una nueva carrera de pregrado, por cuanto los graduados de los respectivos programas de magister ya han validado la especialidad en el medio laboral, la han dado a conocer, creando así espacios para los futuros profesionales del área.

Por las razones anteriores, no todas las especialidades o subespecialidades de la ingeniería se han transformado en carreras, sino que parten dictándose dentro de una carrera de especialidad ya existente, y de haber una mayor demanda, puede transformarse en un nueva carrera.

6.4 Nombres de las carreras

Los nombres de las carreras responden, en general, a las grandes especialidades, incorporándose las subespecialidades a través de *minor*, *major*, certificados o máster.

Los nombres de algunas de ellas no responden a una especialidad, sino al de una situación que se aborda desde diferentes especialidades. (Ej. *Automotive engineering, Sport engineering*)

6.5 Formaciones con diferentes énfasis

Algunas universidades ofrecen *Bachelor of Engineering y Bachelor of Science Engineering*, teniendo este último un mayor contenido de ciencias, aunque no siempre es clara la diferencia entre ambos. También existe el Bachelor of Applied Science, que se considera equivalente al *Bachelor of Engineering*, por su mayor énfasis en los aspectos prácticos que en los teóricos.

6.6 Carreras de ingeniería nuevas

Algunos ejemplos de carreras nuevas y las universidades que las imparten, se muestran en la Tabla 17.

Tabla 17: Ejemplo de nuevas carreras (Bachelor de 4 años)

Architectural Engineering	Auburn University, Alabama, USA
	Brigham Young University-Idaho, USA
	California Polytechnic State University-San Luis Ob.USA
Automotive Engineering	U. Politecnica de Cataluña, España
	Pittsburg State University, USA
	Brigham Young University Idaho, USA
Biological Engineering	Cornell University, USA
Design Engineering Technology, B.S.	Weber State University
Laser and Optical Engineering	Colorado State University, USA
Manufacturing Engineering Technology	Weber State University
Molecular Engineering	Colllege of University of Chicago, USA
B.S. Nano Engineering	University of San Diego
B.S. in optical sciences and engineering	University of Arizona, USA
BS in Photonic Science and Engineering	University of Central Florida, USA
Bachelor of Engineering (Photonic Engineering)	University Malaysia Perlis, Malasia
Building Services Engineering BEng	Leeds Beckett University. Reino Unido
	Glasgow Caledonian University, Reino Unido
	London South Bank University, reino Unido
Engineering Management	Leeds Beckett University, Reino Unido
Sport Engineering BEng (Hons)	Nottingham Trent University, Reino Unido
B. Eng Sports Engineering	University of Strathclyde, Reino Unido

Fuente: Elaboración propia en base a sitios Web de las universidades citadas.

6.7 Conclusiones del capítulo

La aparición de nuevas especialidades de la ingeniería no necesariamente debe llevar a la creación de carreras de ingeniería civil nuevas, como se puede apreciar en facultades de ingeniería extranjeras. La incorporación de nuevas especilidades de la ingeniería se puede hacer en una primera etapa, a través de las carreras de pregrado existentes, ofreciendo cursos optativos, minor o major. Lo mismo se puede hacer a nivel profesional a través de diplomados, postítulos, y en postgrado con magister. Esto representa un menor riesgo para estudiantes de pregrado de una carrera nueva, frente a especializaciones que tienen un mercado laboral más acotado.

7. LOS DESAFÍOS PARA LAS NUEVAS ESPECIALIDADES

El crecimiento de la población mundial y los desafíos que esto significa generará mayor presión por soluciones de todo tipo, como son obras de infraestructura: caminos, puentes, puertos, aeropuertos, hospitales, escuelas, sistemas de transporte público, centrales de generación de energía, plantas de elaboración de agua potable y de tratamiento de aguas servidas y en la provisión de bienes y servicios. Esto apunta a que la población cuente con condiciones de vida dignas: viviendas, sistemas de telefonía, redes de comunicaciones, agua potable, alcantarillado y sistemas de transporte, entre otras.

La mayor esperanza de vida de la población y el envejecimiento de ella, aumentarán la demanda por servicios y tecnologías médicas, nuevos sistemas de pensiones y seguridad social e industrias dedicadas al uso del tiempo libre como hoteles, estadios y parques, entre otras.

Las innovaciones que será necesario realizar para atender estas demandas, impulsarán cambios importantes en la estructura del empleo y en nuevas formas de trabajo. Actualmente se desarrollan nuevas industrias en tecnologías de avanzada, requiriéndose para su operación cada vez menos personal y de mayor calificación, desplazando actuales puestos de trabajo.

Las innovaciones requerirán un gran número de ingenieros, de nuevas y variadas especialidades, pero una vez desarrolladas, serán necesarios otros profesionales para su implementación. Esto seguirá llevando a las profesiones en general y, a la ingeniería en particular, por el camino de la especialización, lo que indudablemente decantará en nuevos especialistas, siendo relevante el cómo se formarán estos especialistas en la carrera de ingeniería civil.

7.1 Tendencias en la ingeniería

En un estudio reciente realizado por la Academia de Ingeniería de Chile, se plantea un conjunto de tendencias de la ingeniería global que requerirán para su diseño e implementación de ingenieros en nuevas disciplinas, muy diferentes a las actuales. En la Tabla 18, se indican las tendencias identificadas en ese documento, en diferentes ámbitos: sustentabilidad, salud humana, vulnerabilidad, mejoramiento de la calidad de vida de las personas, procesos de manufactura, tecnologías de información y comunicaciones y las oportunidades que ellas representan para la ingeniería y los ingenieros.

Tabla 18: Tendencias de la ingeniería

Sostenibilidad

En el ámbito de la sustentabilidad, se presentarán nuevas y desafiantes oportunidades para la ingeniería, algunas orientadas al desarrollo de nuevas tecnologías para:

- Modificar artificialmente el sistema climático de la tierra para revertir los cambios introducidos por el hombre.
- Generar y almacenar energías limpias, más eficientes, a menores costos, para ser utilizadas a gran escala, junto con redes de distribución flexibles, que se adapten a este suministro.
- Fabricar vehículos híbridos y eléctricos que disminuyan el impacto de los motores convencionales en el medio ambiente.
- Desarrollar nuevas tecnologías para producir biocombustibles.
- Construir edificios que hagan un uso más eficiente de los recursos y de menor impacto en el medio ambiente.

Salud humana

En el ámbito de la salud, se presentarán nuevas oportunidades para la ingeniería relacionadas con detección y tratamiento de enfermedades, algunas implican el desarrollo de nuevas tecnologías para:

- Diseñar equipos más sensibles y selectivos que detecten precozmente las células cancerosas y determinen el tipo de droga y la dosificación más adecuada para cada caso.
- Desarrollar soluciones para curar, reparar, ayudar y/o reemplazar el corazón o sus componentes críticos que trabajen de manera armoniosa con el cuerpo.
- Diseñar y fabricar implantes electrónicos que, al registrar la actividad del cerebro, diseñen nuevos tratamientos para los diferentes desórdenes neurológicos.
- Desarrollar prótesis neuronales o interfaces electrónicas con el cerebro que restauren funciones fisiológicas en personas con lesiones o enfermedades del sistema nervioso.

Vulnerabilidad

En el ámbito de la vulnerabilidad de las personas, se desarrollan tecnologías que generarán importantes oportunidades para la ingeniería, relacionadas con ciberseguridad y prevención de desastres naturales, algunas también incluyen el desarrollo de nuevas tecnologías para:

- Diseñar sistemas informáticos para que los usuarios protejan su información personal, hábitos de vida, condiciones de salud y creencias personales.
- Realizar pronósticos de riesgos asociados a fenómenos naturales.

Mejoramiento de la calidad de vida de las personas

En el ámbito del mejoramiento en la calidad de vida de las personas, se presentarán atractivas oportunidades para la ingeniería:

- Desalar y purificar el agua utilizando menos energía, y disminuyendo su impacto en el medio ambiente.
- Desarrollar asistentes robóticos, automóviles y vehículos aéreos autónomos
- Fabricar sistemas robóticos con interfaces avanzadas para la toma de decisiones
- Diseñar y construir nuevos telescopios

Procesos de manufactura

En relación con los procesos de manufactura, se presentarán nuevas oportunidades para la ingeniería:

- Diseñar y construir dispositivos electrónicos flexibles, utilizando nuevos materiales, permitiendo el desarrollo de nuevos productos que incorporen sistemas de control.
- Diseñar sistemas de fabricación, con capacidades de percepción y juicio que permitan su funcionamiento autónomo.
- Elaborar piezas complejas utilizando técnicas de fabricación aditiva

Tecnologías de información y comunicaciones

En el ámbito de las Tecnologías de la información y comunicaciones (TIC), se presentarán interesantes oportunidades para la ingeniería:

- Diseñar y construir un nuevo tipo de máquinas, capaces de leer datos y tomar decisiones en base a ellos.
- Diseñar máquinas que aprendan a reconocer objetos, entender el habla e inferir pensamientos o sentimientos, a partir de documentos, imágenes o vídeos.
- Monitorear el estado de salud de las personas, conocer sus intereses y patrones de consumo.
- Desarrollar aplicaciones para terapias y cambio en los hábitos de la salud.
- Aumentar la productividad de las personas.

Fuente: Academia de Ingeniería de Chile

7.2 Conclusiones del capítulo

Las tendencias de la ingeniería global indicadas anteriormente requerirán de ingenieros en nuevas especialidades para el diseño e implementación de las nuevas tecnologías.

En el ámbito de sostenibilidad, las nuevas tecnologías mencionadas anteriormente requerirán de ingenieros en nuevas especialidades, para el diseño, desarrollo de instalaciones industriales, fabricación de nuevos equipos y componentes, comercialización y servicio de postventa.

En el área de la salud, las diferentes tecnologías requerirán de ingenieros de diferentes especialidades y también de nuevas especialidades para el diseño y fabricación de sistemas de diagnóstico y análisis y la fabricación de nuevos componentes.

Las tecnologías para que las personas realicen transacciones seguras y la existencia de reconocimiento facial digital, necesitarán ingenieros en informática, electrónica, matemáticas y el desarrollo de herramientas de inteligencia artificial.

Las distintas tecnologías, como sistemas de traducción simultánea, interfaces hombre-máquina y ciudades con sensores, requerirán de ingenieros en todas las especialidades, para diseñar, fabricar y operar los nuevos sistemas y componentes.

En procesos de manufactura la impresión de metales en 3D y el desarrollo de computadores cuánticos, realizarán tareas actualmente imposibles de efectuar, para lo que se precisarán ingenieros para diseñar y fabricar nuevos sistemas y componentes.

El aprendizaje reforzado, redes generativas antagónicas, inteligencia artificial en la nube, robots que enseñan unos a otros y vehículos autónomos, requerirán de ingenieros de todas las especialidades.

8. CONCLUSIONES DEL INFORME

8.1 Número de carreras de ingeniería en general

En la actualidad, se ofrecen 495 carreras con la denominación de ingeniería, conducentes al titulo de ingeniero. De estas, un 51,7% corresponde a carreras de Ingeniería Civil, el 42,4% corresponde a carreras de Ingeniería en diferentes áreas y un 5,9% a carreras de Ingeniería de Ejecución.

Las carreras de ingeniería de Ejecución tienen una representación menor, y son dictadas por institutos profesionales en su gran mayoría. Al parecer, la tendencia ha sido convertirlas en programas de ingeniería.

8.2 Número de especialidades en ingeniería civil

En la actualidad existen 33 carreras de ingeniería civil con especialidad, de las cuales 9 carreras tienen más de 25 años y 24 carreras se han creado los últimos 25 años.

Las universidades privadas cuentan con carreras de menor duración (10 y 11 semestres, siendo tradicionalmente 12 semestres), pero se advierte una tendencia general a la reducción de los años de estudios.

8.3 Denominación de carreras

Algunas de las carreras de ingeniería que se dictan en Chile, no cumplen los requisitos para ser denominadas ingeniería, según las definiciones y estándares nacionales e internacionales, sino que pertenecen a otras áreas, como gestión, negocios, ciencias u otros. Esta situación puede generar problemas de reconocimiento de títulos, en la eventualidad que un profesional titulado en Chile en una carrera con el nombre de "ingeniería en", solicite en el extranjero su reconocimiento, no encontrándo equivalente en ese país, o bien que sea homologado a una carrera que no tiene el nombre de "ingeniería".

Para salvar este tipo de situaciones, y a modo de ejemplo, la Universidad de Concepción, en su carrera Ingeniería Civil Aeroespacial, especialidad de la ingeniería reconocida internacionalmente, pero no ante las leyes chilenas, entrega junto a este título, el de Ingeniero Aeronáutico que permite al titulado ejercer en Chile, pero que no tiene homologación con esa denominación en el extranjero. De esta manera este profesional puede ejercer tanto en el país como fuera de él.

8.4 Incorporación de una nueva especialidad

Al revisar la trayectoria de algunas especialidades en facultades de ingeniería que se encuentran en los primeros lugares en los *ranking*s mundiales, se pudo observar que el desarrollo de una nueva especialidad, comienza en los programas ofrecidos a estudiantes de pregrado en la forma de cursos optativos y a los graduados como cursos (*certificated*), diplomas o máster, y una vez que el campo ocupacional está consolidado, se crea la carrera de pregrado.

9. RECOMENDACIONES

Considerando que en nuestro país las facultades de ingeniería incorporarán especialidades de la ingeniería y crearan nuevas carreras de ingeniería de civil de especialidad, se entregan algunas recomendaciones a tener presentes durante el desarrollo de estas actividades.

9.1 Incorporación de una nueva especialidad de la ingenieria

Para la incoporación de una nueva especialidad a una facultad de ingeniería, se recomienda partir en las carreras de pregrado con una oferta de cursos optativos, y con los graduados con cursos (certificated), diplomas o mágister, y una vez que el campo ocupacional está consolidado, desarrollar la carrera de pregrado. Esta trayectoria presenta un escenario de menor riesgo para los primeros estudiantes que ingresan a la nueva carrera de pregrado, por cuanto los graduados de los respectivos programas de magister ya han validado la especialidad en el medio productivo, la han dado a conocer y han creado los espacios para los futuros profesionales del área.

En Chile, se observa en algunos casos lo contrario, primero se crea la carrera de pregrado para una nueva especialidad y si es que ella logra consolidarse, se da el paso siguiente de proponer programas de magister. Este es un camino de mayor riesgo para los primeros estudiantes, ya que no todas las nuevas especialidades han logrado posicionarse en el medio laboral, e incluso al cabo de unos pocos años, algunas se han debido discontinuar con el evidente perjuicio para los pocos estudiantes que alcanzaron a ingresar a esta nueva formación.

Considerando que el campo ocupacional para cualquier especialidad de la ingeniería está directamente relacionado con el tamaño del país, y que, particularmente para todas las nuevas carreras de ingeniería dicho campo ocupacional en un país pequeño como Chile es reducido, con mayor razón es altamente recomendable comenzar la formación profesional en un área emergente de la ingeniería a través de distintas alternativas, que se pueden incorporar en los planes de estudio de alguna carrera tradicional afín, tales como una mención profesional, o bien mediante un programa de "minor" o "major" que algunas universidades han comenzado a implementar en los últimos años. Otra alternativa es crear programas de formación continua, tales como diplomados, para profesionales que en su medio laboral requieran de estos nuevos conocimientos. Solamente en los casos en que los ingenieros validen con éxito en su vida laboral la aplicación de estos nuevos conocimientos, y ante una evidente demanda por más profesionales con esta especialización, resultaría recomendable iniciar la evaluación de crear una nueva carrera de ingeniería en el país.

También resulta recomendable que las instituciones de educación superior definan una política coherente para abordar áreas emergentes en la formación de sus profesionales. Ejemplos concretos en la actualidad son la energía y el agua, cuya producción y disponibilidad representan un problema de importancia estratégica cada vez mayor. Sin embargo, la solución desde la formación de los ingenieros no va asociada al "ingeniero en energía" o al "ingeniero en aguas", sino que más bien por tratarse de problemas que involucran varias áreas del conocimiento, es preferible abordar estos temas desde las distintas especialidades o bien a través de programas de mágister.

9.2 Creación de carrera de ingeniería civil con nueva especialidad

9.2.1 Estudios y análisis previos independientes

Previo a la creación de una nueva carrera, resulta recomendable contar con diagnósticos y análisis de organismos técnicos, independientes de las universidades, en los que se concluya la necesidad y conveniencia de crear una nueva especialidad en el país. Dichos estudios debieran constituirse en un respaldo a la decisión de una universidad de incursionar en una nueva carrera, y cuyas conclusiones debieran ser parte de la publicidad que acompaña el lanzamiento de la nueva formación. De esta manera, se evitarían propuestas apresuradas, que ya han ocurrido en el pasado reciente, y que han terminado con un estrepitoso cierre anticipado de la carrera con grave perjuicio para los estudiantes involucrados.

Por otra parte, es recomendable una vigilancia de lo que sucede en otros países que sean referentes de la formación de ingenieros, en cuanto a la existencia de la nueva especialidad que se desea implementar. Si la nueva carrera que se desea crear ya existe desde hace varias décadas en el extranjero y cuenta con un posicionamiento y un desarrollo reconocido, el riesgo de crearla en el país, aunque sea la primera, es bastante reducido. En cambio, si la especialidad que se está proponiendo es prácticamente inexistente o simplemente no existe en los países desarrollados, hay una mayor probabilidad de fracaso para posicionar la nueva carrera, tanto en la captación de estudiantes como en el campo ocupacional.

9.2.2 Avances previos a la creación de la carrera

Al iniciar una nueva carrera, previamente es recomendable haber avanzado en varios ámbitos que estructuran una nueva formación, tales como los recursos humanos calificados para abordar el nuevo desafío y una infraestructura física básica, o al menos los proyectos y el financiamiento disponible para llevar a cabo en forma oportuna las construcciones necesarias y la adquisición del equipamiento de los laboratorios de docencia. Un caso reciente de creación de carrera es la situación de la Ingeniería Civil de Minas, que ante los diagnósticos del sector minero que indicaban que se necesitaría una gran cantidad de estos profesionales a partir de la presente década, las universidades comenzaron a crear en forma explosiva esta especialidad, y sólo entre los años 2010 a 2014, las universidades que ofrecían la carrera pasaron de cinco a diecinueve y las vacantes aumentaron en un 400%. Sin embargo, de las catorce nuevas universidades que crearon la carrera de Minas (seis del CRUCH y ocho privadas), sólo dos tenían las carreras de Geología y de Metalurgia Extractiva, y tres tenían sólo la de Metalurgia Extractiva, lo que les permitía iniciar la especialidad de Minas sobre la base de estas carreras ya existentes. Las nueve universidades restantes crearon con urgencia la carrera de Minas partiendo absolutamente desde cero y llevando a cabo su implementación junto con el avance de los alumnos. La consecuencia en que actualmente varias de estas últimas carreras debieron cerrar el ingreso al primer año sin haber alcanzado a implementar totalmente la carrera.

9.2.3 Ámbito de las carreras

Si el perfil de egreso de una especialidad se limita a un ámbito muy específico, la consecuencia es que el campo ocupacional será más reducido. Esta desventaja es aún más evidente en un país como el nuestro, en el que comparativamente el mercado de las empresas de ingeniería es pequeño frente al de países desarrollados o de mayor tamaño. Por ello, estas carreras debieran diversificar su perfil para acceder a una mayor variedad de campos ocupacionales, y sus planes de estudio debieran facilitar la reconversión del profesional para transitar con mayor facilidad hacia el ejercicio de otras especialidades.

9.2.4 Nombre de la carrera

El nombre de la carrera no debería inducir a error, dado que existe una gran diversidad de denominaciones de las especialidades de ingeniería en el país, y hay casos en que el nombre genera una idea errónea respecto de la formación y del campo ocupacional de dicha carrera. El ejemplo más claro ocurre con las carreras de Metalurgia, las que en general se dedican al procesamiento de minerales en lugar del procesamiento de metales y aleaciones, como ocurre en el resto del mundo. Para evitar esta confusión, algunas de estas carreras han tomado un nombre más preciso como "Metalurgia Extractiva", pero la mayoría conserva solamente la denominación de "Metalurgia", y es así como algunas empresas metalúrgicas erróneamente han contratado a estos egresados que no tienen formación en metalurgia, sino que en procesamiento de minerales.

Por lo tanto, es recomendable que el nombre de la especialidad de ingeniería civil represente, de la manera más genuina y pertinente posible, el verdadero perfil de egreso y el campo ocupacional a que está apuntando la carrera.

9.2.5 Perfiles de egreso

A fin de asegurar que una propuesta de carrera de ingeniería sea considerada como tal, es necesario definir el perfil de egreso, usando como referencia las principales convergencias internacionales sobre los perfiles y competencias del ingeniero, las que se hacen cargo de las tendencias actuales de la profesión. Entre estas propuestas se pueden encontrar, entre otras, las siguientes:

- Acuerdo de Washington
- ABET
- Acuerdo de la APEC
- Acuerdo de la Unión Europea
- American Society of Engineering Education

De esta forma, se podría afirmar que cualquier ámbito podría ser abordado desde la ingeniería, con las bases y la metodología de esta.

9.3 Institucionalidad reguladora

9.3.1 Necesidad de regulaciones minimas y responsabilidad ante el fracaso

El fracaso de una nueva carrera puede causar un impacto grave a cientos o miles de estudiantes y sus familias, por lo que, en lugar de dar una amplia libertad a las instituciones de educación superior para aventurarse con una nueva carrera, es recomendable que existan regulaciones mínimas que se debieran cumplir. El caso relativamente reciente, es la carrera de Criminalística que ofrecieron algunas instituciones de educación superior en la década pasada, en la que no había ninguna posibilidad de que los titulados la ejercieran, ya que desde el primer momento no cumplían con los requisitos que el Estado impone a los peritos criminalísticos (ser formado en la PDI), ello dejó al descubierto las consecuencias de una falta de regulación y que en esta oportunidad afectó a una cantidad del orden de cinco mil estudiantes. Este caso resulta ser aún más grave por cuanto, por un lado, es el propio Estado el que estaba formando a estos profesionales en al menos una universidad estatal y, por otra parte, es el mismo Estado el que exige requisitos que les impide su ejercicio profesional.

Experiencias como la descrita, señalan la necesidad de establecer regulaciones mínimas, las que podrían recaer en la recientemente formada Superintendencia de Educación Superior. Para el caso de las carreras de ingeniería, dicha Superintendencia podría considerar la trayectoria previa de la universidad en el área de la nueva especialidad, los recursos humanos y físicos disponibles, y recabar opiniones autorizadas tales como la de Colegios Profesionales y otros organismos pertinentes.

Actualmente, frente al fracaso de una nueva carrera las universidades deciden discontinuarla con un muy bajo o con un nulo perjuicio asociado a esta decisión. Sin embargo, el mayor daño lo sufren los estudiantes que sacrificaron varios años de su vida en alcanzar un título profesional, que los va a acompañar el resto de su vida, pero que finalmente no va a lograr tener presencia en el mercado laboral. Este es un tema no abordado por las universidades, donde indudablemente las responsabilidades están de su lado, dada la asimetría de información que existe entre los antecedentes de que disponía la universidad al momento de crearla, y los que posee el futuro estudiante al momento de postular a ella.

9.3.2 Ordenamiento de los títulos de ingeniería

En el Chile existe una gran diversidad en la denominación de los títulos de ingeniería, lo que genera una anarquía en la clasificación de estas carreras y una confusión tanto en el medio productivo como entre los propios postulantes que buscan ingresar a ellas. El prestigio con que cuenta el título de ingeniero ha motivado a que numerosas formaciones, muy lejanas del quehacer propio de una carrera de ingeniería, hayan adoptado esta denominación buscando captar más postulantes a la carrera y mejores oportunidades laborales para los titulados. Esta situación pareciera ser característica de Chile, ya que no es observada en el resto de los países de Latinoamérica, ni tampoco del resto del mundo.

Ante este escenario, aparece como recomendable que se pudiera avanzar hacia un ordenamiento de los títulos de ingeniería, y que pudieran existir regulaciones mínimas para utilizar la denominación de ingeniería. Actualmente, los avances que se pueden observar al respecto son los siguientes:

La Comisión Nacional de Acreditación clasifica a las ingenierías civiles, en sus distintas especialidades, como ingeniería de base científica, y al resto de las ingenierías como de base tecnológica.

La ley LOCE exige el grado de licenciado a las carreras de ingeniería civil, sin embargo, debido a que algunas carreras de ingeniería de ejecución y de "ingeniería en" también comenzaron a otorgar dicho grado, finalmente la licenciatura no logra constituir un elemento diferenciador entre los distintos tipos de ingenierías.

El recientemente formulado Marco Nacional de Cualificaciones define las competencias en el nivel 2 para los "Profesionales de Aplicación", las que se pueden asimilar a las ingenierías de base tecnológica, y en el nivel 3 para los "Profesionales Avanzados", las que corresponden bien a las ingenierías civiles.

Sin embargo, ninguna de estas regulaciones establece requisitos mínimos para utilizar la denominación de ingeniería para una carrera, por lo que sigue existiendo una amplia libertad para utilizar el nombre de ingeniería en formaciones que no necesariamente tienen que ver con el ámbito de la profesión.

10. BIBLIOGRAFÍA

- 1. Informe tendencias de estadísticas de educación superior por sexo, Consejo Nacional de Educación, octubre 2020
- National Academy of Engineering 2018. Understanding the Educational and Career Pathways of Engineers. Washington, DC: The National Academies Press. https://doi.org/10.17226/25284.
- 3. The new Grolier Multimedia encyclopedia, Release Grolier Inc, 1993
- 4. Engineering. The New Enciclopedia Británica, Vol 18, 15, 1995
- 5. Anales de la Universidad de Chile, 1843
- 6. F. Encina, "Historia de Chile", Tomo XXVI, pág. 187, Ed. Ercilla, 1984
- 7. Anales de la Universidad de Chile, 1890, págs 113 91
- 8. Anales de la Universidad de Chile, 1897, págs 237 240
- 9. Anales de la Universidad de Chile, 1918, págs. 327 328
- 10. Anales de la Universidad de Chile, 1919, págs. 890 894, 923 940.
- 11. Anales Fac. Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile, año 1, 1944
- 12. R. Benavente, V. Cerón, E. Salazar, "Estructura de cinco años para la carrera de Ingeniería Civil en Chile", XIII Congreso Chileno de Educación en Ingeniería, Universidad de Concepción, octubre de 1999
- 13. SOCHEDI, Duración carreras de ingeniería civil, www.sochedi.cl
- 14. DEMRE: Oferta Definitiva de carreras, Vacantes y Ponderaciones Proceso 2020
- 15. Sitios Web de Universidades nacionales y extranjeras. Consultados en 2019 y 2020
- 16. Academia de Ingeniería de Chile, Visión de futuro de la ingeniería y de los ingenieros en Chile, 2018, www.academiadeingenieriadechile.cl

11. ANEXOS

Anexo 1: Requerimientos y propuestas de formación en el ámbito nacional Ley Orgánica Constitucional de Enseñanza N° 18.962 (Ley LOCE)

Promulgada el 7 de marzo de 1990, establece que el Título Profesional de Ingeniero Civil (se entiende en sus distintas especialidades) requiere la obtención previa del grado de Licenciado en Ciencias de la Ingeniería, y "que corresponderá exclusivamente a las universidades otorgar títulos profesionales respecto de los cuales la ley requiere haber obtenido previamente el grado de licenciado en las carreras que impartan". La misma ley define el grado de licenciado como "el que se otorga al alumno de una universidad que ha aprobado un programa de estudios que comprenda todos los aspectos esenciales de un área del conocimiento o de una disciplina determinada".

En el caso de la ingeniería civil, la intención de la ley era asegurar una formación mínima en ciencias básicas y en ciencias de la ingeniería, sin embargo, la exigencia de "los aspectos esenciales del área de conocimiento" resulta ser poco precisa y, en la práctica, cada institución la ha entendido a su manera, por lo que en las universidades existe una diversidad de exigencia para la obtención del grado de Licenciado en Ciencias de la Ingeniería. Para el caso de las carreras de ingeniería civil, en la gran mayoría de las universidades el grado del Licenciado se obtiene al cabo del octavo semestre, lo que aparentemente genera una uniformidad de criterio. Sin embargo, existen diferencias importantes en cuanto a la cantidad de materias de ciencias básicas y de ciencias de la ingeniería que incluyen las distintas carreras y universidades dentro de estos ocho semestres, sin considerar el nivel de exigencia con que estas materias se enseñan. Por otra parte, en forma creciente carreras de ingeniería de ejecución y de ingeniería de especialidades han comenzado también a otorgar el grado de Licenciado en Ciencias de la Ingeniería, porque unilateralmente han considerado que la formación en ciencias que incluyen sus planes de estudio "comprenden los aspectos esenciales del área de conocimiento" y que, por ende, cumplen con la exigencia de la ley.

En consecuencia, la obtención previa del grado de Licenciado en Ciencias de la Ingeniería que exige la ley LOCE, en la práctica no ha logrado asegurar el nivel mínimo en ciencias básicas y en ciencias de la ingeniería que se espera de la formación de los ingenieros civiles, ni tampoco ha servido como exigencia distintiva con respecto a las otras formaciones de ingeniería que existen en el país, tales como los ingenieros de ejecución y los ingenieros de especialidades.

Comisión Nacional de Acreditación de Pregrado para las carreras de ingeniería civil.

La Comisión Nacional de Acreditación de Pregrado (CNAP) establece específicamente criterios y estándares para las distintas carreras de ingeniería, y sobre la base de sus orientaciones y perfil de egreso distingue dos tipos de ingeniería:

- Ingenierías con base científica, que otorgan una licenciatura en ciencias de la ingeniería y conducen a un título profesional de ingeniero civil o uno esencialmente equivalente.
- Ingenierías con base tecnológica, que conducen a un título de ingeniero en un área de especialidad o de ingeniero de ejecución, y que pueden otorgar una licenciatura en la especialización correspondiente al título.

Para el caso de las primeras señala que debe contar con una fuerte base científica, y orientarse al diseño, gestión y producción. La carrera debe garantizar además que estos profesionales:

- han adquirido las competencias necesarias para aplicar un cuerpo distintivo de conocimientos científicos, matemáticos y tecnológicos en un contexto empresarial, tomando en consideración las restricciones impuestas por las finanzas, la legislación, la ética y las personas,
- tienen capacidad de innovación, creatividad y habilidad específica, centrada en el diseño, gestión y producción de proyectos de desarrollo, procesos de producción y procedimientos de operación y mantenimiento, en áreas de infraestructura, bienes y servicios para la industria y la comunidad, en diversos ámbitos de la ingeniería.
- cuentan con las competencias necesarias para prever el comportamiento de un diseño o los resultados de un programa, y para evaluar costos y beneficios de las actividades propuestas.
- son capaces de desarrollar las competencias necesarias para una educación permanente y continua, incluyendo estudios de postítulo y postrado.

Describe además los conocimientos, habilidades y capacidades que debe desarrollar el proceso formativo para alcanzar el perfil de egreso, proceso que debe contemplar cinco áreas de formación, cada una de ellas con objetivos bien definidos:

- ciencias básicas
- ciencias de la ingeniería
- ingeniería aplicada
- ciencias sociales y humanidades
- electivos de formación profesional

Colegio de Ingenieros de Chile

En su reglamentación interna, el Colegio de Ingenieros de Chile cuenta con un reglamento sobre la *Calificación de Títulos Profesionales de Ingenieros para Admisión de Socios Activos*, en el que se pueden destacar los siguientes artículos:

Art.4 Los programas de estudios conducentes al otorgamiento de los títulos de Ingeniero que reconocerá el Colegio para los efectos de la afiliación de sus Socios Activos, deberán estar diseñados para preparar profesionales capacitados para actuar en el más alto nivel de responsabilidad en las diferentes actividades relacionadas con la Ingeniería. Esto implica que los programas de estudio de los Ingenieros tengan un contenido curricular amplio, que involucra tanto a las Matemáticas, Ciencias Naturales, Ciencias de la Ingeniería de diferentes especialidades, Ciencias Sociales y Humanistas, como también a las disciplinas o materias de la especialidad que corresponda. No serán aceptables, para la incorporación como Socio Activo del Colegio, los profesionales cuyos títulos profesionales son soportados por programas de educación conducentes a formar profesionales orientados a desempeñar roles de apoyo, al basarse principalmente en una formación tecnológica, no obstante reconocer la necesidad de nuestro país de contar con profesionales con dicho tipo de formación.

Art.5 Considerando que en Chile la sola posesión de un título de Ingeniero otorga la habilitación para el ejercicio de la profesión, y con ello enfrentar elevadas responsabilidades, tanto en los ámbitos público como privado, su formación académica debe ser integral, para lo cual los programas de estudios deben considerar una adecuada mezcla de conocimientos teóricos y de ejercicio en talleres, laboratorios o seminarios donde se adquieran los conocimientos y comprensión de las ciencias y tecnologías que correspondan y las habilidades y el adiestramiento básico para la práctica de la profesión. El programa debe permitir desarrollar en los graduados la capacidad para:

- Identificar y resolver en forma eficiente los problemas que son susceptibles de tratar con los modelos e instrumentos de la profesión,
- Determinar las limitaciones en el ejercicio de sus actividades profesionales, circunscribiendo su actuación a las áreas de su especialidad,
- Comprender y aplicar las obligaciones éticas, legales y contractuales relevantes a su trabajo,
- Utilizar en forma correcta los factores significativos para la ingeniería en el ámbito técnico, social, económico y ambiental,
- Conocer los sistemas de gestión de calidad y seguridad,
- Entender y aplicar los conceptos relacionados con la responsabilidad social y
- Asumir las responsabilidades propias del liderazgo.

Además, los programas de estudios deben permitir desarrollar en los graduados las habilidades para:

- Mantener vigente y actualizados, durante la vida profesional, los conocimientos y prácticas de la ingeniería de su especialidad,
- Dirigir y administrar eficientemente proyectos, personas, recursos y tiempo,
- Trabajar en equipos multidisciplinarios,
- Manejar el idioma inglés en los aspectos técnicos y comunicacionales que involucre el desempeño de la profesión,
- Para comunicarse eficientemente en forma oral y escrita,
- Ser creativo e innovador y
- Desenvolverse en el mundo globalizado.

Art.13 De acuerdo con lo estipulado en el artículo 12° del Decreto con Fuerza de Ley №1 del Ministerio de Educación, promulgado el 30 de Diciembre de 1980 que establece las normas sobre naturaleza, organización y funcionamiento de las universidades chilenas, los poseedores del título de Ingeniero Civil requieren haber obtenido previamente en alguna universidad chilena reconocida por el Estado el grado académico de Licenciado en Ciencias de la Ingeniería, sin mención de especialidad o de cualquier otra expresión que produzca una restricción sobre la amplitud de la licenciatura indicada por la ley. El Colegio entiende que ello se logra con un programa de estudios con una fuerte base científica y con una orientación hacia el diseño, la gestión y la producción.

El grado académico de Licenciatura en Ciencias de la Ingeniería es el que se otorga al alumno de una universidad que ha aprobado un programa de estudios que comprende todos los aspectos esenciales del conocimiento relacionado con la Ingeniería con base científica, esto es, los estudios de las Ciencias Básicas y de las Ciencias de la Ingeniería.

Además, el programa de estudio de las carreras de ingeniería civil debe incluir las materias o disciplinas de la Ingeniería Aplicada de cada especialidad, con un grado suficiente de profundidad para permitir al Ingeniero Civil iniciar el ejercicio de su profesión en forma idónea. Forma parte de la Ingeniería Aplicada la preparación del proyecto o memoria de titulación.

El Colegio considera que para cumplir estos objetivos, los planes de educación superior deben tener una duración total que incluya entre 3.200 y 3.600 Horas Lectivas, unas 500 Horas de Práctica e incluir una memoria, trabajo o proyecto de titulación, o bien la exigencia de la aprobación de un examen de grado. La duración total de las carreras de ingeniería civil dependerá del nivel de preparación en las ciencias básicas con que se ingresa a las carreras, y de la amplitud y profundidad de los conocimientos y práctica profesional que exige el perfil profesional de cada especialidad.

Art.15 Ciencias Básicas.

Los programas de estudios de los Ingenieros Civiles en las universidades chilenas, cualquiera sea su especialidad o mención, deben desarrollar en el graduado conocimientos y comprensión de las Ciencia Básicas, que corresponden al tratamiento de las matemáticas, la física, la química y otras materias que sustentan una amplia gama de disciplinas de la ingeniería. Los objetivos de esta área son:

- Contribuir a la formación del pensamiento lógico- deductivo.
- Proporcionar a los graduados los fundamentos que les permitan enfrentar con éxito problemas que requieren de capacidad analítica e innovación, y,
- Proporcionar la preparación suficiente para actualizar y profundizar sus conocimientos.

La extensión de los estudios de las Ciencias Básicas debe alcanzar a lo menos a 1.000 Horas Lectivas más los tiempos de los cursos de nivelación que cada universidad diseñe para contribuir a tener una mayor eficiencia al inicio del proceso de la enseñanza de las Ciencias Básicas.

Art.16 Ciencias de la Ingeniería.

Corresponde al tratamiento científico de disciplinas relativas a los materiales, las energías, sistemas y procesos, con el objeto de entregar la base conceptual y las herramientas de análisis para el área de Ingeniería Aplicada.

Específicamente, los programas de estudio conducentes al título de Ingeniero Civil, deben tener un contenido que incluya las disciplinas generales de la ingeniería, como Ciencia y Tecnología de los Materiales, Mecánica de Sólidos y Resistencia de Materiales (Teoría y Experimentación), Mecánica de Fluidos y Máquinas Hidráulicas (Teoría y Experimentación), Termodinámica y utilización de la energía del calor (Teoría y Experimentación), Electrotecnia, Electrónica y Máquinas Eléctricas (Teoría y Experimentación), Computación y Sistemas de Información, Investigación de Operaciones con

Programación Lineal y Dinámica, Ingeniería Ambiental, Ingeniería Económica y Financiera, Planificación y Administración de Proyectos, principalmente.

La extensión de los estudios de las Ciencias de la Ingeniería, debe alcanzar a unas 1.000 Horas Lectivas.

Art.17 Ingeniería Aplicada.

Incluye los elementos fundamentales de la ingeniería que permitan al graduado tener un conocimiento de las disciplinas propias de cada especialidad, comprendiendo las metodologías, normas y prácticas para los análisis, estudios y diseños, de manera de quedar habilitado para el ejercicio profesional en la respectiva especialidad.

Los planes de estudios de las distintas especialidades deben tener una amplitud y un nivel suficientes para participar en forma competente en la planificación, diseño y administración de proyectos de infraestructura, procesos productivos, proyectos multidisciplinarios o investigaciones.

Es requisito principal para los programas de estudios tener talleres de diseño en las respectivas especialidades que permitan conocer, comprender y aplicar los métodos, normas de cálculo, regulaciones legales y en general los estándares actualizados aplicables a cada especialidad.

Art.18 Ciencias Sociales y Humanidades.

El Colegio recomienda que los programas de estudios contemplen los fundamentos y metodologías que permitan efectivamente desarrollar la actividad de la ingeniería en un contexto empresarial, facilitar la comprensión del mundo globalizado, las restricciones impuestas por las finanzas, la legislación, la ética y trabajar con responsabilidad social.

Art.19 Cursos Electivos.

El Colegio recomienda que los programas de estudios contemplen cursos electivos que tengan como objetivo complementar la formación profesional, con materias no contempladas en las otras áreas de formación o acentuar la formación en disciplinas que le sean de interés a cada estudiante, en el ámbito de cada especialidad.

Las áreas de la formación profesional que establece este reglamento coinciden con las que consideran los criterios de acreditación de la CNAP, sin embargo, adicionalmente establecen un mínimo de horas lectivas en la formación de ciencias básicas, de ciencias de la ingeniería, de práctica profesional y del total del plan de estudio.

Instituto de Ingenieros de Chile

El Instituto de Ingenieros de Chile acepta como socios a egresados de ingeniería civil, en sus distintas especialidades, provenientes de algunas universidades cuyo plan de estudio tenga un nivel de equivalencia con el plan de estudio de las carreras de ingeniería civil de la Universidad de Chile.

En el año 2000, el Instituto formó una Comisión de Educación que publicó dos años después, el informe titulado "Educación en Ingeniería: una visión integradora de las perspectivas profesional y académica". Este trabajo se refiere ampliamente al perfil de los ingenieros civiles y, en particular,

hace una propuesta para la estructura que debiera tener la Licenciatura en Ciencias de la Ingeniería, y que considera lo siguiente:

- Dos semestres de formación en matemáticas
- Un semestre de formación en ciencias naturales
- Dos semestres de ciencias de la ingeniería
- Un semestre de formación general
- Dos semestres en otras materias

Sobre la base de cinco asignaturas por semestre, de cinco horas lectivas cada una a la semana y por dieciséis semanas de clases al semestre, esta propuesta se traduciría en:

- 1200 horas lectivas de ciencias básicas
- 800 horas de ciencias de la ingeniería
- 400 horas de formación general

Lo que da un total de 2.000 lectivas de formación en ciencias, es decir coincidente con la suma de 2.000 horas lectivas que plantea el Colegio de Ingenieros en su reglamentación interna (1.000 horas de ciencias básicas + 1.000 horas de ciencias de la ingeniería).

Marco Nacional de Cualificaciones para la Educación Superior (MNCES)

El Ministerio de Educación emitió en agosto de 2016, el Informe Final sobre el Marco de Cualificaciones para la Educación de Superior en Chile. El objetivo de este Marco es establecer un sistema coherente, transparente y legible de certificaciones para la educación superior, que permita el aprendizaje a lo largo de la vida y el reconocimiento de aprendizajes previos.

Según dicho Informe "el desarrollo de Marcos Nacionales de Cualificación ha sido la tendencia internacional más importante en materia de reformas a los sistemas nacionales de educación y cualificaciones desde finales de los años 90, constituyéndose como una herramienta que se ha implementado en distintos países, en función de necesidades diversas, pero que en general atienden a necesidades como coherencia y articulación de los sistemas de cualificación, legibilidad de las certificaciones que se otorgan y comparabilidad y compatibilidad de las cualificaciones con otros países".

Según la OECD "un Marco de Cualificaciones es un instrumento que permite el reconocimiento, desarrollo y clasificación de los conocimientos, habilidades y competencias de las personas a lo largo de un continuo de niveles, lo que se traduce en el desarrollo de un conjunto de resultados de aprendizaje generales o cualificaciones, es decir, afirmaciones de lo que la persona debe saber o hacer al finalizar un ciclo formativo, sin importar si fueron aprendidos en contextos formales, informales o no formales".

En diversos países, los programas que ofrecen las instituciones de educación superior deben regirse por un Marco de Cualificación, por lo que esta herramienta adquiere el carácter de instrumento ordenador de los sistemas formativos. En Chile, la ausencia de marcos regulatorios ha derivado en una gran diversidad de oferta de programas, así como de calidades muy heterogéneas. Por ejemplo, en el caso de las ingenierías, actualmente existen 3.225 programas con 570 nombres distintos.

El Marco Nacional de Cualificaciones para la Educación Superior, recientemente elaborado en nuestro país, define 5 niveles de cualificación, en los cuales están contenidas las siete certificaciones que tradicionalmente otorga Sistema de Educación Superior del país. Estos cinco niveles de cualificación son los siguientes:

- Bachiller, Técnico de Nivel Superior
- Profesional de Aplicación
- Licenciatura, Profesional Avanzado
- Magister
- Doctorado

La formación de los ingenieros civiles claramente se encasilla en el nivel correspondiente al Profesional Avanzado, el que de acuerdo con el Marco de Cualificación se entiende como:

"Título Profesional que certifica que el titulado o titulada demuestra conocimientos teóricos y prácticos avanzados de una disciplina o área disciplinar que está a la base de una profesión y conocimientos fundamentales de las disciplinas afines; habilidades de reflexión e integración de información que le permiten emitir juicios fundamentados y diseño de soluciones a problemas en contextos variados; y capacidad para desempeñarse de forma autónoma en tareas de investigación, procesos o proyectos de su disciplina o área disciplinar que está a la base de su profesión".

De acuerdo con dicho Marco, "la duración típica para el cumplimiento de las cualificaciones de esta certificación corresponde a 300 SCT-Chile, entendiendo que carreras como Medicina y Odontología podrán tener duraciones superiores". Esto significa que, según lo establecido por este Marco, las carreras de ingeniería civil deberían tener una duración de 300 créditos SCT Chile, lo que equivale a planes de estudio de cinco años de duración. Si bien en otros países los Marcos de Cualificación son mandatorios, en nuestro país, por la gran heterogeneidad de formaciones y calidades existentes, no se puede pretender que en el corto plazo todos los sistemas formativos estén alineados con este nuevo instrumento. Sin embargo, se espera que en el mediano y largo plazo tal alineamiento se vaya generando y, en tal escenario, las carreras de ingeniería civil deberían tender a una duración nominal de cinco años.

La tabla siguiente presenta los conocimientos, habilidades y competencias que propone, para el nivel del Profesional Avanzado correspondiente a los ingenieros civiles, el recientemente elaborado Marco Nacional de Cualificaciones:

Tabla 19: Conocimientos, habilidades y competencias propuestas por el MNCES

CONOCIMIENTO	Tipo, amplitud y profundidad	» Demuestra conocimientos teóricos y prácticos avanzados de una disciplina o área disciplinar que está a la base de una profesión, y conocimientos fundamentales de disciplinas afines.
DES	Cognitivas	 Reflexiona e integra información de diversas fuentes relacionadas con una disciplina o área disciplinar que está a la base de una profesión, que le permiten emitir juicios fundamentados. Diagnostica problemas relacionados con una disciplina o área disciplinar que está a la base de una profesión. Diseña soluciones para resolver problemas en contextos variados.
HABILIDADES	Técnicas	» Elabora productos, ejecuta procedimientos, diseña e implementa procesos, realiza proyectos y colabora en tareas de investigación, utilizando recursos materiales propios de una disciplina o área disciplinar que está a la base de una profesión.
	Comunicacionales	» Comunica efectivamente y argumenta resultados de proyectos y aspectos esenciales de una disciplina o área disciplinar que está a la base de una profesión, a públicos especializados y no especializados, de forma oral, escrita y visual, utilizando distintos medios y soportes.
	Ética y Responsabilidad	 Actúa con responsabilidad y ética, cumpliendo los protocolos y normas que guían su desempeño. Asume las implicancias de los resultados de su trabajo y de su grupo con las personas, la organización, la sociedad y el ambiente. Respeta la diversidad socioeconómica, cultural, étnica, de género, de nacionalidad y de religión de las personas que con las que se relaciona en su trabajo, promoviendo espacios de inclusión.
COMPETENCE	Autonomía	 » Toma decisiones y se desempeña de forma autónoma en tareas de investigación, procesos o proyectos de su disciplina o área disciplinar que está a la base de su profesión. » Evalúa constantemente su quehacer para mejorar su desempeño profesional. » Demuestra una actitud proactiva y responsable hacia la actualización de sus conocimientos y desarrollo de sus habilidades.
	Trabajo con otros	 Colabora o coordina equipos de trabajo para el logro de objetivos comunes. Respeta los roles y funciones de las personas que integran su área de trabajo. Promueve relaciones de colaboración entre los miembros de su equipo de trabajo.

Anexo 2: Requerimientos y propuestas de formación en el ámbito internacional

A nivel internacional, existen diversas propuestas para la formación de ingenieros de base científica (ingenieros civiles en Chile) y de los ingenieros de base tecnológica (ingenieros de ejecución e ingenieros de especialidad en Chile). Las más conocidas para los ingenieros de base científica son las siguientes:

Acuerdo de Bolonia

El proceso de Bolonia surge del Acuerdo firmado en la ciudad del mismo nombre, en el año 1999, por los Ministros de Educación de los países de la Unión Europea, a través del cual se buscaba instaurar un Espacio Europeo para la Educación Superior. El objetivo principal era transitar hacia la convergencia de las formaciones profesionales con el objeto de facilitar el intercambio de los titulados, adaptar los estudios a las demandas sociales, mejorar su calidad y competitividad a través de una mayor transparencia y del aprendizaje centrado en el estudiante, y de su cuantificación mediante un sistema único de créditos denominado Sistema Europeo de Créditos Transferibles (ECTS).

Para las carreras de ingeniería, dicho Acuerdo establece planes de estudio de 240 créditos ECTS, lo que corresponde a una duración de cuatros años considerando que la carga académica anual es de 60 créditos ECTS. La estructura de dicho plan comprende 180 créditos ECTS para los estudios académicos formales y 60 créditos ECTS para una formación práctica de proyectos, estadías en empresas o de créditos de libre disposición.

En el ámbito de las ingenierías, el Proceso de Bolonia ha logrado establecer una estructura común de 4+1(2)+3, lo que corresponde a cuatro años de formación para las carreras de ingeniería, uno o dos años para la obtención del grado de master y tres años para el grado de doctor, facilitando de esta manera los objetivos planteados de facilitar el intercambio estudiantil, el reconocimiento de los estudios y la homologación de los títulos y grados entre los países que participan de este Acuerdo.

Proyecto Tuning

El Proyecto Tuning es un proyecto que, en el marco del Proceso de Bolonia, fue desarrollado a partir del año 2001 por cien universidades de países integrantes de la Unión Europea con el propósito de afinar las estructuras educativas en cuanto a las titulaciones de manera que estas pudieran ser comprendidas, comparadas y reconocidas en el área común europea. Adicionalmente incentivó a las universidades a desarrollar sus estrategias, no solamente con referencia a los contenidos y conocimientos, sino también a las competencias generales y las competencias específicas de enseñanza aprendizaje.

En el año 2004 el Proyecto Tuning se extiendió a América Latina y logró crear una red integrada por 18 países que comprometieron la participación de 182 universidades, entre ellas 13 universidades chilenas. De manera similar a lo realizado en Europa, el proyecto Tuning América Latina es un trabajo conjunto que busca y construye lenguajes y mecanismos para la construcción recíproca de los sistemas de enseñanza superior, que faciliten los procesos de reconocimiento de carácter transnacional y transregional. Fue concebido como un espacio de reflexión de actores comprometidos con la educación superior que, a través de la búsqueda de consensos, contribuye a avanzar en el desarrollo de titulaciones fácilmente comparables y comprensibles, de forma articulada, en América Latina. El Proyecto buscó además impulsar a escala latinoamericana un

importante nivel de convergencia de la educación superior en quince áreas temáticas, entre ellas la ingeniería civil y la informática, mediante definiciones aceptadas en común, sobre los resultados profesionales y de aprendizajes; desarrollar perfiles profesionales en términos de competencias genéricas y específicas a cada una de las áreas de estudios; facilitar la transparencia en las estructuras educativas e impulsar la innovación por medio de la comunicación de experiencias y la identificación de las buenas prácticas.

ABET

ABET es una organización no gubernamental, sin fines de lucro, dedicada a la acreditación de programas universitarios en las áreas de ciencias aplicadas, ciencias de la computación, ingeniería y tecnología. Fue fundada en 1932 como el nombre de Consejo de Ingenieros para el Desarrollo Profesional (Engineers' Council for Professional Developmen, ECPD) como un organismo dedicado a la acreditación de las carreras de ingeniería en los Estados Unidos. En 1979 ABET inició sus actividades internacionales cuando el ECPD firmó su primer Acuerdo de Reconocimiento Mutuo con el Canadian Engineering Accreditation Board. En 1989, ABET inició sus actividades internacionales como evaluador de programas fuera de los Estados Unidos, y como miembro fundador el Acuerdo de Washington, y hasta ahora ha acreditado más de 3000 programas en alrededor de 700 universidades de un total de 23 países, siendo el principal organismo internacional de acreditación de carreras de ingeniería. En el año 2005 abandonó el acrónico de Accreditation Board for Engineering and Technology, y pasó a usar la denominación de ABET.

A partir de 1997 ABET adoptó los Criterios de Ingeniería 2000 (Engineering Criteria 2000, «EC2000»), que se enfocan más en lo que se aprende y no en lo que se enseña, y que comprenden ocho criterios generales y once criterios específicos.

Los criterios generales comprenden los estudiantes, los objetivos educativos del programa, las competencias de egreso, el mejoramiento continuo, el currículo, los profesores, las instalaciones y el apoyo institucional.

Por su parte, las competencias específicas son:

- Capacidad para aplicar conocimientos de matemáticas, ciencias e ingeniería
- Capacidad para diseñar y llevar adelante experimentos, y para analizar e interpretar datos
- Capacidad para diseñar un sistema, componente o proceso para satisfacer necesidades requeridas dentro de restricciones realistas, tales como económicas, ambientales, sociales, políticas, éticas, de salud y seguridad, de factibilidad y de mantenibilidad
- Capacidad para desempeñarse en equipos multidisciplinarios
- Capacidad para identificar, formular y resolver problemas de ingeniería
- Comprensión de la responsabilidad profesional y ética
- Capacidad para comunicarse eficazmente
- Capacidad para entender el impacto de las soluciones ingenieriles en un contexto social, ambiental, económico y global
- Reconocimiento de la necesidad y capacidad para involucrarse en el aprendizaje a lo largo de la vida

- Conocimiento de los temas contemporáneos.
- Capacidad para usar las técnicas, habilidades y herramientas de la ingeniería moderna necesarias para la práctica de la ingeniería.

Acuerdo de Washington

El Acuerdo de Washington (Washington Accord), firmado en 1989, es un acuerdo internacional entre entidades responsables de la acreditación de los programas de pregrado en Ingeniería. Reconoce la equivalencia sustancial de los programas acreditados por esas agencias y recomienda que los graduados de programas, acreditados por cualquiera de ellas, sean reconocidos por los demás.

El Acuerdo de Sídney (Sydney Accord, SA), siguió al Acuerdo de Washington y es un acuerdo similar para los Ingenieros Tecnólogos, y fue firmado en junio del 2001.

El Acuerdo de Dublín (Dublin Accord) es consecuencia de los anteriores y se refiere a los Ingenieros Técnicos o Técnicos de Nivel Superior, y fue firmado en 2002. Fue iniciado con el Reino Unido, Sur África y Canadá, a los que unieron Nueva Zelandia y Estados Unidos.

Estos acuerdos establecen y describen los elementos diferenciadores para estos tres tipos de ingenieros en los siguientes doce ámbitos:

- conocimiento para la ingeniería
- análisis de problemas
- diseño / desarrollo de soluciones
- investigación
- utilización de herramientas modernas
- el ingeniero y la sociedad
- medio ambiente y sustentabilidad
- ética
- trabajo individual y en equipo
- comunicación
- gestión de proyectos y finanzas
- aprendizaje para toda la vida.

Un símil del Acuerdo de Washington, lo constituye el Acuerdo de Lima, firmado en septiembre de 2016, que consiste en un acuerdo multilateral de agencias acreditadoras de carreras de ingeniería de Chile, Costa Rica, México, Perú y el Caribe. El objetivo de dicho Acuerdo es que una vez que los programas cuenten con la acreditación, se reconozca entre los organismos signatarios la equivalencia substancial de dichos programas, y con ello se facilite la movilidad de los profesionales de la ingeniería y el reconocimiento mutuo de los títulos de los ingenieros frente a un escenario de globalización creciente.

OCDE

La Ingeniería es una de las seis ciencias troncales reconocidas por la OCDE, la que a su vez la subdivide en las siguientes disciplinas y subdisciplinas:

Tabla 20: Disciplinas y sub disciplinas segun la OCDE

Disciplina	Subdisciplina
Ingeniería Civil	 Ingeniería Civil Ingeniería Arquitectónica Ingeniería de la Construcción Ingeniería Estructural y Municipal Ingeniería del Transporte
Ingeniería Eléctrica, Electrónica e Informática	 Ingeniería Eléctrica y Electrónica Robótica y Control Automático Automatización y Sistemas de Control Ingeniería de Sistemas y Comunicaciones Telecomunicaciones Hardware y Arquitectura de Computadores
Ingeniería Mecánica	 Ingeniería Mecánica Mecánica Aplicada Termodinámica Ingeniería Aeroespacial Ingeniería Nuclear Ingeniería del Audio
Ingeniería Química	Ingeniería Química (Plantas y Productos)Ingeniería de Procesos
Ingeniería de los Materiales	 Ingeniería de los materiales Cerámicos Recubrimientos y películas Compuestos (Laminados, Plásticos Reforzados, Fibras Sintéticas y Naturales, etc) Papel y Madera Textiles
Ingeniería Médica	 Ingeniería Médica Tecnología Médica de laboratorio (análisis de muestras, tecnologías para el diagnóstico)
Ingeniería Ambiental	 Ingeniería Ambiental y Geológica Geotécnias Ingeniería del Petróleo (Combustibles, Aceites), Energía y Combustibles Sensores Remotos Minería y procesamiento de Minerales Ingeniería Marina, Naves Ingeniería Oceanográfica
Biotecnología Medioambiental	 Biotecnología medioambiental Bioremediación, biotecnología para el diagnóstico (chips ADN y biosensores) en manejo ambiental Ética relacionada con Biotecnología Medioambiental
Biotecnología Industrial	 Biotecnología Industrial Tecnologías de Bioprocesamiento, Biocatálisis, Fermentación Bioproductos (productos que se manufacturan usando biotecnología), biomateriales, bioplásticos, biocombustibles, materiales nuevos bioderivados, químicos finos bioderivados
Nanotecnología	 Nanomateriales (producción y propiedades) Nanoprocesos (aplicaciones a nanoescala)
Otras Ingenierías y Tecnologías	 Alimentos y bebidas Otras Ingenierías y Tecnologías Ingeniería de Producción Ingeniería Industrial



INSTITUTO DE INGENIEROS DE CHILE EMPRESAS SOCIAS

AGUAS ANDINAS S.A.
AGUAS NUEVAS S.A.
ALSTOM CHILE S.A.
ANGLO AMERICAN CHILE LTDA.
ANTOFAGASTA MINERALS S.A.
ARCADIS CHILE S.A.

ASOCIACIÓN DE CANALISTAS SOCIEDAD DEL CANAL DE MAIPO

BESALCO S.A.

CIA. DE PETROLEOS DE CHILE COPEC S.A.

COLBÚN S.A.

CyD INGENIERÍA LTDA.

EMPRESA CONSTRUCTORA BELFI S.A.

EMPRESA CONSTRUCTORA GUZMÁN Y LARRAÍN LTDA.

EMPRESA CONSTRUCTORA PRECON S.A.

EMPRESA NACIONAL DE TELECOMUNICACIONES S.A.

EMPRESAS CMPC S.A.

ENAEX S.A.

ENEL GENERACIÓN CHILE S.A.

FLUOR CHILE S.A.

INGENIERÍA Y CONSTRUCCIÓN SIGDO KOPPERS S.A.

MINERA ESCONDIDA LTDA.

SOCIEDAD QUIMICA Y MINERA DE CHILE S.A.

SUEZ MEDIOAMBIENTE CHILE S.A.

EMPRESAS DE INGENIERÍA COLABORADORAS

ACTIC CONSULTORES LTDA.

IEC INGENIERÍA S.A.

JRI INGENIERÍA S.A.

LEN Y ASOCIADOS INGENIEROS CONSULTORES LTDA.
SYNEX INGENIEROS CONSULTORES LTDA.
ZAÑARTU INGENIEROS CONSULTORES LTDA.