



# **TÍTULOS Y GRADOS DE INGENIERÍA A NIVEL INTERNACIONAL: REVISIÓN DE LA SITUACIÓN ACTUAL**

**INFORME Nº 1  
COMISIÓN DE TÍTULOS Y GRADOS**

**PROYECTO MECESUP UCH0403  
RENOVACIÓN CURRICULAR DE LA INGENIERÍA CIVIL EN LA UNIVERSIDAD DE  
CHILE Y EN LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE**

**OCTUBRE 2006**

## Contenido

<b>1</b>	<b>INTEGRANTES.....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>ESTRUCTURACIÓN DE LOS ESTUDIOS .....</b>	<b>3</b>
3.1	ESTADOS UNIDOS DE AMÉRICA.....	3
3.2	CANADÁ.....	4
3.3	EUROPA .....	4
3.3.1	<i>Royal Institute of Technology (Kungliga Tekniska Högskolan), KTH, Suecia.....</i>	5
3.3.2	<i>Technical University of Denmark (DTU).....</i>	5
3.3.3	<i>Universidad Católica de Louvain la Neuve (Bélgica).....</i>	5
3.3.4	<i>Politécnico de Milano (Italia).....</i>	6
3.3.5	<i>Ecole Centrale (Paris) .....</i>	6
3.3.6	<i>Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de Barcelona (ETSEIB).....</i>	8
3.3.7	<i>Universidad Pontificia de Comillas (Madrid).....</i>	7
3.3.8	<i>Universidad de Navarra (San Sebastián España).....</i>	8
3.3.9	<i>El caso de Alemania.....</i>	8
3.4	LATINOAMÉRICA .....	8
3.4.1	<i>Chile.....</i>	8
3.4.2	<i>Brasil.....</i>	10
3.4.3	<i>Argentina.....</i>	10
3.4.4	<i>México.....</i>	12
3.5	ASIA.....	12
3.5.1	<i>Japón.....</i>	12
3.5.2	<i>India.....</i>	13
3.5.3	<i>China.....</i>	14
3.5.4	<i>Corea del Sur .....</i>	16
3.5.5	<i>Singapur.....</i>	15
<b>4</b>	<b>EJERCICIO PROFESIONAL.....</b>	<b>17</b>
4.1	REGULACIÓN DE LA PROFESIÓN DE INGENIERÍA EN UK.....	17
4.2	REGULACIÓN DE LA PROFESIÓN DE INGENIERO EN FRANCIA.....	18
4.3	REGULACIÓN DE LA PROFESIÓN DE INGENIERO EN ITALIA.....	18
4.4	PROFESSIONAL ENGINEER EN EEUU.....	18
4.5	EJERCICIO DE LA INGENIERÍA EN CANADA .....	19
4.6	FEANI (FEDERACIÓN EUROPEA DE ASOCIACIONES NACIONALES DE INGENIERÍA).....	19
<b>5</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>20</b>
5.1	ESTADOS UNIDOS Y CANADÁ: .....	20
5.2	EUROPA .....	20
5.3	AMÉRICA LATINA.....	21
5.4	ASIA.....	21
<b>6</b>	<b>SÍNTESIS FINAL.....</b>	<b>22</b>

## 1 Integrantes

### Coordinadores

Cristián Vial, Profesor Titular Departamento Ingeniería Mecánica y Metalúrgica UC  
Ramón Frederick, Profesor Titular Departamento Ingeniería Mecánica UCH

### Colaboradores

Aldo Cipriano, Profesor Titular Departamento Ingeniería Eléctrica UC  
Jorge Vásquez, Profesor Emérito Departamento Ingeniería Estructural y Geotécnica UC

## 2 Introducción

El proyecto Mecesus “Renovación curricular de la Ingeniería Civil en la de Universidad de Chile y en la Pontificia Universidad Católica de Chile”, plantea diversos objetivos entre los cuales está la “Caracterización de una estructura de títulos y grados y de duración de las carreras de Ingeniería que permita el logro de las competencias de egreso requeridas”. Para esto se creó la Comisión de Títulos y Grados, cuya función en el primer año es recolectar y analizar comparativamente los antecedentes sobre las estructuras de títulos y grados vigentes en las principales universidades latinoamericanas, europeas, norteamericanas y asiáticas, a través de información disponible y consulta a expertos. Durante el segundo año, se analizará el tiempo requerido para la adquisición de las competencias identificadas para el mejor desempeño de los ingenieros en el medio nacional.

El presente estudio tiene por objetivo dar una visión comparativa de la estructura de los estudios de ingeniería y de las condiciones para el ejercicio profesional de la ingeniería en diferentes países del mundo. Conviene considerar ambos aspectos por separado porque la relación estudios – ejercicio profesional es variable de un país a otro.

## 3 Estructuración de los estudios

### 3.1 Estados Unidos de América

Los estudios de ingeniería de pregrado tienen cuatro años de duración y concluyen en un grado de Bachelor. En EEUU los estudios de ingeniería son acreditados por ABET, institución que impone un marco conceptual general a éstos. ABET considera que el Bachelor forma ingenieros aptos para incorporarse al mercado de trabajo al nivel de entrada (principiante).

Diversos artículos han aparecido observando que la longitud de cuatro años es reducida para incorporar todas las competencias que está requiriendo ABET; sin embargo parece difícil que suceda algún debido a que la estructura actual está muy asentada en la

sociedad. La Sociedad Americana de Ingenieros Civiles (ASCE / [www.asce.org](http://www.asce.org)) está impulsando la necesidad de un año adicional para la práctica profesional, pero en un marco extra universitario. Un camino para profundizar la formación de ingeniería es la ofrecida por MIT a sus alumnos, los que pueden seguir un año adicional y obtener un Master of Engineering de orientación a la práctica profesional o dos años y obtener un Master of Science con orientación más científica.

### 3.2 Canadá

Los estudios de ingeniería conducen al Bachelor of Engineering, los que fluctúan entre 4 y 5 años (British Columbia).

### 3.3 Europa

En Europa la estructuración de los estudios de ingeniería está siendo sometida a un gran cambio luego de las decisiones de Bolonia ([www.bologna-bergen2005.no](http://www.bologna-bergen2005.no)). Los acuerdos de Bolonia establecieron un ciclo de pregrado de 3 a 4 años que debería producir egresados aptos para incorporarse al mercado de trabajo. Luego se establecieron dos ciclos de postgrado: uno corto que se completa en un total de 5 años con un grado de Master y un ciclo largo que se completa en un total de 8 años con un grado de Doctor.

El grado de aplicación de los acuerdos de Bolonia en los diferentes países ha sido motivo de muchos estudios; los que se publican anualmente. A continuación se destacan algunos resultados:

- Mayoritariamente los países han aceptado que el nivel de 5 años luego de terminada la educación escolar es adecuado para el grado de Master.
- No hay mucha claridad si el ciclo de pregrado de 3 o 4 años es el más conveniente para incorporarse al mercado laboral, sin embargo se le acepta como pivote para dar posibilidades de elección a los estudiantes
- Las instituciones universitarias pueden dividirse en dos grupos:
  - Las que ofrecen un primer ciclo de 3 años y otorgan un grado de Bachelor o de Ingeniero de primer ciclo ( Ingeniero Técnico en España) y luego ofrecen un segundo ciclo de 2 años, en continuidad con el anterior, que otorga el grado de Master y/o títulos como: Ingeniero, Ingeniero Civil.
  - Una política diferente está siendo utilizada por las Grandes Écoles francesas y algunas universidades españolas, que tienen un programa de 5 años que conduce sin salidas intermedias al título de ingeniero, al cual se le agrega el título de Master.
- En general, el primer ciclo de 3 años requiere aprobar 180 ECTS y el segundo ciclo de 2 años 120 ECTS.

Con el objeto de precisar mejor los programas de ingeniería y los títulos que se están ofreciendo en Europa, luego de la decisión de Bolonia, se escogieron algunas universidades destacadas en diversos países europeos, que cubran la amplia variedad cultural e institucional europea.

### 3.3.1 Royal Institute of Technology (Kungliga Tekniska Höskolan), KTH, Suecia.

KTH ofrece un programa de Master of Science in Engineering ("Civilingenjör") de 4,5 años de estudio y también ofrece un Bachelor of Science in Engineering ("Högskoleingenjör"). Cuando el estudiante solicita ingreso al KTH debe elegir el programa de Bachelor o el de Master.

### 3.3.2 Technical University of Denmark (DTU)

El programa de Bachelor en DTU toma 3,5 años (7 semestres) completos. El objetivo del programa de Bachelor es proveer educación que permita al estudiante adquirir conocimiento teórico y práctico y habilidades que lo capaciten para trabajar como ingeniero profesional en los campos de: diseño, desarrollo, consultoría y supervisión. Los programas de Bachelor cubren las áreas de Ingeniería: mecánica, Eléctrica, Química y Civil. Uno de los 7 semestres es dedicado a entrenamiento práctico en la industria.

Los graduados del programa de Bachelor pueden continuar al grado de Master, que requiere 2 años adicionales.

### 3.3.3 Universidad Católica de Louvain la Neuve (Bélgica)

El bachillerato es el diploma ofrecido luego del primer ciclo, el cual lleva a la obtención de grado de Bachiller. Comprende 180 créditos (ECTS) repartidos en tres años. Este programa se compone de un "mayor" de 150 créditos, que asegura la formación correspondiente al nombre del diploma y un "menor" de 30 créditos que ofrece, sea una iniciación a otra disciplina o una profundización del "mayor". La elección del "menor" se hace al comienzo del segundo año y se desarrolla a lo largo del segundo y tercer año del bachillerato.

Cada bachillerato da acceso directo al Master correspondiente, en el caso de los estudios en la Facultad de Ciencias Aplicadas, al término del primer ciclo el estudiante puede acceder al programa de Master que conduce al título de Ingeniero Civil. El programa de Master requiere 120 créditos repartidos en dos años de estudio, los que comprenden también la memoria.

### 3.3.4 Politécnico de Milano (Italia)

En este caso se tomó como ejemplo Ingeniería Mecánica, aún cuando la estructura es similar para otras especialidades. El curso de Pregrado conduce al título: Bachiller en Ciencias – Ingeniería Mecánica.

El programa requiere la aprobación de 180 créditos ECTS (3 años). Requiere tiempo completo, incluyendo estudio en salas de clases y laboratorios. El graduado en ingeniería mecánica es un experto con base universitaria, capaz de realizar actividades: ejecutivas, planificación de procesos, desarrollo de productos, instalación y ensayo de sistemas y maquinarias complejas, mantención, administración de divisiones de producción, supervisión, evaluación y asistencia técnica.

El Curso de Postgrado conduce al grado de Magíster en Ciencias – Ingeniería Mecánica. Este Curso requiere la aprobación de 120 créditos ECTS (segundo nivel), considerando trabajo a tiempo completo e incluye asistencia a clases y laboratorios. El graduado de Magíster en Ingeniería Mecánica es un experto con alto nivel de preparación científica y profesional, capaz de desarrollar proyectos innovadores de productos y de administración de procesos desde diferentes puntos de vista: funcionalidad operacional, diseño y requerimientos de energía, selección de materiales y procesos de manufactura, administración logística de máquinas y plantas, servicios de mediciones y de control.

### 3.3.5 Ecole Centrale (Paris)

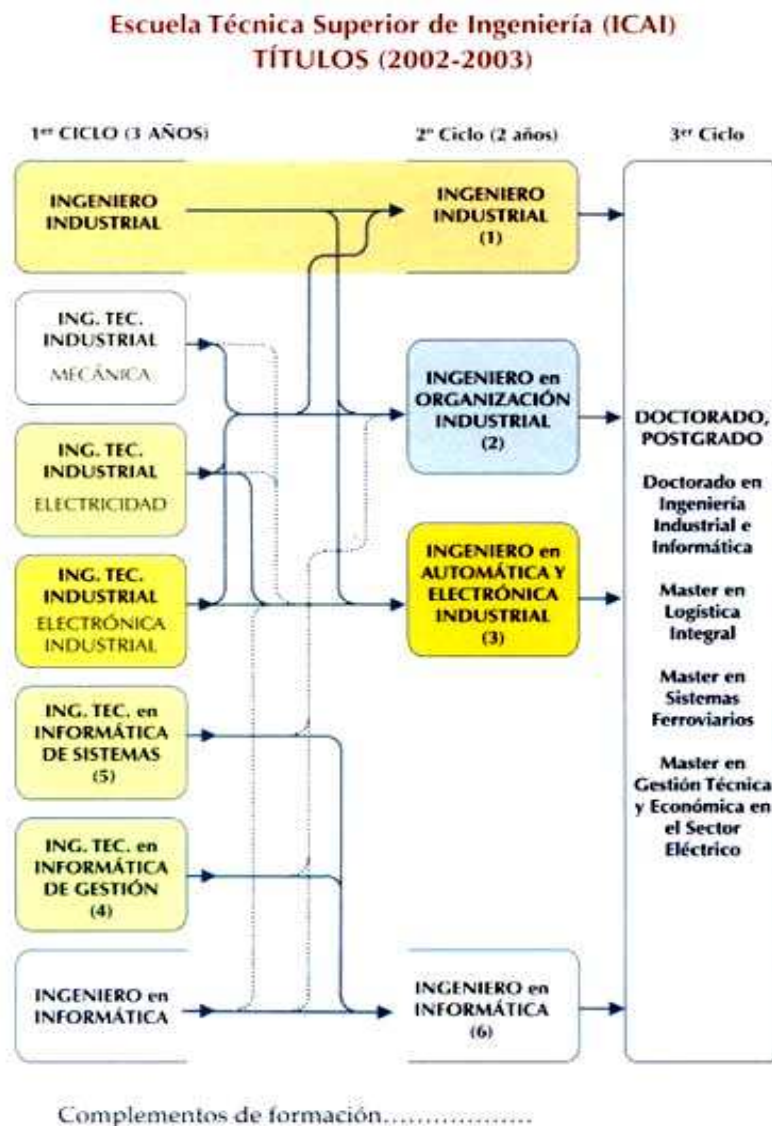
La Ecole Centrale de Paris entrega un diploma de “Ingeniero diplomado de l’Ecole Centrale des Arts et Manufactures”. Son ingenieros generalistas, aptos para plantearse y resolver problemas complejos. Son destinados a responsabilidades de alto nivel en empresas industriales y de servicios.

Se debe recordar que a l’Ecole Éntrale de Paris se ingresa por Concurso luego de dos años de preparación en Classes Préparatoires, dictadas en diversos Liceos de Francia. El proyecto educativo se divide en:

- Un ciclo de 24 meses, dos años de Tronco Común. Este período es común al conjunto de la promoción y ofrece limitada electividad.
- Un ciclo de 16 meses, denominado tercer año, que contiene una Opción de profundización y una línea que abre a un primer Oficio, que se detallan a continuación:
  - Opción de Profundización de 23 semanas en el cual se elige entre 8 opciones
  - Cinco líneas (Filières) de « Primer oficio », de 10 semanas de duración, que se combina con una permanencia en empresa de 7 semanas, lo que aporta una formación operacional y de gestión en un área de oficio.

### 3.3.6 Universidad Pontificia de Comillas (Madrid)

De acuerdo con las orientaciones de los nuevos planes de estudios, la Escuela Técnica Superior de Ingeniería ofrece títulos de “Primer ciclo” (tres años), de “segundo ciclo” (dos años), y de “primero y segundo ciclo” (cinco años), los que se muestran en la figura de ejemplo. Los planes de estudios de 1er Ciclo constan de 225 créditos y los de 1er y 2º Ciclo de 375. Después de realizar un primer ciclo es posible acceder a determinados segundos ciclos, según señale la legislación del Estado. En algunos casos, la ley dispone “complementos de formación”, que han de cursarse en el mismo segundo ciclo y sin incremento de carga lectiva.



Posibilidad de dobles titulaciones : (1)+(2) - (1)+(3) - (4)+(5),  
 y con universidades extranjeras (1), (2), (3), (4) y (6)

### 3.3.7 Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de Barcelona (ETSEIB)

La Ingeniería Industrial es una carrera de primer y segundo ciclo (5 años). Ofrece formación científica de base, formación de tecnologías básicas, una visión de tecnologías aplicadas y la posibilidad de profundizar en diferentes áreas específicas, escogiendo bloques de asignaturas optativas llamadas “intensificaciones”.

El 67% de los créditos son de plan común y el 33% de optatividad. Existen programas ofrecidos de segundo ciclo de dos años, como Ing. de Materiales, a la cual se accede habiendo aprobado diversas alternativas de primer ciclo de tres años. El título de cinco años es de Ingeniero Industrial en este caso. No está claro si al que completa el primer ciclo de tres años solamente se le entrega el título de Ingeniero Técnico Industrial.

### 3.3.8 Universidad de Navarra (San Sebastián España)

La Universidad de Navarra ofrece títulos de Ingeniero de cinco años. Los programas son semestrales; contienen un 83% de cursos obligatorios y 17% de cursos optativos.

### 3.3.9 El caso de Alemania

A partir de 2002 la legislación alemana estableció que el período Standard de pregrado debe ser de 3 o 4 años, dentro del marco de 3 + 2 o 4 + 1 de la estructuración de Bolonia; el pregrado debe permitir acceso inmediato al mercado de trabajo.

Los nuevos grados ofrecidos son Bakkalaureus y Magíster; la introducción de éstos ha sido lenta, porque se ha tratado de testear la aceptación del Bachelor por el mercado laboral y se ha dejado a cada institución la decisión de introducir los nuevos grados o seguir con los anteriores. Un estudio determinó que el año 2003 se ofrecieron 1800 programas de Bachelor y Master (15% del total ofrecido en Alemania). Se estima que el número de Bachelors y Masters se incrementará de manera importante en el futuro.

## 3.4 Latinoamérica

### 3.4.1 Chile

La información nacional se basará fundamentalmente en el “Estudio sobre la oferta de carreras de ingeniería en Chile” de Juan Music T. y en las definiciones de ingeniería proporcionadas por diversas instituciones nacionales:

- Consejo Superior de Educación: Ingeniería es la profesión en la cual el conocimiento de las Matemáticas, las Ciencias Naturales, las Ciencias de la Ingeniería, y de los procesos y métodos de diseño y ejecución -obtenido por el estudio, la experiencia y la práctica-, es aplicado creativa y metódicamente, al diseño, optimización, control, operación y disposición de sistemas que utilizan materiales, energía y otros recursos y valores naturales, para satisfacer responsablemente las necesidades humanas y el mejoramiento de la calidad de la vida, respetando exigencias económicas, sociales, tecnológicas, ambientales y de calidad.



- Comisión Perspectivas y Desafíos del Instituto de Ingenieros de Chile: Ingeniería es la aplicación creativa de principios científicos y tecnológicos al diseño y desarrollo de estructuras, máquinas, aparatos, procesos de fabricación, sistemas de todo tipo, obras, etc., que los utilizan aisladamente o en combinación, para construir u operar las mismas con pleno conocimiento de su diseño, o para predecir el comportamiento bajo condiciones operacionales especificadas: todo ello en relación con una función predefinida, con adecuada consideración de la economía de la operación y de la seguridad para la vida y la propiedad”.
- Colegio de Ingenieros de Chile: si bien el Colegio de Ingenieros no tiene una definición explícita de “ingeniero”, sí establece requisitos para el ingreso a dicha institución que dicen relación con la posesión de un título de Ingeniero Civil obtenido en una Facultad de Ingeniería, estableciendo mínimos de horas docentes en Ciencias Básicas, Ciencias de la Ingeniería y cursos de especialidad.

La CNAP contempla la acreditación de dos tipos de ingenierías, definidas sobre la base de sus propias orientaciones y perfil de egreso:

- 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. Esta carrera de ingeniería debe contar con una fuerte base científica, y orientarse al diseño, gestión y producción
- Ingenierías con base tecnológica, que conducen a un título profesional de ingeniero en un área de especialidad o de ingeniero de ejecución, y que pueden otorgar una licenciatura en la especialización correspondiente al título. La carrera debe contar con un alto componente tecnológico y estar orientada a la supervisión y producción.

En la tabla siguiente se muestra la variada oferta de carreras de Ingeniería en Chile:

<b>TOTAL CARRERAS DE INGENIERÍA A MARZO DEL 2002</b>			
<b>CATEGORIZACIÓN</b>	<b>TIPO DE INSTITUCIÓN</b>		
	<b>UNIVERSIDADES</b>	<b>INSTITUTOS (IP)</b>	<b>TOTAL</b>
INGENIERIA DE EJECUCION SIN LICENCIATURA	109	72	181
INGENIERIA DE EJECUCIÓN CON LICENCIATURA	11	0	11
INGENIERIA DE 4 AÑOS SIN LICENCIATURA	1	37	38
INGENIERIA DE 4 AÑOS CON LICENCIATURA	2	0	2
INGENIERIA DE 4,5 SIN LICENCIATURA	0	4	4
INGENIERIA DE 5 AÑOS SIN LICENCIATURA	3	1	4
INGENIERIA DE 5 AÑOS CON LICENCIATURA	91	0	91
INGENIERIA DE 5,5 AÑOS CON LICENCIATURA	1	0	1
INGENIERIA DE 6 AÑOS CON LICENCIATURA	4	0	4
INGENIERIA CIVIL DE 6 AÑOS CON LICENCIATURA	166	0	166
<b>TOTAL</b>	<b>388</b>	<b>114</b>	<b>502</b>

### 3.4.2 Brasil

- Universidad de Sao Paulo: corresponde al clásico ingeniero civil de infraestructura, con habilitación para el ejercicio profesional y duración de 5 años. El programa de estudios se descompone en dos etapas: cuatro primeros semestres se orientan a disciplinas básicas de matemáticas, física, química resistencia de materiales y fenómenos de transporte; los seis últimos semestres se consideran profesionalizantes y se dividen en cinco departamentos: estructuras, hidráulica y saneamiento, transporte, geotécnica, arquitectura y urbanismo. Los alumnos pueden iniciar estudios de postgrado dentro de su período de pregrado.
- Universidad de Sao Paulo: dan el título en Ingeniería de Producción y tiene una duración ideal de 10 semestres, con un mínimo de 8 y un máximo de 18 semestres. Durante los semestres 9º y 10º trabajan su proyecto final y realizan su estadía supervisada. La carga horaria se descompone así:
  - En Sala de Clases: 3405 obligatorias; 120 optativos libres, total 3525.
  - En trabajo: 480 obligatorias; 0 optativos libres, total 480
  - Total global: 4005 horas
- Pontificia Universidad Católica de Río de Janeiro: ofrece habilitación en Ingeniería Civil, con especialidades en Estructuras, Ingeniería Ambiental y Geotecnia. La duración programada es de 4,5 años lectivos, con un mínimo de 4 años y un máximo de 9 años. Otros programas como Ingeniería Mecánica e Ingeniería de Producción Mecánica también están programados para 4,5 años lectivos. El Proyecto Final se realiza como parte de las actividades de los últimos semestres. Los programas son bastante recargados en cursos.

### 3.4.3 Argentina

- Universidad de Buenos Aires: ofrece varias carreras de ingeniería, todas ellas con una duración de 6 años y especialidades similares a las que se podría encontrar en Chile (Ingeniero Civil, Ingeniero Electricista, Ingeniero Electrónico, Ingeniero de Alimentos, Ingeniero en Informática, Ingeniero Industrial, Ingeniero Mecánico, Ingeniero Naval y Mecánico, Ingeniero Químico). Algunos ejemplos de los programas de ingeniería son:
  - **Ingeniería Civil:** Realizar el estudio, proyecto, dirección, construcción, operación y mantenimiento de los distintos tipos de obras civiles. **Contenido:** La carrera se organiza en un **Ciclo Inicial** que incluye las asignaturas básicas de formación científica y las ciencias de la ingeniería y un Ciclo Superior o de aplicación, en el que se estudian materias específicas de la Ingeniería Civil en general y en sus diferentes orientaciones: Construcciones y Estructuras; Hidráulica; Vías de Comunicación. Para obtener el título de Ingeniero Civil se requiere: a) Un mínimo de 240 créditos de los cuales 164 corresponden a las materias obligatorias comunes; b) 30 a 36 créditos por materias obligatorias u optativas de especialidad; c) Mínimo entre 16 y 22 créditos por materias optativas o actividades afines; d) 24 créditos por Tesis de Ingeniería ó 12

- créditos en Trabajo Profesional (en subespecialidades) y 12 créditos por optativas
- **Ingeniería Electricista:** Planear, proyectar, montar, gerenciar y mantener obras de ingeniería de diverso tipo y alcance, relacionadas con las necesidades crecientes de consumo eléctrico industrial, comercial y domiciliario que el país demanda para su desarrollo en los más diversos campos. **Contenido:** Además de las materias básicas inherentes a las ciencias de la ingeniería, esta carrera centra sus esfuerzos en el estudio de los sistemas eléctricos de potencia, de las técnicas de alta tensión y de los problemas técnico-económicos que plantean los sistemas de distribución eléctrica. Se incluyen también estudios complementarios sobre temas legales, económicos e informáticos. Durante el sexto año se realiza la Tesis de Ingeniería Electricista o Trabajo Profesional de Ingeniería Electricista. Para obtener el título de Ingeniero Electricista se requiere: a) 240 créditos de los cuales 168 corresponden a las materias obligatorias comunes; b) 54 créditos por materias obligatorias u optativas de la especialidad; c) 20 créditos por materias optativas o actividades afines; d) 18 créditos por la Tesis de Ingeniería ó 12 créditos de la materia Trabajo Profesional y 6 por materias optativas.
  - **Ingeniería Industrial:** Estudiar la productividad y la producción de bienes y servicios. Abarcar aspectos tecnológicos así como organizativos, comerciales, económicos, financieros y los de eficiencia y optimización de los sistemas de producción. **Contenido:** La carrera plantea un Ciclo de materias básicas destinadas a obtener la formación necesaria en ciencias de la ingeniería sobre el que se apoyará el ciclo superior o de especialización en Ingeniería Industrial; en éste se introducen materias que estudian críticamente tanto la organización de los recursos productivos como los mecanismos necesarios para perfeccionar su tarea en el marco de la situación real de la industria nacional. Para obtener el título de Ingeniero Industrial se requiere: a) 240 créditos de los cuales 198 corresponden a las materias obligatorias comunes; b) 4 créditos por materias obligatorias de la especialidad u optativas; c) mínimo de 20 créditos en materias optativas o actividades afines; d) 18 créditos por la Tesis de Ingeniería o Trabajo Profesional; Durante el sexto año se realiza la Tesis de Ingeniería Industrial o Trabajo Profesional de Ingeniería Industrial
- Universidad Nacional de Córdoba Argentina: ofrece carreras de Ingeniería: Civil, Biomédica, Electrónica, Computación, Industrial, mecánica, Mecánica Electricista y Química. Todas estas carreras tienen una duración de 5 años. Durante el 10º semestre realizan un proyecto integrador y una práctica profesional supervisada.

#### 3.4.4 México

- Instituto Tecnológico de Monterrey: la carrera de Ingeniería Civil corresponde a una carrera de Ingeniería Civil tradicional y está diseñada para 9 semestres más un semestre remedial. La carrera de Ingeniero Mecánico Administrador semejante al Industrial Mecánico de la UC está diseñada igualmente para 9 semestres más un semestre remedial.

### 3.5 Asia

Se consideran los 5 países de mayor importancia en Asia Oriental. Aunque hay datos sobre países como Turquía e Israel, con relativa tradición tecnológica, estos no se incluyen en este informe. La información más firme y fácil de encontrar es la referente a Japón e India, por lo cual la mayor parte de esta sección se refiere a estos dos países.

#### 3.5.1 Japón

Hay aproximadamente 561 universidades en Japón, 95 universidades nacionales<sup>1</sup>, 434 universidades privadas y 52 universidades públicas<sup>2</sup>.

Por otra parte, desde 1970, el Ministerio de Educación, Ciencia y Cultura empezó a formar institutos de investigación nacionales inter-universitarios abiertos a todos los investigadores universitarios. Estos proporcionan facilidades bien equipadas y de gran escala que se pueden usar para colaboración internacional. Estos institutos son actualmente 15 y tienen el mismo estatus que las Universidades nacionales.

Las Universidades nacionales son las de mayor prestigio, y los empleos de primer rango en los sectores público y privado son llenados por sus egresados. Unas 30 de las 95 universidades nacionales se consideran Universidades de Investigación. Entregan el 85% de los doctores del país. El ingreso al pregrado depende de exámenes nacionales<sup>3</sup> y de exámenes internos. Estos exámenes son de muy alta exigencia, incluso mayor a la que los alumnos encontrarán en sus estudios universitarios. Una Universidad nacional puede admitir un número de alumnos hasta 10 veces el número de sus profesores titulares. La cantidad de éstos es determinada por el Ministerio de Educación.

Los estudios para el grado de “bachelor” se desarrollan en 4 años (125 créditos), divididos en 2 semestres, con una tesis en el último semestre del 4° año. Aunque los estudiantes pueden repetir cada curso cuantas veces sea necesario, un 70% de los que ingresan a la universidad obtiene el grado al finalizar el 4° año.

---

<sup>1</sup> Nueve de ellas fueron universidades imperiales fundadas a comienzos del siglo 20, habiendo crecido en número desde 1945

<sup>2</sup> Son universidades administradas por gobiernos locales

<sup>3</sup> El año escolar es de 12 meses, con 8 semanas de vacaciones en total

Hasta años recientes, en las universidades nacionales, tomaban cursos de Ingeniería sólo después de dos años de estudios generales. Una tendencia a actual es que los estudiantes tomen cursos de ingeniería desde el primer año, y distribuyan sus cursos de formación general durante su programa de pregrado.

El porcentaje de estudiantes que ingresa a postgrados es de 10% del total en el sistema universitario y 50% en las Universidades nacionales. El programa de Master (30 créditos de cursos avanzados) dura 2 años e incluye una tesis. El doctorado requiere 5 años, 3 por sobre el Master, con el cual se establece una continuidad, y requiere también 30 créditos, y una disertación con al menos un paper ISI.

Los mayores cambios en el sistema de enseñanza japonés en Ingeniería se han producido desde 1991. Estos son consecuencia de:

- Aumento explosivo del número de estudiantes
- Mayor énfasis en investigación
- Cambios en el régimen de empleo (disminución de la importancia del empleo “de por vida”, contratación en base a mérito antes que prestigio de la Universidad de origen).
- Mayor autonomía de las Universidades para fijar sus planes de estudio (anteriormente eran determinados por el Ministerio de Educación)

Entre las características permanentes del sistema Universitario japonés está la tutoría personalizada y la responsabilidad que los profesores asumen hacia el aprendizaje de los estudiantes, responsabilidad que se extiende de los estudiantes de postgrado hacia los de pregrado. Este sistema basado en lograr un aprendizaje efectivo determina el éxito de los estudiantes en la profesión.

### 3.5.2 India

India está haciendo esfuerzos para reformar la educación en Ingeniería en una base de internacionalización, conectividad y colaboración. El gobierno ha impulsado proyectos, con financiamiento del Banco Mundial, para reformar programas y establecer colaboración internacional, usando la ventaja de poseer la mayor proporción de angloparlantes en la región. India es actualmente un centro de investigación y desarrollo de software de nivel mundial.

En India existen 108 institutos que imparten ingeniería a nivel de grado y 1228 que lo hacen a nivel de diploma. Algunos ejemplos de programas:

- Indian Institute of Technology, Bombay: el Instituto ofrece un Programa dual de 5 años (Dual Degree programme) en todos los departamentos de Ingeniería. Este programa ofrece los grados de Bachelor y Master combinados. Luego de completar exitosamente los requerimientos académicos, el estudiante recibe dos grados:
  - B.Tech. grado del departamento de origen (p.ej. Mechanical Ingeniería)

- M.Tech. grado de la especialización dentro del departamento de origen (p. ej. Thermal and Fluids Engineering).
- Indian Institute of Technology, Kanpur: ofrece un B. Tech de 4 años y un M. Sc. Integrado de 5 años. Estos programas tienen dos componentes: (1) programa de núcleo común para todos los estudiantes, cuidadosamente planeado entregar una fuerte base general en Matemáticas, Física, Química, Ciencias de la Ingeniería, Tecnología, Humanidades y Ciencias Sociales; (2) incluye cursos profesionales y un proyecto en la rama de especialización elegida. La estructura de cursos en el núcleo común consiste en clases presenciales, discusiones tutoriales, y sesiones de laboratorio en grupos pequeños. El programa profesional proporciona la flexibilidad de tener cursos de laboratorio independientes de las clases de cátedra, y culmina en un proyecto que requiere la aplicación de técnicas modernas de análisis y diseño.
  - M. Sc. en dos años: un número limitado de candidatos son admitidos al programa de M. Sc. en dos años en las disciplinas de Química, Matemáticas, Estadística y Física. Estas opciones están abiertas a los candidatos que han logrado el grado de B. Sc. en la disciplina relevante.
  - B. Tech.: Ing. Aeroespacial, Ciencias Biológicas y Bio-Ingeniería, Ing. Química, Ing. Civil, Ciencia e Ing. en Computación, Ing. Eléctrica, Ing. Mecánica, Ing. de Materiales y Metalúrgica.
  - B. Tech. - M. Tech.: (Dual Degree) Ing. Aeroespacial, Ing. Química, Ing. Civil, Ciencia e Ing. en Computación, Ing. Eléctrica, Ing. Mecánica

### 3.5.3 China

Hay un esfuerzo por internacionalizar la educación en Ingeniería en China. Desde los 80, China tiene una política de modernización por medio de la ciencia y la tecnología. Esto causó una inversión masiva en instituciones de educación superior, en particular un gran aumento en la matrícula de las universidades en pre y postgrado. La expansión fue financiada por una serie de préstamos del banco Mundial, entre 1981 y 1991.

China solicitó préstamos para reforzar su sector universitario como parte de su plan para reforzar a su vez los sectores manufactureros de alta tecnología. Parte de la estrategia China consistía en mejorar la calidad de la enseñanza y la investigación enviando estudiantes seleccionados a estudiar en universidades extranjeras.

Hay más de 1000 instituciones de educación superior en China, que proveen programas de grado de 4 años. Tradicionalmente los programas de pregrado en Ingeniería en China consistían en 2700 a 3000 horas de clases. Han sido criticados por dar entrenamiento simple y meramente técnico en una disciplina estrecha.

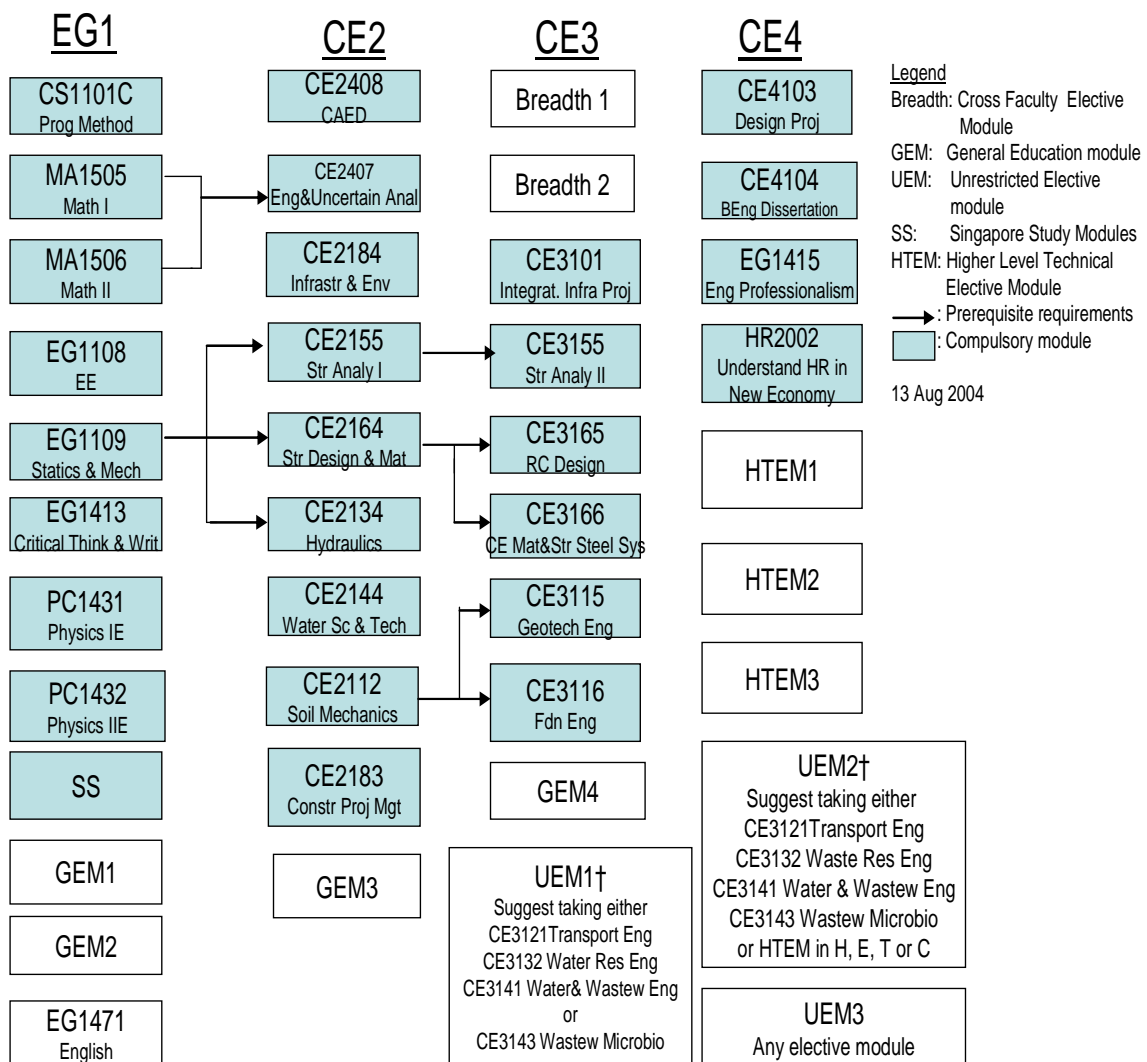
- Universidad de Ciencia y Tecnología Beijing (1996): Los planes introducidos por esta Universidad han generado los siguientes cambios:
  - Formación centrada en las ciencias de la ingeniería y sus fundamentos, con conocimientos de ciencias sociales y administración, con potencial para estudios de postgrado y auto estudio.

- Cambio de roles de profesor y alumno, de maestro y oyente a guía y discípulo activo.
- Una reducción en el número de horas lectivas a 2000, posibilitando un plan de pregrado de 7 semestres de 16 semanas cada uno.

### 3.5.4 Singapur

- Nacional University of Singapore: ofrece el Bachelor of Engineering en 4 años con las siguientes especializaciones: Civil Engineering, Offshore Engineering, IT for Urban Infrastructure Systems, Environmental Engineering y un minor en Urban Environmental Engineering. A continuación un ejemplo del curriculum de Ingeniería:

## Requirement for BEng (Civil) Structural & Geotechnical Track



†Please select judiciously to satisfy the requirement of at least 2 modules in each of the 4 major CE disciplines

### 3.5.5 Corea del Sur

Este país se caracteriza por un relativamente tardío comienzo de la Educación técnica, y por un desarrollo generado por esfuerzo estatal. Un gran número de instituciones de educación superior se creó después de la Guerra de Corea, 134 colleges y universidades, y 152 “junior colleges”. Estos últimos juegan un rol de importancia en la educación de científicos e ingenieros. Una gran parte del crecimiento de la educación postsecundaria se da en el nivel junior college.

Corea del Sur ha expandido los programas de postgrado en Ciencia e Ingeniería. En 1980s, se estableció el “Korean Advanced Institute of Science and Technology” para aumentar el apoyo a programas de postgrado. Como resultado de su expansión, Corea muestra la siguiente evolución del PNB: 100 US\$ (1963) - 250 US\$ (1970) - 10,000 US\$ (1997) - 14,000 US\$ (2004).

Puntos de preocupación interna del sistema Coreano en el caso de Ingeniería: desajuste entre demanda y oferta en cantidad y calidad; escasez de cuerpo docente (razón estudiante/profesor es superior a 30); e Insuficientes facilidades de laboratorio.

- Korea Dongguk University: fue la primera universidad en acreditar sus estudios de ingeniería por el organismo coreano de acreditación denominado ABEEK, estructurado según el modelo de ABET. Las carreras certificadas son Architectural Engineering, Mechanical Engineering, Industrial Engineering, Electrical Engineering, Electronic Engineering, Information and Communication Engineering, Civil Engineering, and Chemical Engineering. A continuación una muestra del curriculum de Ingeniería Civil:

Classif- cation	Schoolyear	Semes- -ter	Name of course
Basic	2	1	Civil Engineering Drawing and CAD ; Fluid Mechanics ; Engineering Materials ; Strength of Materials
		2	Hydraulics; Engineering Materials Testing ; Strength of Materials; Numerical Analysis; Civil Engineering Geology; Environmental Engineering ;Environmental Engineering Testing
Specialized	3,4	1	Structural Analysis; Experimental Hydraulics, Reinforced Concrete; Soil Mechanics; Environmental Fluid Mechanics; Water Quality Engineering; Fundamental Surveying; Surveying Practice; Foundation Engineering; Prestress Concrete Engineering; Highway and Traffics Engineering; Computational Analysis of Structures; Civil and Environmental Design; Construction Engineering and Management; Prestressed Concrete
		2	Hydrology, Soil Mechanics, Soil Testing, Structural Analysis, Reinforced Concrete Engineering, Applied Surveying, Steel Structural design, Water Resources and Harbor Engineering, Rock Engineering, Dynamics of Structure, Seminar in Civil Environment



## 4 Ejercicio Profesional

Se presentarán las regulaciones para el ejercicio profesional de la ingeniería en diversos países. A nivel mundial se observan a grosso modo dos modelos:

- **El modelo “continental” europeo** que incluye: Alemania, Europa del Norte, Europa Central y con variantes la Europa del Sur (Francia, España e Italia), se funda en estudios largos que entregan un título abierto a priori al ejercicio de la profesión.
- **El modelo anglosajón**, fundado sobre estudios cortos (4 años) con la posibilidad de ir hacia diplomas superiores (estudios de graduados) y hacia el Doctorado; pero se agrega el concepto que el oficio de ingeniero se aprende en la práctica profesional.

### 4.1 Regulación de la profesión de Ingeniería en UK.

El Engineering Council UK (ECUK) regula la profesión de la ingeniería en el Reino Unido a través de 36 Instituciones, las que están licenciadas (autorizadas) para inscribir ingenieros en el Registro de los Ingenieros de ECUK. Este Registro tiene tres secciones: Chartered Engineer; Incorporated Engineer y Engineering Technician, los cuales están protegidos por el Engineering Council's Royal Charter y sólo puede ser utilizado por los allí inscritos.

En general no hay restricción al derecho de practicar como ingeniero en UK. El Registro, que es renovable anualmente con el pago de una cuota y supuesto que no se han violado códigos de ética profesional, es reconocido como deseable para el empleo y para la provisión de cargos en muchos campos de la ingeniería, no es obligatorio. Hay algunos pocos campos de trabajo, generalmente relacionados a la seguridad, que son reservados por estatuto a personas licenciadas o aprobadas.

Todos los candidatos a ser registrados como Chartered Engineer, Incorporated Engineer o Engineering Technician deben satisfacer los standard establecidos por la ECUK y deben ser miembros de alguna de las Instituciones que componen ECUK. Para llegar a ser un CEng, IEng o Eng Tech se necesita demostrar competencia y compromiso, mediante:

- 1) Calificaciones académicas, acreditadas por las UK engineering professions.
- 2) Demostrar experiencia, entrenamiento y compromiso. Esto se lleva a cabo solicitando la incorporación en una de las Instituciones de la ECUK
- 3) El registro como CENG y IENG requiere una entrevista de revisión profesional, tomada por dos experimentados ingenieros Licenciados

Casi la totalidad de los profesores universitarios tienen un PhD, pero sólo una minoría un CENG; casi la totalidad de los ingenieros senior en la industria tienen un CENG y sólo una minoría un PhD.

## **4.2 Regulación de la profesión de Ingeniero en Francia.**

El Diploma de Ingeniero corresponde a cinco años de estudio después del bachillerato francés, con un mínimo de 300 ECTS; este Diploma es definido y validado por la Escuela correspondiente.

A partir de 1997, la COFRAC (COmité FRançais d'ACcréditation), certificó a la CNISF (Conseil National des Ingénieurs et Scientifiques de France), la que otorga un "Certificado de Competencia de Ingeniero profesional". Este certificado tiene validez de tres años y se entrega al candidato que demuestra en su carrera profesional y luego de un examen profundo de su formación inicial, la carrera profesional, la duración y actualidad de su función de ingeniero, el reconocimiento de la empresa o de los clientes, publicaciones, etc. El certificado de Competencia permite a los ingenieros ser reconocidos por sus competencias. Para obtener el Certificado es necesario haber ejercido la función de ingeniero por al menos cuatro años. CSIF mantiene un Répertoire Français des Ingénieurs.

## **4.3 Regulación de la profesión de Ingeniero en Italia.**

La organización que regula la profesión de Ingeniero en Italia es el Consiglio Nazionale degli Ingegneri (CNI). La condición para ejercer la profesión de ingeniero es la inscripción en el registro del Ordine degli Ingegneri (Ley 897 de 1938). La inscripción en el Registro de la Orden (Albo) es obligatoria para ejercer ciertas actividades del ingeniero que están protegidas por ley.

Sólo los titulares del título académico están autorizados para pasar el "Esame di Statu di abilitazione all'esercizio della professione", el que autoriza a la inscripción en el Registro. Actualmente sólo los ingenieros del ciclo largo (Laurea in Ingegneria, 5 años de estudio) pueden inscribirse en el Registro de un Orden provincial de Ingeniero. El Examen contiene pruebas orales y escritas. Existen alrededor de 200.000 Laureati y 136.000 están inscritos en los Ordenes Provinciales

## **4.4 Professional Engineer en EEUU**

En EEUU la autorización para ejercer como Professional Engineer la da cada Estado; las regulaciones varían algo de un Estado a otro, pero en general se exige:

- Ser graduado de un programa de ingeniería acreditado por ABET
- Al menos dos años de experiencia profesional en alguna oficina de ingeniería
- Aprobar el Examen para el Professional Engineer
- Aquellos ingenieros que han estudiado un programa no acreditado por ABET y los ingenieros que han estudiado ingeniería en el extranjero, para adquirir la licencia de Professional Engineer, deben someter a evaluación sus programas de estudio por una rama especializada de ABET.

#### 4.5 Ejercicio de la Ingeniería en Canada

En Canadá la profesión de ingeniero es regulada. Es decir, por ley nadie puede practicar la ingeniería sin licencia. El licenciamiento es efectuado por 12 asociaciones provinciales y territoriales que regulan el ejercicio de la profesión. Una vez licenciados pueden usar el título P.Eng o Ing en Québec a continuación de su nombre.

Los requisitos para obtener la licencia son:

- Ser ciudadano canadiense o residente.
- Poseer un diploma de Bachelor.
- Completar tres o cuatro años de experiencia de ingeniería; un año debe ser en el ambiente canadiense para conocer sus códigos y standards.
- Escribir y pasar un examen de práctica profesional, relativo a la práctica de la profesión, ética, legislación y responsabilidades de la ingeniería.
- Tener buen carácter y reputación. Hablar inglés o francés.

#### 4.6 FEANI (Federación Europea de Asociaciones nacionales de Ingeniería).

Una síntesis que engloba las prácticas de las diversas naciones europeas se encuentra en FEANI, la que reúne asociaciones de ingeniería de 25 países, y durante años ha estado envuelta en promover la movilidad de los ingenieros en Europa. Con larga experiencia en el campo de la profesión de ingeniero, FEANI ha desarrollado un sistema de reconocimiento de la expertise en ingeniería, mediante el análisis de la educación superior, del entrenamiento y de la experiencia de los candidatos.

Para tener el reconocimiento de FEANI como EUR ING, el ingeniero debe tener al menos 3 años de educación superior en ingeniería (en instituciones registradas por el INDEX de FEANI) y un mínimo de 2 años de práctica relevante de la ingeniería. En total el candidato debe tener al menos 7 años de educación en ingeniería y de práctica profesional.

Los anteriores conceptos se pueden expresar por la siguiente fórmula, que recoge las situaciones de los diferentes estados miembros:

$$B + 3 U + 2 (U/T/E) + 2 E$$

Donde:

- B representa un alto nivel de educación secundaria avalada por uno o más certificados oficiales;
- U representa un año a tiempo completo de educación técnica oficialmente reconocida e impartida por una universidad, e incluida en el INDEX FEANI;
- T representa un año de prácticas técnicas reconocidas;
- E representa un año de experiencia técnica profesional avalada.

## 5 Conclusiones

El anterior análisis permite sacar las siguientes conclusiones.

### 5.1 Estados Unidos y Canadá:

La estructura de los estudios de pregrado de ingeniería no presenta grandes modificaciones, ni en su duración (4 años) ni en el grado de Bachelor entregado. En la etapa posterior existen programas de Master que van de 1 a 2 años, los últimos requieren una Tesis.

En el curso de este estudio se nos informó que la Asociación de Ingenieros Civiles está impulsando la exigencia de un año adicional de estudios al Bachelor para solicitar la certificación como Professional Engineer; sin embargo esto sólo se podría hacer en un entorno extrauniversitario.

En ambos países el grado de Bachelor obtenido en la universidad no es habilitante, sino que se requiere adicionalmente experiencia profesional (2 a 4 años) y aprobar un examen para obtener el título de Professional Engineer, el que es regulado por cada estado (USA) o provincia (Canadá).

### 5.2 Europa

El Reino Unido e Irlanda no experimentaron modificaciones con el Acuerdo de Bolonia. Sin embargo, los países continentales están experimentando grandes y complejos cambios, los que no están aún asentados; sin embargo se observan algunas líneas gruesas.

En general en Europa, se ha aceptado que el nivel de Master corresponde a un segundo ciclo, el que se completa luego de cinco años de estudio universitario post secundaria. Al nivel de Master se llega de diversas maneras: luego de aprobado un primer ciclo (Bachelor) de 3 o 4 años, seguido de un segundo ciclo de 2 o 1 año o luego de seguir un programa continuo de 5 años, sin un título o grado intermedio.

El nivel de Bachelor de 3 años corresponde al título de Ingeniero Técnico o equivalente y el nivel de Master (5 años) corresponde al título de Ingeniero (o Ingeniero Civil en países nórdicos).

En Francia las Grandes Écoles no ofrecen títulos intermedios, sino que se llega al título de Ingeniero luego de 5 años de estudio. Hay que tener presente que en Francia los dos primeros años son considerados Classes Préparatoires, que se realizan en Liceos y permiten participar en los Concursos para ingresar a la Grande École.

Los países europeos no tienen claro si el pregrado de 3 o 4 años definido por Bologna, será un buen punto para incorporarse al mercado de trabajo, pero sí lo aceptan como un pivote para que el estudiante, si no sale a trabajar, prosiga estudios de postgrado de acuerdo con sus intereses.

En los países de Europa los títulos de Ingeniero otorgados por las universidades son habilitantes para el ejercicio profesional, con algunas regulaciones como en Italia. Sin embargo existen registros de Ingenieros Certificados, los que no son exigidos para ejercer como ingeniero, excepto en obras muy delicadas. Estos registros exigen estudios en instituciones certificadas y años de experiencia.

Es interesante el certificado de EURING otorgado por FEANI, el cual recoge las diferentes legislaciones de los países europeos con la siguiente fórmula: B + 3 U + 2 (U/T/E) + 2 E. El tiempo mínimo después de la secundaria para obtener este certificado es de 7 años, de los cuales se exigen 2 años de experiencia; por tanto estudios más largos que consideran son 5 años.

### **5.3 América Latina**

La mayoría de los países latinoamericanos otorga el título de Ingeniero luego de 5 años de estudio, con algunas variantes. Por otra parte, Chile otorga el grado de Ingeniero Civil mayoritariamente con 6 años, pero están apareciendo carreras que lo hacen en 5,5 años y en Argentina hay programas de Ingeniero de 6 años (Universidad de Buenos Aires) y de 5 años (Universidad Nacional de Córdoba).

### **5.4 Asia**

Las tendencias actuales en los países de mayor tradición en Ingeniería son las siguientes:

- La información encontrada muestra una estructura similar al modelo anglosajón con Bachelor de 4 años y Master de 2 a 3 años, especialmente en países como Japón e India.
- Los países líderes en la región son: China, Japón, Corea del Sur e India.
- Todos ellos exhiben una gran expansión de la enseñanza técnica.
- Hay un gran esfuerzo hacia la internacionalización y globalización de la enseñanza.
- Se realizan esfuerzos hacia la acreditación por estándares internacionales.
- Búsqueda de cooperación internacional.
- Fuerte dirección estatal de la educación y de la producción.
- Búsqueda de independencia tecnológica, a través de la innovación, la investigación y de la asociación entre pares (países de la región).

- Las tendencias a menudo opuestas entre globalización y nacionalismo configuran un escenario de gran complejidad, especialmente en China, Corea del Sur e India.
- Las problemáticas de la enseñanza de la Ingeniería en países en desarrollo aún son visibles en países de la región (provincialismo, exceso de estudiantes por profesor, docencia más bien teórica).
- En China ha debido realizarse una gran transformación de la enseñanza tradicional de base técnica hacia una enseñanza de ingeniería basada en las ciencias.

## 6 Síntesis final

De esta revisión se puede concluir que hay dos grandes líneas de estructuración de los estudios de ingeniería: en una etapa de 5 a 6 años o en dos etapas con un primer ciclo (Bachelor) de 3 a 4 años que se complementa con un segundo ciclo de 1 a 2 años (Master). Cuando hay dos ciclos, el primero permite llegar al mercado laboral o continuar al segundo ciclo. La duración de 6 años para obtener el título de Ingeniero es excepcional.

En cuanto a los títulos, se ha producido una confluencia de los grados anglosajones: Bachelor y Master con los títulos profesionales tradicionales: Ingeniero o Ingeniero Civil. Algunos países han abandonado sus títulos profesionales tradicionales pasando al Bachelor - Master y otros están sumando ambas corrientes; el Ingeniero o Ingeniero Civil se considera equivalente al Master, y en algunos países como Francia se otorgan ambos simultáneamente.

En Norteamérica el Bachelor permite desempeñarse como ingeniero, pero la habilitación para ejercer como Ingeniero Profesional requiere 2 a 4 años de experiencia y la aprobación de un examen. En Europa se trabaja más bien con el concepto de Registro de Ingenieros Certificados; con la excepción de Italia, no es obligatorio pertenecer a este Registro para ejercer como ingeniero profesional, pero sí lo exigen en obras complejas. Estos Registros en general exigen estudios en instituciones certificadas y años de experiencia, la suma de ambos alcanza a 7 años de acuerdo con FEANI.

Asia ha seguido el esquema Bachelor – Master del tipo Norteamericano.