

# **MANUAL MARCO PARA LA ACREDITACIÓN DE CARRERAS DE INGENIERÍA DE BASE CIENTÍFICA**

**VERSIÓN 2.0**

**MAYO 2020**

**Válido para el ciclo de acreditación del año 2021-2022**

Este Manual Marco para la Acreditación de carreras de Ingeniería de base científica, es complementario a los siguientes documentos:

- Manual de Normas y Procedimientos para la Acreditación de carreras de Ingeniería de base científica.
- Guía para la Autoevaluación para la Acreditación de carreras de Ingeniería de base científica.
- Guía para la Evaluación Externa para la Acreditación de carreras de Ingeniería de base científica.

## ÍNDICE

<b>1.</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>3</b>
<b>2.</b>	<b>LA ACREDITACIÓN</b> .....	<b>3</b>
<b>3.</b>	<b>REQUISITOS PARA ACCEDER AL PROCESO DE ACREDITACIÓN</b> .....	<b>3</b>
<b>4.</b>	<b>ATRIBUTOS DEL GRADUADO</b> .....	<b>4</b>
4.1.	DEFINICIÓN DE LOS ATRIBUTOS DEL GRADUADO.....	5
4.2.	PERFIL DE CONOCIMIENTOS DE UNA CARRERA DE INGENIERÍA .....	6
<b>5.</b>	<b>CRITERIOS DE EVALUACIÓN</b> .....	<b>7</b>
	<i>CRITERIO 1: OBJETIVOS EDUCACIONALES</i> .....	8
	<i>CRITERIO 2: PERFIL DE EGRESO</i> .....	8
	<i>CRITERIO 3: PLAN DE ESTUDIOS</i> .....	9
	<i>CRITERIO 4: PERSONAL DOCENTE</i> .....	10
	<i>CRITERIO 5: INFRAESTRUCTURA Y RECURSOS PARA EL APRENDIZAJE</i> .....	11
	<i>CRITERIO 6: EFECTIVIDAD Y RESULTADO DEL PROCESO FORMATIVO</i> .....	12
	<i>CRITERIO 7: VINCULACIÓN CON EL MEDIO</i> .....	13
	<i>CRITERIO 8: ORGANIZACIÓN Y ADMINISTRACIÓN</i> .....	13
	<i>CRITERIO 9: AUTORREGULACIÓN Y MEJORAMIENTO CONTINUO</i> .....	14
<b>6.</b>	<b>LA DECISIÓN DE ACREDITACIÓN</b> .....	<b>15</b>
6.1.	DE LA RESOLUCIÓN DE ACREDITACIÓN .....	16
6.2.	PROCESO DE APELACIÓN A LA DECISIÓN DE NO ACREDITACIÓN .....	17
6.3.	CAMBIOS SUSTANTIVOS POSTERIORES A LA DECISIÓN DE ACREDITACIÓN .....	17
<b>7.</b>	<b>PROCESO E INFORME DE AUTOEVALUACIÓN</b> .....	<b>19</b>
<b>8.</b>	<b>LA EVALUACIÓN EXTERNA POR PARTE DEL COMITÉ DE PARES EVALUADORES</b> .....	<b>20</b>
<b>9.</b>	<b>PARTICIPACIÓN DE OBSERVADORES</b> .....	<b>21</b>
<b>10.</b>	<b>EL PROGRAMA DE VISITA PARA EL PROCESO DE ACREDITACIÓN</b> .....	<b>21</b>
<b>11.</b>	<b>ANEXOS</b> .....	<b>24</b>
11.1.	DEFINICIÓN DE PROBLEMA COMPLEJO DE INGENIERÍA .....	24
11.2.	DEFINICIÓN DE ACTIVIDADES DE INGENIERÍA.....	24
11.3.	EJEMPLOS DE PROBLEMAS COMPLEJOS DE INGENIERÍA .....	25
11.4.	PERFIL DE COMPETENCIAS PROFESIONALES .....	30
11.5.	CONTENIDOS TEMÁTICOS MÍNIMOS PARA LA FORMACIÓN EN INGENIERÍA .....	31

## 1. INTRODUCCIÓN

En su calidad de miembro provisional del Acuerdo de Washington, Acredita CI pone a disposición de las instituciones de educación superior el presente Manual. En este se establecen los criterios de evaluación para el desarrollo de los procesos de Acreditación para carreras de ingeniería de base científica en Chile bajo criterios internacionales de calidad.

## 2. La Acreditación

La acreditación es una certificación de la calidad que se otorga a una carrera de ingeniería luego de un proceso de revisión y evaluación de la formación que imparte. Para que una carrera obtenga la acreditación debe demostrar que cumple los criterios de evaluación<sup>1</sup> de Acredita CI.

La acreditación asegura que los titulados de la carrera están preparados para ingresar a la práctica profesional de la ingeniería y que son personas capaces de diseñar y/o desarrollar soluciones a problemas complejos de ingeniería<sup>2</sup>. En estos procesos de diseño y/o desarrollo, los titulados demuestran poseer los atributos del graduado<sup>3</sup> establecidos por la Agencia y que se basan en los atributos definidos por el Acuerdo de Washington.

El diseño y/o desarrollo de soluciones a problemas complejos de ingeniería se refiere al diseño de sistemas, componentes o procesos que satisfacen necesidades específicas considerando debidamente los asuntos de salud y seguridad pública, culturales, sociales, y ambientales, cuando corresponda<sup>4</sup>.

## 3. Requisitos para acceder al proceso de acreditación

Una carrera podrá presentarse al proceso de acreditación cuando:

- a. Cuente con dos cohortes de graduados y con titulados ejerciendo la profesión, y
- b. Se imparta en jornada diurna, con ingreso regular en modalidad presencial. Además, si la carrera se dicta en más de una sede, en jornada vespertina (ya sea en modalidad presencial o semipresencial) o en un programa especial de titulación, debe presentar al proceso en forma simultánea, todas estas sedes, jornadas y modalidades.
- c. La carrera debe impartirse por una Institución de Educación Superior autónoma según establece la legislación chilena.

---

<sup>1</sup> Capítulo 5 de este Manual

<sup>2</sup> Ver definición en Anexo 11.1 de este Manual

<sup>3</sup> Capítulo 4 de este Manual

<sup>4</sup> Ver ejemplos en Anexo 11.3 de este Manual

#### 4. Atributos del graduado

Los atributos del graduado son indicadores del **potencial** que tiene el graduado para desarrollar las competencias necesarias para la práctica de la ingeniería. Una carrera acreditada asegura que incluye en su proceso formativo estos atributos porque demuestra el logro de su perfil de egreso<sup>5</sup>.

Sin perjuicio de lo anterior, la Acreditación respeta las características y propósitos de la institución que imparte la carrera y de su perfil de egreso, el que normalmente considera la cultura del país, la región en que la institución está inserta y su aporte al desarrollo del país.

De esta manera, la calidad de una carrera depende del perfil de egreso a evaluar y también depende de su diseño, de los recursos comprometidos, del proceso de enseñanza y aprendizaje y de la evaluación de los estudiantes, incluida la confirmación de que los atributos del graduado se satisfacen.

Los atributos del graduado se eligen para que sean universalmente aplicables, para que reflejen estándares mínimos aceptables y sean medidos objetivamente. Estos se establecen genéricamente, siendo aplicables a todas las disciplinas de ingeniería. La carrera los aplica dentro de un contexto disciplinario, dándoles un énfasis particular, pero no deben alterarse en sustancia ni se deben ignorar los elementos individuales aplicables a cada disciplina.

El logro de los atributos del graduado se demuestra a través del logro del perfil de egreso de la carrera, por consiguiente, a través de la evidencia del aprendizaje del alumno y las actividades curriculares del diseño del plan de estudios<sup>6</sup>.

---

<sup>5</sup> Criterio 10: Efectividad y Resultados del Proceso Formativo

<sup>6</sup> Criterio 7: Plan de Estudios

## 4.1. Definición de los Atributos del Graduado

Washington Accord (WA)

<b>Atributos del graduado</b>	<b>Definición Para graduados reconocidos por el Washington Accord</b>
<b>Conocimiento de Ingeniería:</b>	<b>WA1:</b> Aplica conocimientos de matemáticas, ciencias naturales, fundamentos de ingeniería y de una especialización de ingeniería, como se especifica en WK1 - WK4, respectivamente, para la resolución de problemas complejos en ingeniería.
<b>Análisis de Problemas</b>	<b>WA2:</b> Identifica, formula, investiga literatura y analiza problemas complejos en ingeniería alcanzando conclusiones fundamentadas en el uso de principios de matemáticas, ciencias naturales y ciencias de la ingeniería (WK1 - WK4).
<b>Diseño/desarrollo de soluciones:</b>	<b>WA3:</b> Diseña soluciones para los problemas complejos en ingeniería y diseña sistemas, componentes o procesos que satisfacen necesidades específicas considerando debidamente los asuntos de salud y seguridad pública, culturales, sociales, y ambientales (WK5).
<b>Investigación:</b>	<b>WA4:</b> Conduce estudios de problemas complejos (indaga) usando conocimientos basados en investigaciones (WK8) y métodos de investigación, incluyendo diseño de experimentos, análisis e interpretación de datos y síntesis de la información para producir conclusiones válidas.
<b>Uso de Herramientas Modernas</b>	<b>WA5:</b> Crea, selecciona y aplica técnicas, recursos y herramientas modernas de ingeniería y de Tecnologías de la Información apropiadas, incluyendo la predicción y el modelamiento de problemas complejos en ingeniería, y comprendiendo las limitaciones que hubiere (WK6).
<b>Ingeniería y Sociedad:</b>	<b>WA6:</b> Aplica razonamientos informados con base en un conocimiento del contexto para evaluar los asuntos sociales, de salud, de seguridad, legales y culturales y las responsabilidades que conllevan la práctica como ingeniero profesional y la solución de problemas complejos en ingeniería (WK7).
<b>Medio Ambiente y Sostenibilidad:</b>	<b>WA7:</b> Comprende y evalúa la sostenibilidad y el impacto del trabajo profesional de ingeniería en la solución de problemas complejos en ingeniería, en un contexto social y ambiental (WK7).
<b>Ética:</b>	<b>WA8:</b> Aplica principios éticos y se compromete con la ética y las responsabilidades profesionales y las normas de la práctica de la ingeniería (WK7).
<b>Trabajo Individual y en Equipo:</b>	<b>WA9:</b> Se desenvuelve eficazmente como individuo y como miembro o líder en equipos diversos y en entornos multidisciplinarios.

<b>Comunicación:</b>	<b>WA10:</b> Se comunica eficazmente en actividades complejas de ingeniería con la comunidad de ingeniería y con la sociedad, en general; es capaz de comprender y redactar informes eficaces y diseñar documentación, hacer presentaciones eficaces, y dar y recibir instrucciones claras.
<b>Gestión de Proyectos y Finanzas:</b>	<b>WA11:</b> Demuestra conocimiento y comprensión de los principios de gestión de ingeniería y la toma de decisiones económicas, y aplica estos a su propio trabajo, como miembro y líder de un equipo, para gestionar proyectos en entornos multidisciplinarios.
<b>Aprendizaje Permanente:</b>	<b>WA12:</b> Reconoce la necesidad y tiene la preparación y capacidad para dedicarse a un aprendizaje autónomo y permanente en el amplio marco de los cambios tecnológicos.

La definición de los atributos del graduado se basa en el Perfil de Conocimientos detallado a continuación, como WK1 al WK8. Una carrera de ingeniería debe asegurar que, en su diseño, estén presentes estas definiciones:

## 4.2. Perfil de Conocimientos de una carrera de Ingeniería

### Washington Knowledge (WK)

Una carrera de Ingeniería de Base Científica del Acuerdo de Washington proporciona:
<b>WK1:</b> Una comprensión sistemática, basada en la teoría, de las <b>ciencias naturales</b> aplicables a la disciplina.
<b>WK2: Matemáticas</b> conceptuales, análisis numérico, estadística y aspectos formales de ciencias computacionales y de la información que soporten el análisis y el modelamiento aplicables a la disciplina.
<b>WK3:</b> Una formulación sistemática, basada en la teoría, de los <b>fundamentos de la ingeniería</b> necesarios en la disciplina.
<b>WK4: Conocimientos especializados</b> de ingeniería que proporcionan los marcos teóricos y los conocimientos de las áreas de la práctica de la disciplina de ingeniería; muchos de los cuales están en la vanguardia de la disciplina.
<b>WK5:</b> Conocimiento que soporte el <b>diseño de ingeniería</b> en un área de la práctica.
<b>WK6:</b> Conocimiento <b>de prácticas de ingeniería</b> (tecnología) en las áreas de la práctica de la disciplina de ingeniería.
<b>WK7: Comprensión del papel de la ingeniería en la sociedad</b> y los problemas identificados en la práctica de la disciplina de ingeniería: la responsabilidad ética y profesional de un ingeniero/a para la seguridad pública; los impactos de la actividad de ingeniería: económicos, sociales, culturales, ambientales y de sostenibilidad.
<b>WK8:</b> Conocimientos selectos de la <b>literatura de investigación</b> sobre la disciplina.
Una carrera que provee este tipo de conocimientos y desarrolla los atributos enumerados a continuación, lo logra normalmente en 4 a 5 años de estudio, en función del nivel de los estudiantes al momento de ingresar a la carrera.

## 5. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Como dijimos, para que una carrera obtenga la acreditación debe demostrar que cumple los criterios de evaluación de Acredita CI. Los criterios de evaluación están definidos con el propósito de que, a través de su aplicación, se pueda llegar a conocer en la forma más fidedigna posible en qué medida la carrera asegura la calidad de su proceso formativo. Específicamente, Acredita CI ha definido los siguientes 9 criterios:

1. Objetivos Educativos.
2. Perfil de Egreso.
3. Plan de Estudios.
4. Personal Docente.
5. Infraestructura y Recursos para el Aprendizaje.
6. Efectividad y Resultado del Proceso Formativo.
7. Vinculación con el Medio.
8. Organización y Administración.
9. Autorregulación y Mejoramiento Continuo

Los criterios 1 al 6 se aplican principalmente a nivel de carrera. Los criterios 7 y 8 se aplican principalmente a nivel de la unidad que imparte la carrera; y el criterio 9 es tanto a nivel de unidad como de carrera. Con el propósito de facilitar y precisar la aplicación de estos criterios, para cada uno de ellos se ha definido un conjunto de “aspectos a considerar”.

## CRITERIO 1: OBJETIVOS EDUCACIONALES

La carrera cuenta con una clara definición de sus objetivos y dispone de mecanismos que permiten evaluar el logro de ellos.

- 1.a. La unidad cuenta con una clara definición de sus objetivos y metas.
- 1.b. La carrera declara sus objetivos y explicita la población estudiantil a la que se orienta, el campo ocupacional para el que se prepara a los estudiantes y el proyecto educativo que guía el respectivo proceso formativo.
- 1.c. Los objetivos educacionales de la carrera son coherentes con la misión institucional y cuenta con mecanismos formales de gestión académica para verificar que se logran.

### Definición

*Objetivos Educacionales: son de mediano plazo; se refieren al desempeño profesional esperado de los ingenieros algunos años después de que han egresado de la Institución. Este desempeño refleja el sueño de la institución expresado a través de su Misión. Por ello es relevante que los objetivos tengan siempre en consideración la opinión de la comunidad interna y de la comunidad externa relevante para la carrera (partes interesadas). (Concepto de Consistencia externa).*

## CRITERIO 2: PERFIL DE EGRESO

La carrera cuenta con un perfil de egreso pertinente, actualizado, validado, difundido y conocido por la comunidad. La carrera demuestra que el perfil de egreso incluye los atributos del graduado.

- 2.a. La institución cuenta con políticas y mecanismos de aseguramiento de la calidad que reafirman la consistencia entre los objetivos educacionales, el perfil de egreso, la misión, la visión y los propósitos institucionales.
- 2.b. El perfil de egreso es consistente con la denominación del título o grado entregado. El perfil de egreso es atingente al nivel educacional de la carrera.
- 2.c. La unidad cuenta con políticas y mecanismos destinados a captar los requerimientos del medio en el ámbito disciplinar y profesional que le son propios, retroalimentando su acción en los ámbitos del perfil de egreso.
- 2.d. La unidad demuestra contar con políticas y mecanismos que le permiten conocer el estado del arte de los fundamentos científicos, disciplinarios o tecnológicos que subyacen a la formación que se propone entregar, considerándolos en la definición de los perfiles de egreso declarados. Estos mecanismos contemplan una revisión periódica del perfil de egreso, con una periodicidad equivalente, como mínimo, a la duración del plan de estudios.
- 2.e. El perfil de egreso de la carrera está expresado en forma precisa y explícita y considera las características distintivas de cada mención, cuando éstas existan.
- 2.f. El perfil de egreso es coherente con los atributos del graduado.
- 2.g. El perfil de egreso es difundido adecuadamente, tanto interna como externamente, siendo conocido por la comunidad académica y el medio externo relevante.

### CRITERIO 3: PLAN DE ESTUDIOS.

La carrera cuenta con procesos sistemáticos y documentados para el diseño, implementación y evaluación de su proceso de enseñanza y aprendizaje, el que se orienta al logro del perfil de egreso y de los atributos del graduado. Existen políticas y mecanismos de evaluación periódica de los cursos ofrecidos, en función de los objetivos de aprendizaje declarados.

3.a. La carrera estructura su plan de estudios, programas de asignaturas y actividades curriculares en función del perfil de egreso.

3.b. El plan de estudios identifica las diferentes áreas de formación que conducen a satisfacer el perfil de egreso, explicitando las actividades curriculares y de desarrollo personal tendientes a proveer una formación integral en los estudiantes.

3.c. La carrera establece objetivos o resultados de aprendizaje e instrumentos de evaluación, susceptibles de verificación y pertinentes al perfil de egreso y por ende, a los atributos del graduado. Dichos objetivos o resultados de aprendizaje y evaluaciones pueden establecerse a nivel de cada asignatura, de ciclos o niveles de formación, siendo esenciales para verificar el aprendizaje a medida que el alumno avanza en el plan de estudios.

3.d. El plan de estudios considera actividades teóricas y prácticas de manera consistente e integrada. Además, el plan de estudios considera prácticas profesionales pertinentes y la carrera cuenta con evidencia de que los estudiantes aplican los conocimientos y habilidades adquiridas para ejercer la profesión.

3.e. El plan de estudios y las actividades curriculares correspondientes se dan a conocer de manera formal y sistemática a los estudiantes.

3.f. La institución, la unidad y la carrera disponen de un sistema que permite cuantificar el trabajo académico real de los estudiantes en unidades comparables (créditos u horas cronológicas), según un estándar razonado y proporcional definido en el reglamento académico de la institución de que se trate. Se sugiere adherir, de preferencia, al Sistema de Créditos Transferibles (SCT-Chile).

3.g. Para el proceso de titulación, los estudiantes desarrollan una o más actividades en las que demuestran su capacidad para resolver problemas complejos de ingeniería de acuerdo al perfil de egreso definido. Dichas actividades son parte del plan de estudios y son consideradas dentro de la duración declarada de la carrera.

3.h. La unidad evalúa periódicamente el plan de estudios y los cursos ofrecidos, propone modificaciones y lo mantiene actualizado en todas sus sedes, jornadas y modalidades, cuando las hubiera.

3.i. La unidad recoge información en el medio relevante respecto de la situación de ocupación y desempeño de los egresados y utiliza los antecedentes obtenidos para actualizar y perfeccionar los planes de estudio de la carrera.

3.j. En el caso que el perfil de egreso de una carrera tenga como requerimiento el dominio de un segundo idioma, dicho conocimiento se exigirá en los procesos de admisión o se proveerán oportunidades de aprendizaje, ejercicio y evaluación, vía el plan de estudios.

#### CRITERIO 4: PERSONAL DOCENTE

La carrera cuenta con un personal docente suficiente e idóneo para cumplir cabalmente con todas las actividades y aprendizajes comprometidos en el plan de estudios, lo que permite a sus estudiantes avanzar sistemáticamente hacia el logro del perfil de egreso.

4.a. La dotación, permanencia y dedicación del personal docente garantiza la implementación del plan de estudios, en cuanto al cumplimiento de la docencia directa y actividades propias del proceso de enseñanza-aprendizaje (evaluaciones, trabajos prácticos, preparación de tareas y ejercicios, uso de tecnologías de la información y la comunicación), como también respecto de la supervisión del proceso de enseñanza-aprendizaje y la atención y guía de los estudiantes fuera del aula.

4.b. La carrera demuestra disponer, en su conjunto, de docentes calificados y competentes para desarrollar el plan de estudios de acuerdo a sus propósitos y perfil de egreso. La calificación y competencia del personal docente considerará las necesidades disciplinares en cuanto a la formación académica recibida y su formación pedagógica, trayectoria en el campo científico, profesional, técnico o artístico, según corresponda.

4.c. La carrera dispone de un núcleo de docentes/académicos de alta dedicación y permanencia, que en su conjunto lideran y le dan sustentabilidad en el tiempo al proyecto educativo, y permiten cubrir las necesidades del plan de estudios en todas las sedes, jornadas y modalidades.

4.d. Existen normas y mecanismos conocidos de selección, contratación, evaluación, promoción y desvinculación de los docentes/académicos, los que se aplican de manera formal y sistemática, pudiendo disponer de normas especiales para la unidad y la carrera.

4.e. Se aplican políticas y mecanismos de perfeccionamiento que permiten la actualización y capacitación de los docentes/académicos de la carrera en aspectos disciplinarios y profesionales.

4.f. Se aplican políticas y mecanismos de perfeccionamiento que permiten la actualización y capacitación de los docentes/académicos de la carrera en los aspectos pedagógicos.

4.g. Se aplican mecanismos que permiten la evaluación de la actividad del personal docente/académico de la carrera -en particular la información sobre el logro de los resultados de aprendizaje- los que se aplican de manera efectiva y sistemática en la administración de dicho personal. Estos mecanismos consideran, para la calificación de los docentes, la opinión de estudiantes, jefaturas y pares.

4.h. La carrera cuenta con instancias de comunicación y participación de los docentes/académicos, claramente establecidas y conocidas, que facilitan la coordinación con las autoridades de la carrera respecto a las materias que son propias de sus funciones docentes.

**CRITERIO 5: INFRAESTRUCTURA Y RECURSOS PARA EL APRENDIZAJE**

La carrera dispone de la infraestructura, recursos de aprendizaje y equipamiento requeridos para el logro de los resultados esperados en los estudiantes. Asimismo, la institución en que se imparte la carrera aplica políticas y mecanismos para el desarrollo, la reposición, mantenimiento y seguridad de dichas instalaciones y recursos.

5.a. La carrera posee infraestructura acorde a su naturaleza (como ser: aulas, laboratorios, talleres, bibliotecas, equipos, recursos computacionales, entre otros) suficiente y funcional a las necesidades del plan de estudios y a la cantidad de estudiantes. La propiedad de las instalaciones e infraestructura -o los derechos de la institución sobre ellos- aseguran el desarrollo actual y futuro de la carrera, y la calidad de la formación proporcionada a los estudiantes.

- i. Docentes/académicos y estudiantes tienen acceso a una biblioteca que dispone de instalaciones, equipos, personal especializado y procesos técnicos que permitan proporcionarles una adecuada atención. La biblioteca se constituye en un sistema de información con acceso a redes.
- ii. La biblioteca cuenta con los recursos de información, físicos o virtuales (textos, libros, revistas científicas y otros materiales necesarios para desarrollar las actividades de la carrera) debidamente actualizados, respetando los derechos de propiedad intelectual, concordantes con las necesidades del perfil de egreso, el plan de estudios y las orientaciones y principios institucionales. Igualmente, existen espacios físicos disponibles para el estudio, ya sea individual o grupal.
- iii. La carrera tiene acceso a recursos tecnológicos, computacionales y de apoyo al proceso de enseñanza aprendizaje, suficientes en cantidad, calidad y actualización. Dichos recursos contribuyen al desarrollo de las actividades propias de la carrera, en sus aspectos pedagógicos, disciplinarios y profesionales.
- iv. Existen las facilidades necesarias para llevar a cabo prácticas profesionales, salidas a terreno, trabajos de titulación y de tesis o cualquier otra actividad contemplada en el plan de estudios.

5.b. Existen los recursos financieros necesarios para satisfacer continuamente las necesidades de provisión, reposición, mantenimiento y actualización de la infraestructura, equipos y recursos para la enseñanza.

5.c. Existe un adecuado equilibrio entre el número de alumnos que ingresan a cada curso y el total de recursos disponibles, considerando sus docentes, infraestructura, equipamiento y presupuesto.

5.d. Se cuenta con protocolos de accesibilidad universal y seguridad, que son aplicados rigurosamente en recintos, instalaciones y recursos de aprendizaje.

## CRITERIO 6: EFECTIVIDAD Y RESULTADO DEL PROCESO FORMATIVO

La carrera cuenta con políticas y mecanismos de aseguramiento de la calidad referidos a:

- La admisión
- Los procesos de enseñanza-aprendizaje y evaluación y,
- La progresión académica hacia la titulación o graduación.

Estas políticas y mecanismos son objetivas, efectivas y se aplican consistentemente en relación con el perfil de egreso. Además, la carrera presenta evidencia sustantiva del cumplimiento del perfil de egreso y de los atributos del graduado.

6.a. La carrera cuenta con reglamentos y mecanismos de admisión explícitos y de público conocimiento. Estas normas son aplicadas de manera sistemática en la admisión y son consistentes con las exigencias del plan de estudios. La carrera explica su sistema de admisión especial cuando corresponda.

6.b. La carrera toma en cuenta las condiciones de ingreso de los estudiantes con respecto a los requerimientos del plan de estudios y provee recursos y actividades para la nivelación, toda vez que se requiera.

6.c. La carrera ha articulado políticas y mecanismos para:

- i. Fortalecer hábitos y técnicas de estudio de sus estudiantes.
- ii. Tener una identificación temprana de problemas en la retención y progresión, aplicando medidas correctivas.
- iii. Intervenir con estrategias de apoyo, para el mejoramiento de resultados de los estudiantes, cuando sea apropiado.
- iv. Desvincular a estudiantes de la carrera cuando corresponda, de acuerdo a la reglamentación vigente.

6.d. La carrera posee mecanismos de evaluación aplicados a los estudiantes, que permiten verificar el logro de los resultados de aprendizaje definidos en el plan de estudios y programas de asignaturas. En particular, cuando el plan de estudios considera prácticas, la carrera ha diseñado evaluaciones para medir la profundidad y amplitud de las experiencias vinculadas a ellas, y logradas por los estudiantes.

6.e. La carrera demuestra que los resultados de aprendizaje alcanzados por los alumnos satisfacen los establecidos en el perfil de egreso declarado y por ende, en los atributos del graduado. En particular, la evidencia demuestra que los alumnos tienen la capacidad de resolver problemas complejos de ingeniería, en el ámbito de su especialidad.

6.f. La carrera cuenta con registros sistemáticos del rendimiento académico de sus estudiantes, quienes tienen acceso a la información de su avance. La carrera evalúa la progresión de todos sus estudiantes, de manera desagregada (por sede, jornada y modalidad), cuando corresponda.

6.g. La carrera realiza un análisis sistemático de las causas de deserción, retención, progresión, asignaturas críticas y tiempos de titulación de los estudiantes, considerados por cohortes y, en caso de ser necesario, define y aplica acciones tendientes a su mejoramiento, resguardando el cumplimiento del perfil de egreso y toma decisiones respecto a los resultados obtenidos.

6.h. Los estudiantes de la carrera tienen acceso a mecanismos de orientación o tutoría cuando sea necesario.

6.i. La carrera aplica mecanismos que le permiten contar con información y análisis de la opinión y seguimiento de egresados y empleadores. Dicha información es utilizada para retroalimentar la formulación de las políticas y mecanismos de aseguramiento de la calidad, el perfil de egreso, el plan de estudios.

6.j. La carrera conoce las tasas de ocupación, las características de empleabilidad y de desempeño profesional de sus titulados/graduados y utiliza esta información para retroalimentar los objetivos educativos, el perfil de egreso y el plan de estudios, realizando el ajuste necesario entre la formación impartida y los requerimientos del medio laboral.

### CRITERIO 7: VINCULACIÓN CON EL MEDIO

La vinculación con el medio es un componente esencial del quehacer de la carrera, que orienta y fortalece el perfil de egreso y el plan de estudios. Existe una interacción sistemática, significativa y de mutuo beneficio con agentes públicos, privados y sociales relevantes, de carácter horizontal y bidireccional. Existen políticas y mecanismos de evaluación periódica de impacto de las actividades de vinculación con el medio en todas las áreas de su quehacer: como Unidad, en respaldo al aprendizaje de los estudiantes o apoyando el logro de propósitos institucionales.

7.a. La unidad desarrolla acciones concretas de vinculación con el medio, lo cual permite conocer los requerimientos de éste, en el ámbito disciplinar y profesional que le son propios, retroalimentando el perfil de egreso, plan de estudios, selección del cuerpo docente.

7.b. La unidad define y prioriza las actividades de vinculación con el medio para la carrera en aquellos campos de interacción que son pertinentes a su ámbito, estableciendo los objetivos precisos de las actividades que lleva a cabo.

7.c. La unidad otorga facilidades para el conocimiento mutuo entre la carrera y sus estudiantes y eventuales fuentes ocupacionales de la profesión.

7.d. La unidad promueve y propicia la vinculación de la carrera.

7.e. La unidad en conjunto con la carrera, monitorean las actividades de vinculación con el medio y evalúan su impacto en función del cumplimiento de objetivos.

### CRITERIO 8: ORGANIZACIÓN Y ADMINISTRACIÓN

La unidad cuenta con un adecuado sistema de gobierno y una gestión docente y administrativa eficaz y eficiente de los recursos necesarios para cumplir con los compromisos declarados.

8.a. La unidad planifica la gestión académica y económica y dispone de mecanismos que permiten evaluar el logro de los propósitos definidos para la carrera.

8.b. La unidad cuenta con un cuerpo directivo calificado y con dedicación suficiente para cumplir con las responsabilidades, funciones y atribuciones establecidas.

8.c. La unidad dispone de personal administrativo, técnico y de apoyo debidamente capacitado, suficiente en número y con dedicación horaria en relación con la jornada-modalidad, como para cumplir adecuadamente sus funciones y cubrir las necesidades de desarrollo del plan de estudios.

8.d. La carrera cuenta con al menos un directivo que supervisa la asignación de tareas, provisión de los recursos, el registro y procesamiento de la información para el control de gestión y, convoca a los docentes, personal de apoyo y a las demás instancias que concurren para impartir la carrera, según lo establecido en el plan de estudios, de acuerdo a la reglamentación y obligaciones existentes y la oferta académica comprometida por la Institución en sus actividades de difusión.

8.e. La unidad cuenta con sistemas de información y herramientas de gestión académica y administrativa adecuadas a las necesidades de gestión y comunicación en la carrera.

8.f. La institución ha comprometido recursos financieros que garantizan la sustentabilidad de la carrera y que aseguran la permanencia proyectada de los estudiantes en el tiempo.

8.g. La unidad dispone de un presupuesto anual actualizado y fundamentado, que le permite mantener condiciones adecuadas para el funcionamiento de la carrera con mecanismos eficaces de control presupuestario.

### CRITERIO 9: AUTORREGULACIÓN Y MEJORAMIENTO CONTINUO

La Unidad y la carrera cuentan con mecanismos de autorregulación. La carrera efectúa, en forma sistemática, procesos de autoevaluación; para ello utiliza la información disponible, proveniente de los diagnósticos efectuados, para diseñar e implementar acciones de mejora continua. Además, la carrera demuestra que implementa las acciones comprometidas en sus planes de mejoramiento o de desarrollo.

9.a. El proceso de autoevaluación considera la participación de informantes claves internos/externos -docentes, estudiantes, egresados y empleadores- y, el informe de autoevaluación es conocido y respaldado por la comunidad de la carrera.

9.b. La carrera cuenta con sistemas que le permiten disponer de información válida y confiable acerca de sus distintos ámbitos de acción.

9.c. El plan de mejora para la carrera cuenta con el respaldo de los directivos de la institución y de la unidad, lo que se manifiesta en un plan de inversión que cuenta con el financiamiento necesario.

9.d. La carrera cumple con sus objetivos comprometidos, asegurando la calidad de la formación impartida.

## 6. La decisión de acreditación

La decisión de acreditación es tomada por el Consejo del Área de Tecnología de Acredita CI y depende de la valoración que este consejo haga de cada uno de los criterios de evaluación.

Un criterio **se cumple** cuando hay evidencia de que las políticas y mecanismos se conocen y se aplican de manera sistemática mostrando resultados que se revisan periódicamente.

En caso contrario, estamos en presencia de una debilidad: el criterio **no se cumple** y será valorado ya sea como **en desarrollo**, o bien como **inexistente**. Un criterio que no se cumple está en desarrollo cuando las políticas y mecanismos se conocen y aplican, con resultados preliminares, pero no hay evidencia todavía de que sea sistemático. Un criterio que no se cumple es inexistente cuando la carrera presenta defectos en su diseño o no cuenta con políticas o mecanismos formales ni sistemáticos en su proceso formativo, o solo existen declaraciones, pero sin evidencia de su aplicación.

Para hacer esta valoración y tomar la decisión de acreditación, el Consejo se basa en:

- a. El informe de autoevaluación de la carrera,
- b. El informe del comité de pares evaluadores,
- c. Las observaciones de la carrera a este informe (si las hay),
- d. La respuesta del comité de pares evaluadores a esas observaciones (cuando las haya), y
- e. Las observaciones de la carrera al Informe Preliminar del Consejo (de haber observaciones).

Cuando la carrera se imparta en distintas sedes, jornadas y modalidades presencial o semipresencial y programas especiales de titulación, todas ellas serán evaluadas en su conjunto.

El proceso conduce a uno de los siguientes tres resultados:

- **Acredita por 7 años**
- **Acredita por 3 años**
- **No Acredita**

### 1. La carrera acredita por 7 años:

La carrera demuestra que cumple con los criterios de evaluación de Acredita CI. La carrera contempla en su diseño los 12 atributos del graduado, los que están incorporados a través de su propio perfil de egreso. Cuenta con mecanismos de mejora continua para el logro de la formación comprometida habiendo evidencia de que las políticas y mecanismos se conocen y se aplican de manera sistemática mostrando resultados que se revisan periódicamente.

## **2. La carrera acredita por 3 años:**

La carrera cumple con los criterios de evaluación de Acredita CI, pudiendo presentar algunos criterios con debilidades en la categoría “no cumple-en desarrollo”. La carrera contempla en su diseño los 12 atributos del graduado, los que están incorporados a través de su propio perfil de egreso. Hay evidencia de que los resultados de aprendizaje se logran. Sin embargo, la evidencia es reciente, faltando verificar su permanencia en el tiempo.

Cuando la acreditación es por 3 años:

- a. Previo al vencimiento de la acreditación, el proceso contempla, por definición, que la carrera presente un informe a la Agencia con evidencia sustantiva de que se han superado las debilidades detectadas. El informe se presentará en el plazo de seis meses previo a la fecha de vencimiento.
- b. De la revisión de este informe, el Consejo del Área de Tecnología determinará si es necesario visitar el programa en terreno para verificar el avance o la evidencia presentada en el Informe es suficiente para decidir, basándose en la revisión documental.
- c. En cualquiera de estos casos y verificándose el avance en la superación de las debilidades, se extenderá la acreditación de la carrera en 4 años.
- d. En caso de que no se verifique la superación de las debilidades, no se extenderá la acreditación a la carrera perdiendo su condición de acreditada y deberá presentarse nuevamente al proceso en dos años a partir de esa fecha.
- e. Si la carrera no presenta el Informe o no lo presenta en el plazo señalado, pierde su condición de acreditada<sup>7</sup>.

## **3. La carrera no acredita**

La carrera no acredita cuando tiene uno o más criterios de evaluación con debilidades en la categoría “No Cumple – Inexistente”, porque presenta defectos en su diseño, no contempla los 12 atributos del graduado o no cuenta con políticas o mecanismos formales ni sistemáticos en su proceso formativo, o solo existen declaraciones, pero sin evidencia de su aplicación.

## **6.1. De la Resolución de Acreditación**

Previo al proceso de decisión de la acreditación, Acredita CI enviará un Informe Preliminar emitido por el Consejo del área de Tecnología, con el propósito de que la carrera pueda verificar que el Consejo haya considerado toda la evidencia. En caso de que a juicio de la carrera falte algún elemento, podrá enviar la información que estime pertinente. Esta deberá constituir evidencia sustantiva y documentada del cumplimiento de los criterios. La carrera tendrá un plazo de 20 días corridos para enviar esta información a la Agencia.

---

<sup>7</sup> Ver Manual de Normas y Procedimientos para mayor detalle para la pérdida de la acreditación

Con esta información, el Consejo decidirá sobre la acreditación de la carrera, en sesión citada para el efecto.

Para informar la decisión, la Agencia emite un documento oficial de carácter confidencial para la carrera, denominado **Resolución de Acreditación bajo criterios internacionales** en el que se indica la decisión, las debilidades en caso de que existan y las recomendaciones de mejora. Acredita CI emitirá un **Certificado** en el que se informará específicamente la decisión de acreditación bajo criterios internacionales de la carrera y el plazo en el que deberá presentarse nuevamente al proceso.

La carrera acreditada se publicará en el sitio web de la Agencia, informándose el estado de acreditación y cuando debe volver a presentarse a un nuevo proceso de acreditación

La carrera que no acredita podrá presentarse nuevamente al proceso en dos años a partir de la fecha de notificación de la decisión.

## 6.2. Proceso de apelación a la decisión de no acreditación

Sólo en el caso en que la carrera no acredite podrá presentar apelación de la decisión ante la Agencia.

La apelación consiste en un documento en el cual la carrera presenta información adicional como evidencia sustantiva y documentada del cumplimiento de los criterios de evaluación, para respaldar la solicitud. Esta evidencia, en todo caso, será aceptada como válida solo si existía hasta el momento en que la carrera presentó sus observaciones al Informe Preliminar del Consejo del área de Tecnología.

La apelación será analizada por un Comité de Apelaciones dispuesto para el efecto<sup>8</sup>, quienes tomarán una decisión de última instancia.

El resultado de esta etapa del proceso es definitivo y la carrera recibirá una Resolución de Acreditación bajo criterios internacionales informando las razones de la decisión y un certificado de acreditación, si corresponde.

## 6.3. Cambios sustantivos posteriores a la decisión de acreditación

La carrera requiere mantener las condiciones en las que se le otorgó la acreditación durante el período en que está acreditada.

---

<sup>8</sup> Ver Manual de Normas y Procedimientos sobre la constitución de este comité.

En cualquiera de los casos que se detalla a continuación, en que Acredita CI decida revocar la acreditación, la carrera puede apelar ante la Agencia sobre la decisión adoptada, según el procedimiento de apelación descrito en el Manual de Normas y Procedimientos de acreditación de Ingenierías de Base Científica.

En caso de que la administración de la Agencia cuente con antecedentes entregados por un tercero o por la propia Institución, que evidencien cambios o modificaciones a dichas condiciones, se establece que:

#### Cambios en las condiciones en que se otorgó la acreditación

Si el caso es que existe evidencia sustantiva de que las condiciones en que se otorgó la acreditación cambiaron o ya no existen y ello afecta el cumplimiento de los criterios de evaluación, el Consejo del área de Tecnología analizará el caso y de este análisis pudiera surgir la necesidad de una visita de verificación en terreno. Del resultado de esta acción, el Consejo del área de Tecnología determinará si se mantiene o revoca la acreditación. En caso de que la decisión sea la de revocar la decisión, se informará a la Institución mediante una nueva Resolución de Acreditación bajo criterios internacionales.<sup>9</sup>

#### Cambios producto de nueva oferta académica

En el caso de que la Facultad cuente con carreras acreditadas, la incorporación de una nueva carrera se considerará un Cambio Sustantivo que puede informar a la Agencia con el propósito de que se incorpore a la acreditación existente. La nueva oferta se visitará para evaluar su diseño y los recursos para llevar adelante el proyecto educativo. Y de satisfacer los criterios, se equipará su acreditación a la de las otras carreras de la Facultad, con el propósito de que se presente en conjunto en el siguiente ciclo de renovación de la acreditación.

Acredita CI emitirá una Resolución de Acreditación bajo criterios internacionales que reemplaza a la anterior, para agregar la nueva oferta.

#### Cambios producto del cierre de oferta con acreditación vigente

En el caso de cierre de oferta acreditada, la Institución debe informar a la Agencia oportunamente.

---

<sup>9</sup> Ver el detalle del procedimiento en el Manual de Normas y Procedimientos de acreditación de Ingenierías de Base Científica

## 7. Proceso e Informe de Autoevaluación

Para someterse a acreditación la carrera deberá desarrollar un proceso de autoevaluación y elaborar un informe, teniendo en consideración los criterios de evaluación. La **Guía para la Autoevaluación** para la Acreditación de carreras de ingeniería de base científica<sup>10</sup> de Acredita CI define el formato para ello.

La carrera prepara su **Informe de Autoevaluación**, presentando un análisis y reflexión a nivel de unidad académica y a nivel de carrera, concluyendo acerca del grado de cumplimiento de los criterios de evaluación. Hará referencia a los antecedentes de los Anexos para respaldar los resultados de su reflexión. Además, tanto la unidad como la carrera deben presentar evidencia sustantiva del trabajo que se declara. La **Guía para la Autoevaluación** ofrece ejemplos acerca de cuál es la evidencia que la carrera podría presentar para respaldar sus juicios evaluativos.

Acredita CI solicita la presentación de cuatro anexos obligatorios:

**TABLA 1:** tabla de correlación entre competencias del perfil de egreso, plan de estudios y atributos del graduado<sup>11</sup>.

**TABLA 2:** carpeta de asignaturas que incluyen el programa de la asignatura y evidencia de las evaluaciones desarrolladas por los alumnos en los dos últimos semestres.

**TABLA 3:** tablas de progreso en matrícula, retención, egreso y titulación de los 10 últimos años.

**TABLA 4:** tabla de atributos del graduado y resultados de aprendizaje de las asignaturas.

Además, la carrera podría presentar un análisis comparativo entre el desempeño profesional de sus titulados según sus propias declaraciones y las competencias profesionales definidas en este Manual.

Durante el proceso de autoevaluación, la carrera podría detectar **debilidades** en relación con los criterios de evaluación; es decir, criterios de evaluación que no se cumplen (en desarrollo o inexistentes). En este caso, la carrera debe demostrar que ha realizado esfuerzos significativos para superar las debilidades o presentará acciones en un Plan de Mejoras, en el que se compromete a resolverlas.

Todos los esfuerzos realizados por la carrera para superar las debilidades se entienden como evidencia del compromiso por mejorar la calidad de su proceso formativo. En general, Acredita CI entiende que las acciones, mecanismos o procedimientos que apuntan formal y sistemáticamente a cumplir los criterios de evaluación y lograr los atributos del graduado forman parte de un sistema de mejora continua de la calidad de la carrera<sup>12</sup>.

---

<sup>10</sup> [www.acreditaci.cl](http://www.acreditaci.cl)

<sup>11</sup> Formato en Guía para la Autoevaluación

<sup>12</sup> Ver Modelo Conceptual de la Mejora Continua de Acredita CI en la Guía de Autoevaluación para la acreditación de ingenierías de base científica.

## 8. La evaluación externa por parte del comité de pares evaluadores

El proceso de acreditación incluye una visita en terreno realizada por un comité de pares evaluadores externos. El comité es propuesto a la carrera por Acredita CI. El comité de pares evaluadores está constituido por docentes, académicos o profesionales que comprenden el ámbito de acción de la carrera.

El proceso de evaluación externa se enriquece, cuando la unidad presenta al proceso de acreditación a todas sus carreras en forma simultánea. Esto implica un análisis simultáneo de Informes de Autoevaluación que permiten diagnosticar de mejor forma a la Unidad y el cumplimiento de sus propósitos y permite una mirada específica por carrera, logrando de forma, un proceso eficiente en el uso de los recursos y un mejor proceso para asegurar la calidad por sus propias características.

Cada comité estará encabezado por uno o dos evaluadores transversales a la Unidad, cuya función es analizar y verificar el rol de la Unidad en el desempeño de las carreras y la consistencia interna en relación con los propósitos institucionales. Los evaluadores transversales coordinan el proceso completo y participan activamente en la elaboración del Informe Final de visita.

Cada carrera estará a cargo de un evaluador, quien acompañado del Secretario de visita, llevará a cabo el proceso de evaluación externa. El rol del comité de pares evaluadores es verificar en terreno lo informado por las carreras en sus informes de autoevaluación con base en los nueve criterios de evaluación. Más información sobre el comité de pares evaluadores se encuentra en el **Manual de Normas y Procedimientos para la Acreditación de Ingenierías de base científica**.

Antes de la visita, el evaluador de cada carrera, un consejero del área y el coordinador del proceso de Acredita CI revisarán en profundidad el informe de autoevaluación, el formulario de antecedentes y los anexos. La Agencia elaborará un cuestionario sobre elementos que requieren más información, en caso de que sea necesario, el que se hará llegar a la carrera para que presente esa información durante la visita en terreno. La o las carreras podrán presentar nueva evidencia, e incluso realizar ajustes a sus procedimientos, lo que se valorará por parte del comité de pares evaluadores en su conjunto. El **Manual de Normas y Procedimientos para la Acreditación de Ingenierías** describe cómo se realiza este procedimiento. La visita se realiza en conjunto y de manera simultánea.

Adicionalmente a los antecedentes presentados por la o las carreras en el o los informes de autoevaluación, el o los evaluadores seleccionarán asignaturas a revisar en profundidad, con el objetivo de verificar el logro de los aprendizajes de los estudiantes con especial atención en aquellas que tengan un carácter integrador, si las hubiere, y aquellas que la carrera ha informado que son las actividades clave para el logro del perfil de egreso, en particular, aquellas relacionadas con las

asignaturas en que los alumnos diseñan o desarrollan soluciones para Problemas Complejos de Ingeniería lo que demuestra satisfacer los Atributos del Graduado.

## 9. Participación de observadores

Las visitas de los pares evaluadores podrán incluir la presencia de observadores, de acuerdo con los propósitos de la Agencia. Es habitual que las agencias miembros del Acuerdo de Washington compartan las prácticas de acreditación y que envíen observadores, lo que permite asegurar que los procesos son sustancialmente equivalentes entre los miembros. También es posible que los observadores sean evaluadores de la Agencia en entrenamiento. Acredita CI informará oportunamente a la institución la presencia de observadores y resguardará que estos se atengan a la política de conflicto de intereses. Los observadores no tienen el rol de evaluadores, pero acompañan al comité y no está permitido que realicen preguntas a las personas relacionadas con la carrera en evaluación.

## 10. El programa de visita para el proceso de acreditación

El programa de visita es definido por Acredita CI y es puesto a consideración de la carrera. Será elaborado por el coordinador del proceso según defina el comité de pares evaluadores, en relación con las características de la carrera y teniendo como orientación el que la visita del comité de pares evaluadores se enfoque en los siguientes elementos:

- a) Las políticas institucionales para la docencia y los resultados del proceso de formación, la gestión estratégica y los recursos institucionales, el aseguramiento interno de la calidad, y la vinculación con el medio, y cómo estas políticas tienen impacto en la unidad académica responsable de la carrera y en la propia carrera.
- b) Los propósitos de la unidad académica responsable de la carrera, cómo los define en relación con los propósitos institucionales y cómo adapta las políticas institucionales para sí misma y para la o las carreras.
- c) El diseño del perfil de egreso y del plan de estudios y los mecanismos que aseguran su revisión permanente.
- d) Los mecanismos de apoyo a los aprendizajes de los estudiantes.
- e) Los recursos físicos y educacionales disponibles.
- f) Las actividades de aprendizaje de los estudiantes y los mecanismos para demostrar los aprendizajes en los estudiantes y el logro de los atributos del graduado.
- g) El resultado del logro del perfil de egreso que incluye el resultado del diseño o desarrollo de soluciones para problemas complejos de ingeniería.
- h) El análisis del logro de las competencias profesionales en los graduados.

## Programa de visita tipo

El siguiente programa de visita considera una visita a una unidad académica con tres carreras en proceso con un plan común entre las tres carreras. Las carreras se dictan en una sede, en jornada diurna. En el caso de una visita a más de una sede, jornadas o modalidades, se harán los ajustes necesarios, que puede incluir aumentar el número de días de visita o el número de evaluadores.

Día 0	
20:00 hrs.	Reunión interna del Comité de Pares, previa al inicio de la visita

Día 1	
08:30 hrs.	Traslado del Comité de Pares a la Institución
9:00 – 9:30 hrs. Participa todo el comité	Reunión con autoridades institucionales. <i>(Para la revisión de las políticas institucionales sobre docencia y resultados del proceso de formación, recursos institucionales, aseguramiento interno de la calidad y vinculación con el medio que impacten directamente a la carrera).</i>
09:35 – 11:00 hrs. Participa todo el comité	Reunión con autoridades de la unidad que dicta las carreras y con encargados de diseño curricular <i>(Para la revisión de la definición de los propósitos de la unidad y su impacto en la gestión de las carreras). (Para la revisión del diseño del perfil de egreso y del plan de estudios en función de los objetivos educacionales. Para conocer los servicios de apoyo a los estudiantes).</i>
11:05 – 12:05 hrs. Participa todo el comité	Reunión con docentes/académicos de Plan Común. Los asistentes no deben tener cargos directivos.
12:10 – 13:10 hrs. Participa todo el comité	Reunión con estudiantes de Plan Común
13:15 – 15:00 hrs.	Almuerzo y reunión interna del Comité de Pares
15:15 – 16:30 hrs. Participa todo el comité	Recorrido por las instalaciones de asignaturas de Plan Común
16:35 – 18:45 hrs.	Reunión del Comité para revisión de antecedentes
19:00 – 20:00 hrs.	Reunión con empleadores de titulados, <b>sin vínculos contractuales con la Institución, si son egresados de la carrera que tengan más de 10 años de egreso.</b> Asistencia mínima de 5 empleadores que sean jefes directos de los titulados. <i>(Para la revisión del desempeño profesional de los titulados)</i>
20:05 hrs.	Traslado del comité a hotel.

Día 2 – cada comité por separado se reúne con los representantes de cada carrera repitiendo este programa por carrera	
08:30 hrs.	Traslado del Comité de Pares a la Institución.
09:00 – 10:00 hrs.	Reunión con autoridades de la carrera <i>(Para conocer en detalle los mecanismos de enseñanza aprendizaje)</i>

10:05 – 11:00 hrs.	Reunión con docentes de asignaturas específicas del plan de estudios para verificar mecanismos de logro de los resultados de aprendizaje <i>(Especialmente aquellos relacionados con las asignaturas en que se comprometen resultados para el diseño o desarrollo de soluciones de problemas complejos de ingeniería)</i>
11:05 – 11:45 hrs.	Reunión con alumnos representativos de cada cohorte y que incluya alumnos en vías de titulación. <i>(Para la revisión de las actividades de las asignaturas, así como de los servicios de apoyo a los estudiantes).</i>
11:50 – 12:50 hrs.	Recorrido por las instalaciones de especialidad <i>(Para conocer actividades de laboratorio específicas que respalden el aprendizaje de los estudiantes).</i>
13:00 – 14:45 hrs.	Almuerzo y reunión interna del comité.
15:00 – 16:00 hrs.	Reunión con estudiantes de asignaturas específicas del plan de estudios <i>(Para conversar acerca del diseño o soluciones de sus problemas complejos, aquellos que el evaluador solicitó mirar en detalle)</i>
16:05 – 17:30 hrs.	Otras reuniones para la revisión de las evidencias del logro de los aprendizajes de los estudiantes.
18:00 – 19:00 hrs.	Reunión con titulados de la carrera que representen distintas generaciones, <b>sin vínculos contractuales con la Institución</b> . Asistencia mínima de 10 titulados con 6 meses de experiencia laboral. <i>(Para la revisión del desempeño profesional de los titulados).</i>
20:05 hrs.	Término de las actividades del día 2. Retiro de los comités.

Día 3	
08:30 hrs.	Traslado del Comité de Pares a la Institución.
09:00 – 13:00 hrs.	Reunión interna de trabajo del Comité de Pares Evaluadores. Reunión conjunta del comité para analizar los resultados por unidad y por carrera
13:00 – 14:00 hrs.	Almuerzo del Comité.
14:15 – 14:30 hrs.	Socialización de hallazgos entre el Comité de Pares Evaluadores y las autoridades de la carrera.
14:35 hrs.	Término de la visita.

- Se solicita considerar oficina de trabajo para el Comité de Pares Evaluadores con computador e impresora y que sea adecuada para el trabajo a desempeñar durante el primer día con la información de la unidad a cargo de las actividades transversales a las carreras.
- Se solicita considerar una oficina de trabajo por cada comité, para las actividades del día 2, la que tendrá a disposición del comité la información requerida en los anexos obligatorios, para análisis detallado de cada comité.
- La carrera pondrá a disposición del comité una persona para apoyar la gestión administrativa y el cumplimiento riguroso del programa de la visita en la puntualidad de las reuniones.
- Cada comité por carrera será acompañado por un secretario de visita.

## 11. ANEXOS

### 11.1. Definición de Problema Complejo de Ingeniería

Son aquellos que no pueden ser resueltos sin un conocimiento profundo de ingeniería que considere las siguientes características, las que brindan una base fundamental, una aproximación analítica basada en principios fundamentales para ello:

- a) Conocimiento profundo basado en la teoría, de los fundamentos de la ingeniería necesarios en la disciplina.
- b) Conocimientos especializados de ingeniería que proporcionan los marcos teóricos y prácticos de la disciplina de ingeniería; muchos de los cuales están en la vanguardia de la disciplina.
- c) Conocimiento que soporte el diseño de ingeniería en un área específica (la práctica).
- d) Conocimiento de prácticas de ingeniería (tecnología) en las áreas de la práctica de la disciplina de ingeniería.
- e) Conocimientos selectos de la literatura de investigación sobre la disciplina.

Y tienen una o más de las siguientes características:

1. Involucra asuntos técnicos, de ingeniería y otros de gran alcance o en conflicto.
2. No tienen una solución obvia y requieren de pensamiento abstracto, originalidad en el análisis para formular modelos adecuados.
3. Involucran problemas poco frecuentes.
4. Están fuera de normas, estándares y códigos
5. Involucran varios grupos de interés con necesidades muy diversas (e incluso en conflicto).
6. Son problemas de alto nivel que incluyen muchos componentes o subproblemas.
7. Tienen consecuencias significativas en un rango amplio de contextos
8. Requiere juicio en la toma de decisiones

### 11.2. Definición de Actividades de Ingeniería

El proceso formativo podría considerar este tipo de actividades para fortalecer las competencias del titulado.

EA: Engineering Activities

Atributo	Definición
Preámbulo	<b>Actividades Complejas</b> quieren decir (en ingeniería) actividades o proyectos que poseen al menos una de las siguientes características:
Rango o gama de recursos	<b>EA1:</b> Consideran el uso de diversos recursos (y para este propósito los recursos incluyen gente, dinero, equipamiento, materiales, información y tecnologías).
Nivel de interacciones	<b>EA2:</b> Requieren la resolución de problemas importantes derivados de las interacciones entre cuestiones técnicas, de ingeniería o de otro tipo, de gran alcance o contradictorias.

Innovación	<b>EA3:</b> Consideran el uso creativo de los principios de la ingeniería y la investigación basada en el conocimiento de maneras novedosas.
Consecuencias para la sociedad y el medio ambiente	<b>EA4:</b> Tienen consecuencias significativas en una gama de contextos, caracterizado por su dificultad de predicción y mitigación.
Familiaridad	<b>EA5:</b> Pueden extenderse más allá de experiencias previas mediante la aplicación de acercamientos basados en principios.

### 11.3. Ejemplos de problemas complejos de ingeniería

#### EJEMPLO 1:

Examen del curso: **Transferencia de Calor**

**Carrera de Ingeniería Civil Mecánica**

El propósito de este examen es operacionalizar los conceptos a situaciones tecnológicas. El tema del examen es “Transferencia de calor en la industria del gas natural”.

1.-Transporte marítimo en contenedores esféricos (40%).

El gas natural (mayoritariamente metano) es un combustible producido principalmente en países del Asia Pacífico. Para su uso en Chile debe pasar por tres procesos: Licuefacción en origen, transporte marítimo y regasificación en destino. Como la licuefacción requiere llevar el gas desde temperaturas ambiente en estado gaseoso hasta  $-160^{\circ}\text{C}$  en estado líquido, con complejidad termodinámica considerable, dejamos de lado este proceso, focalizando en los otros dos.

Se realiza en barcos de 5 a 6 estanques, de 20000 m<sup>3</sup> cada uno. Los estanques son de aluminio ( $k=177 \text{ W/mK}$ ), de 4 cm de espesor, con una capa externa de aislante (perlita,  $k=0,046 \text{ W/mK}$ ) y otra capa más externa de aluminio (5 mm) para proteger la aislación. Tienen un flange ecuatorial que divide los dos hemisferios y sirve de soporte al tanque en la bodega. Durante el viaje el gas natural saturado a presión atmosférica se mantiene a  $-160^{\circ}\text{C}$ , gracias a i) una buena aislación del estanque y ii) una auto-refrigeración producida por la evaporación (boil—off) de una pequeña parte del gas. Este gas sirve de combustible para la propulsión del barco. La temperatura media del aire es de  $12^{\circ}\text{C}$ .

a) Se pide encontrar el espesor del aislante para permitir una evaporación de tan solo un 0,05% del contenido inicial de gas (en volumen) por día durante el viaje. Como primera aproximación considere como única resistencia térmica significativa la del aislante.

b) Con el espesor encontrado, evalúe la tasa de evaporación usando la formulación completa del problema: La temperatura del aire es de  $12^{\circ}\text{C}$  pero hay un coeficiente convectivo de  $20 \text{ W/m}^2\text{K}$  entre el aire y el estanque. Se considera una ganancia solar promedio de  $350 \text{ W/m}^2$ , que afecta a una proyección plana de la esfera (círculo). También existe una radiación desde toda la superficie del estanque hacia el espacio, cuya temperatura efectiva se estima en  $-10^{\circ}\text{C}$ . La emisividad de la cara externa del estanque es de 0,95.

## 2.-Regasificación en plantas ubicadas en Chile (60%).

La regasificación de gas natural tiene como parte central un estanque de almacenamiento y un vaporizador. En las plantas costeras se usa agua de mar como fluido caliente. El agua ingresa al evaporador a 18°C y debe devolverse al mar a no menos de 13°C por razones ambientales.

El equipo es el “Open Rack Vaporizer” (ORV) que se muestra esquemáticamente en la figura adjunta. Está compuesto de tubos verticales de aluminio. Por su interior sube el gas natural líquido, el que se evapora completamente y luego se calienta. Por el exterior de los tubos desciende agua de mar, disponible a 18°C. El gas natural ingresa a -160°C (estado saturado a 1 atm) y sale a 10°C, por lo tanto en la sección superior de los tubos se transfiere calor sensible.

Los tubos son de 1 pulgada de diámetro exterior (0,0254 m × 0,0221 m) y están dispuestos en arreglo cuadrado con 0,03175 m de separación. A diferencia de un intercambiador de carcasa y tubos, el flujo no es cruzado sino paralelo a los tubos con lo cual se debe definir un diámetro equivalente para aplicar las correlaciones de flujo turbulento. Se pide lo siguiente:

a) Primeramente fije la razón entre los caudales máxicos de agua y gas natural para cumplir con la meta de temperatura de salida del agua. Si se desea cumplir la meta de 13°C, el caudal de agua resultaría desmesuradamente grande. Se toma una temperatura de salida de agua de 5°C, contando con que el agua antes de devolverse al mar se llevará a 13°C mediante la combustión del boil-off del estanque de almacenamiento en tierra, en un cierto equipo que no se estudia en este control.

Ahora analice un tubo del ORV con un caudal de 250 kg/hr de gas natural.

b) Trace las curvas de temperatura de ambos fluidos a lo largo del tubo. Determine las diferencias medias logarítmicas de temperatura para los tramos de evaporación y calentamiento sensible, y los correspondientes calores a intercambiar.

c) Estime la longitud del tramo de tubo para calentamiento sensible del gas. Puede usar la ecuación de Dittus-Boelter para estimar los coeficientes convectivos en ambos lados.

d) Estime la longitud del tramo de evaporación, considerando una forma simplificada de la ecuación de Gungor-Winterton, solo con el término de evaporación convectiva. Este es:

Coefficiente convectivo bifásico:

El parámetro de flujo bifásico, X (también en versión simplificada):

Propiedades Metano	Líquido	Vapor	unidades
Densidad	422,119	1,865	kg/ m <sup>3</sup>
Entalpías de saturación	287	797,7	kJ/kg
Calores específicos	3497	2235	J/kg K
Viscosidad	4,46×10 <sup>-6</sup>	5,0×10 <sup>-6</sup>	kg/m s
Conductividad térmica	0,26	0,013	W/m K

Propiedad	líquido	unidades
Densidad	1000	m <sup>3</sup> /kg
Calor específico	4194	J/kg K
Viscosidad	1,3×10 <sup>-3</sup>	kg/m s
Conductividad térmica	0,587	W/m K

## **EJEMPLO 2:**

Proyecto del curso **Ingeniería en Termofluidos**

**Carrera de Ingeniería Civil Mecánica**

Se ejecutará el proyecto durante el semestre.

Los alumnos forman grupos de a 3. Tienen supervisión continua, con presentaciones semanales.

### **Proyecto: Aproximación conceptual a la introducción de potencia de origen nuclear en Chile**

El campo energético nacional en la primera mitad del siglo XXI estará cada vez más tensionado por la creciente demanda de energía (si se considera que la electro movilidad hará depender el transporte cada vez más de centrales fijas).

En los últimos años se observa una fuerte incorporación de las energías renovables no convencionales (solar, eólica y geotérmica principalmente), la posible disminución de recursos hídricos para la generación hidroeléctrica, la resistencia del carbón a desaparecer, con nuevos proyectos que comprometen zonas hasta ahora inexploradas, la importancia cada vez mayor del gas natural, para cuya distribución y uso el país ha realizado ingentes inversiones, entre otros factores relacionados.

Considerando que la generación en base a carbón deberá ir desapareciendo, se puede visualizar la energía nuclear como una de las alternativas para un sistema eléctrico completamente conectado a nivel de país. (Se debe considerar por supuesto, que la generación a pequeña escala con ERNC y al margen de las redes nacionales seguirá siendo la mejor alternativa para poblaciones pequeñas y aisladas).

Algunos estudios académicos (tesis universitarias) se han desarrollado en Chile sobre energía nuclear, pero tienen una antigüedad de 10 años, esto es, antes del surgimiento masivo de las ERNC en el país. Esto cambia la situación en favor de energías más variables en el tiempo, que requieran la disponibilidad de algunas centrales de menor intermitencia.

Sin embargo, la baja disponibilidad de terrenos planos y con baja pendiente en las regiones de Copiapó y Coquimbo unidas a la enorme superficie requerida por las centrales solares y la baja disponibilidad de agua hacen también considerar como una alternativa la energía nuclear.

Se plantea realizar el proyecto de una central nuclear que se agregue al sistema interconectado, de una capacidad que sea una adición significativa al sistema energético nacional. Se intenta conocer las ventajas e inconvenientes de este tipo de generación en un país como Chile en base a un estudio ingenieril riguroso.

Se sabe que el proyecto de una central nuclear tiene gran importancia los fenómenos de transferencia de calor, en un sistema de flujo impuesto como es el reactor de fisión nuclear. De la capacidad de extraer el calor generado por la fisión depende la seguridad de la central. Este es el principal motivo por el cual se estudia este problema en este curso.

De particular importancia es abordar temas como (lista no exhaustiva):

- a) Aspectos diplomáticos, políticos, compromisos, tratados internacionales
- b) Escala de producción de energía apropiada en MW (e)
- c) Elección del concepto de reactor y planta
- d) Flujo de residuos y su disposición
- e) Impacto ambiental
- f) Ubicación de la central (sismicidad, densidad de población, inserción de la planta en alguna región)
- g) Diseño termo hidráulico de la instalación
- h) Especificación de sistemas de seguridad.
- i) Operación y calificación del personal
- j) Vida útil y desmantelamiento

### Algunas nociones básicas

La ingeniería de reactores nucleares es multidisciplinaria. Físicos nucleares, ingenieros estructurales, ambientalistas etc., trabajan en el tema además de los ingenieros de termofluidos. Nos centramos en reactores de agua liviana que usan el sistema agua-vapor como fluido de trabajo (otros son: gases o metales líquidos).

La fuente energética de un reactor nuclear es el proceso de fisión en los elementos combustibles.

### Ciclos de potencia

En el núcleo del reactor circula un refrigerante primario para extraer energía. Según el diseño del reactor, la turbina será energizada por el fluido primario o por un fluido secundario que recibe energía del primario.

Ejemplo del primer caso es el reactor de agua en ebullición (BWR), que usa el ciclo de potencia de Rankine.

En el reactor de agua presurizada (PWR) el refrigerante primario se mantiene en estado de líquido subenfriado. La turbina es energizada por vapor (fluido secundario) formado por intercambio de calor desde el refrigerante primario.

Datos de algunas plantas que usan el sistema agua/vapor:

(Tener en cuenta los datos críticos del agua,  $p=22,12$  Mpa,  $T=374,15^{\circ}\text{C}$ ).

	BWR	PWR
Constructor	General Electric	Westinghouse
N° de sistemas refr.	1	2
Potencia total, MWth	3759	3411
Potencia neta, MWe	1178	1148
N° circuitos primarios	2	4
N° generadores de vapor	-	4 (tipo tubo U)
Refrig. Primario (agua):		
Presión (Mpa)	7,17	15,5
T entrada °C	278	286
T salida °C	288	324

Refr. Secundario (agua):

Presión (Mpa) :	-	5,7
Tentrada °C	-	224
T salida °C	-	273

### EJEMPLO 3: INGENIERÍA CIVIL QUÍMICA

#### Asignatura Transferencia de Calor

Se necesita un intercambiador de calor para enfriar 22.000 kg/h de una mezcla de hidrocarburos, desde 80°C a 35°C. Para ello se dispone de agua a 25°C que, como máximo, puede calentarse hasta 50°C. La mezcla de hidrocarburos va a ser circulada por los tubos. Se emplearán tubos de Cu ¾" BWG 16, de 16 pies de largo, en disposición alternada (o triangular) con 'pitch' de 1".

- Puede suponerse que los coeficientes de transferencia de calor tienen valores de 4.500 W/m<sup>2</sup> K por el lado de la mezcla de hidrocarburos y de 6.500 W/m<sup>2</sup> K por el lado del agua. Considere resistencias por incrustaciones de 4x10<sup>-5</sup> m<sup>2</sup> K/W y de 2x10<sup>-5</sup> m<sup>2</sup> K/W para el lado de los tubos y para el lado de la carcasa, respectivamente.
  - a) Para un intercambiador de haz tubular 1-2 (1 pasada por la carcasa y 2 pasadas por los tubos) determine una temperatura de salida del agua que asegure que el factor de corrección de la diferencia de temperaturas sea mayor o igual a 0,8
  - b) Para la temperatura determinada en la parte a), calcule el número de tubos por paso, en el intercambiador, para una velocidad deseable de la mezcla de hidrocarburos igual a 1,8 m/s.
  - c) Considerando los resultados de las partes a) y b), seleccione un tamaño apropiado de carcasa y el tipo de intercambiador 1-2. Su elección, debe ser tal que la velocidad en los tubos no tenga una desviación mayor que 20% con respecto al valor deseable.

NOTA: Como es bien sabido, la selección de tamaños y configuraciones de carcasas puede llevar a muchos, pocos o ningún resultado que cumpla con los requerimientos exigidos. Por ello, se bonificará el puntaje si Ud. intenta una o más conclusiones y recomendaciones con respecto a la selección, ya sea sugiriendo modificaciones en los requerimientos o bien en configuraciones distintas de las carcasas consideradas en este problema. Para este efecto, sólo comente o sugiera, pero no realice cálculos nuevos.

## EJEMPLO 4: INGENIERÍA CIVIL ELÉCTRICA

**Nombre del proyecto: Ballbot.**

**Definición:** Un Ballbot es un robot autónomo diseñado para estabilizarse sobre una esfera teniendo solo un punto de contacto con el suelo. Por esto, un ballbot es extremadamente ágil siendo capaz de moverse en todas las direcciones del plano. El Ballbot es un diseño versátil y es útil como superficie de trabajo o apoyo, para portar cargas e incluso para el transporte de personas.

El proyecto consiste en la construcción de un Ballbot autónomo capaz de mantenerse estable verticalmente sobre un punto fijo. Se evaluará el desempeño ante perturbaciones que simulen un suave impacto lateral y un aumento de peso en la superficie superior.

### Especificaciones:

- Está prohibida la compra de kits DIY.
- La elección de estructura es libre y debe ser fabricada por los alumnos.
- El robot debe ser alimentado por baterías.
- El robot debe contar con una superficie superior lisa de al menos 20cm de diámetro en la que debe aceptar cargas de por lo menos 1kg.
- Está permitida la compra de motores y la electrónica de control de ellos.
- Todo el procesamiento debe realizarse a bordo del robot.

## 11.4. Perfil de competencias profesionales

La carrera ha incorporado los Atributos del Graduado en el proceso formativo. Un ingeniero que se forma con base en los lineamientos de las páginas anteriores, tendrá un desempeño profesional similar al que se detalla a continuación. La carrera podrá utilizar estas orientaciones como apoyo para verificar sus propios resultados incorporando consultas sistemáticas a titulados<sup>13</sup>, acerca de la presencia de estas características en su desempeño profesional:

Característica	Definición: Ingeniero/a Profesional
<b>Comprender y aplicar conocimientos universales:</b> amplitud y profundidad de la educación y tipo de conocimiento.	<b>EC1:</b> Comprender y aplicar el conocimiento avanzado de los principios ampliamente utilizados que sustentan las buenas prácticas.
<b>Comprender y aplicar conocimiento local:</b> tipo de conocimiento local.	<b>EC2:</b> Comprender y aplicar el conocimiento avanzado de los principios ampliamente utilizados que sustentan las buenas prácticas específicas de la jurisdicción en la que ejerce.

<sup>13</sup> Criterio N° 11: Efectividad y Resultados del Proceso Formativo

<b>Análisis de problemas:</b> Complejidad del análisis.	<b>EC3:</b> Definir, investigar y analizar problemas complejos.
<b>Diseño y desarrollo de soluciones:</b> naturaleza del problema y singularidad de la solución.	<b>EC4:</b> Diseñar o desarrollar soluciones a problemas complejos.
<b>Evaluación:</b> tipo de actividad.	<b>EC5:</b> Evaluar los resultados y los impactos de las actividades complejas.
<b>Protección de la sociedad:</b> tipos de actividad y responsabilidad ante el público.	<b>EC6:</b> Reconocer los efectos sociales, culturales y ambientales razonablemente previsibles de las actividades complejas en general, y tener en cuenta la necesidad de sostenibilidad; reconocer que la protección de la sociedad es la máxima prioridad.
<b>Legal y regulatorio:</b>	<b>EC7:</b> Cumplir con todos los requisitos legales y reglamentarios y proteger la salud y seguridad pública en el curso de sus actividades.
<b>Ética:</b>	<b>EC8:</b> Llevar a cabo éticamente sus actividades.
<b>Administrar actividades de ingeniería:</b> tipos de actividad.	<b>EC9:</b> Administrar parte o la totalidad de una o más actividades complejas.
<b>Comunicación:</b>	<b>EC10:</b> Comunicarse claramente con otros en el desarrollo de sus actividades.
<b>Aprendizaje permanente:</b> preparación y profundidad del aprendizaje continuo.	<b>EC11:</b> Empezar actividades para su desarrollo profesional continuo, lo suficiente para mantener y ampliar su competencia profesional.
<b>Juicio:</b> nivel de conocimiento desarrollado, capacidad y juicio en relación con el tipo de actividad.	<b>EC12:</b> Reconocer la complejidad y evaluar las alternativas a la luz de los requisitos competitivos y el conocimiento incompleto. Ejercer un buen juicio en el curso de sus actividades complejas.
<b>Responsabilidad por las decisiones:</b> tipo de actividad para la que se toma responsabilidad.	<b>EC13:</b> Ser responsable de tomar decisiones sobre parte o la totalidad de las actividades complejas.

## 11.5. Contenidos temáticos mínimos para la formación en ingeniería

Los contenidos temáticos mínimos no pretenden definir un perfil único para cada una de las ingenierías, sino señalar cuáles son los conocimientos comunes de las ciencias básicas que deben compartir todas ellas, así como los indispensables que el campo profesional de cada una de ellas requieren respetando de esta manera las distintas orientaciones que las instituciones quieran dar a las carreras de ingeniería que impartan. A continuación, se presenta un desglose de estos contenidos.

La ingeniería es una actividad que es esencial para satisfacer las necesidades de las personas, el desarrollo económico y la prestación de servicios a la sociedad. La ingeniería implica el uso intencionado de las matemáticas y las ciencias naturales, y de un cuerpo de conocimientos de la ingeniería, de las tecnologías y de las técnicas de ingeniería. La ingeniería busca producir soluciones

cuyos efectos se prevén en contextos a menudo inciertos. Si bien trae beneficios, la actividad de ingeniería tiene potenciales efectos adversos. En consecuencia, la ingeniería debe llevarse a cabo de manera responsable y ética, utilizando los recursos disponibles de manera eficiente. Además, debe ser económica, debe salvaguardar la salud y la seguridad, ser ecológica y sostenible y, generalmente debe gestionar los riesgos a lo largo del ciclo de vida de un sistema.

Los atributos del graduado son resultados evaluables, para dar fe de que los objetivos educacionales de los programas se están alcanzando.

La calidad de un programa depende no sólo de los objetivos declarados y los atributos evaluados, sino también del diseño, los recursos comprometidos, los procesos de enseñanza y aprendizaje del programa, y la evaluación de los estudiantes, incluyendo la confirmación de que los atributos del graduado son logrados. En consecuencia, el Acuerdo de Washington basa la determinación de la equivalencia sustancial de los programas acreditados por los signatarios, en los atributos del graduado y en las mejores prácticas de acreditación de las que dan cuenta las agencias acreditadoras miembros signatarios.

Finalmente, un ingeniero que se forma con base a los 12 atributos AW<sup>14</sup> que se enumeran, capaz de diseñar soluciones para problemas complejos con base en el desarrollo de actividades de ingeniería que involucren algunos o todos los aspectos que aquí se detallan; y todo este proceso formativo se asegura con una sólida base de conocimientos, tal como se explicitan; tendrá un desempeño profesional mínimo similar al que se detalla en este documento como Perfil de Competencias Profesionales. Este perfil puede servir de parámetro de comparación, de verificación del desempeño mínimo esperado en los titulados de las ingenierías chilenas.

### **La formación del Ingeniero Civil y sus especialidades**

El Colegio de Ingenieros de Chile A.G. ha definido un marco base el que comprende las habilidades, conocimientos y competencias que son propias del ingeniero civil y sus especialidades para el desempeño profesional y, pensando en un perfil profesional que asegure lo anterior, es que propone la siguiente guía para las instituciones de educación superior que imparten carreras de ingeniería civil y sus especialidades.

---

<sup>14</sup> Las siglas hacen referencia al Acuerdo de Washington, para diferenciar las definiciones del Acuerdo de Sidney, AS; y del Acuerdo de Dublín, AD.

**PROPUESTA DEL COLEGIO DE INGENIEROS DE CHILE A.G.**

ESTRUCTURA MALLA CURRICULAR DE PREGRADO DE 5,5 AÑOS – HABILITANTE PARA EL EJERCICIO PROFESIONAL DE LAS INGENIERÍAS CIVILES Y SUS ESPECIALIDADES. Considera las orientaciones DEL MARCO NACIONAL DE CUALIFICACIONES en proceso de formalización

Área de Formación Científica								Área de Formación Profesional		
Programa de la Licenciatura de la Especialidad								Programa de especialidad		
(240 SCT; Horas de carga de estudio = 5600 a 6400; mínimo 40 asignaturas)								(60 SCT; Horas = 1400 a 1600)		
Semestre 1	Semestre 2	Semestre 3	Semestre 4	Semestre 5	Semestre 6	Semestre 7	Semestre 8	Semestre 9	Semestre 10	Semestre 11
Asignaturas de Ciencias Básicas (12)										Trabajo de Titulación
Ciencias Transversales de las Ingenierías (8)										
				Ciencias Fundamentales de la Especialidad (8)						
				Gestión de Proyectos (4)						
Asignaturas de Formación General (8)										

60 SCT = Carga anual de estudios a jornada completa que incluye tiempo en aula y estudio personal

Semestres académicos de 700 a 800 horas de carga de estudios

Alta especialización en postgrado

## Asignaturas propuestas:

Área de Formación Científica				Área de Formación Profesional	
Ciencias Básicas	Ciencias Transversales de las Ingenierías	Gestión de Proyectos	Asignaturas de Formación General	Ciencias Fundamentales de la Especialidad	Ingeniería Aplicada de la Especialidad
1.- Introducción a la Matemática Superior	1.- Ciencia de los Materiales	1.- Planificación y Dirección de proyectos	1.- Inglés (4 niveles)		1.- Electivo Especialidad
2.- Cálculo Diferencial	2.- Diseño Asistido por Computador	2.- Evaluación de proyectos	2.- Expresión Oral y Escrita		2.- Electivo Especialidad
3.- Cálculo Integral	3.- Ingeniería Económica y Financiera	3.- Gestión Ambiental	3.- Derecho Laboral		3.- Formulación Proyecto de Titulación
4.- Cálculo Multivariable	4.- Mecánica de Sólidos	4.- Organización de Empresas	4.- Ética		4.- Proyecto de Titulación
5.- Ecuaciones Diferenciales	5.- Taller de herramientas computacionales		5.- Innovación y Emprendimiento		
7.- Probabilidad y Estadística	6.- Modelamiento y Experimentación		Otras		
8.- Introducción a la Física	7.- Programación Informática				
9.- Mecánica I y II	8.- Termodinámica				
10.- Electricidad y magnetismo	9.- Investigación de Operaciones con Programación Lineal y Dinámica				
11.- Ondas y Física Moderna					
12.- Química General					

### Ciencias Básicas.

Los programas de estudios de ingeniería, cualquiera sea su especialidad o mención, deben desarrollar en el graduado conocimientos y comprensión de las ciencias 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.
- Proporcionar la preparación suficiente para actualizar y profundizar sus conocimientos.

**Ciencias Transversales de las Ingenierías.**

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 en la especialidad que corresponda.

Específicamente, 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, dependiendo de la especialidad.

**Ingeniería Aplicada de la Especialidad.**

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.

**Gestión de Proyectos.**

Conjunto de conocimientos y habilidades de las disciplinas económicas y administrativas para comprender el impacto del entorno económico en los proyectos de ingeniería y planificar, gestionar, administrar y controlar proyectos y procesos, así como evaluar e interpretar los resultados. Aplicado a la Ingeniería, es poder reconocer objetivos, coordinar el uso y administración de recursos de la maneras más eficaz y eficiente posible, aumentando así la productividad para poder garantizar el cumplimiento de este objetivo.

**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.

**Asignaturas de formación general.**

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.