



LINEAMIENTOS EDUCATIVOS DE LA CARRERA DE ACTUARÍA

**Comisión Técnica Consultiva de Actuaría de la Dirección
General de Profesiones, Secretaría de Educación Pública**

Colegio Nacional de Actuarios

CONTENIDO

I. CONSIDERACIONES GENERALES PARA LA IMPLANTACIÓN DE LA CARRERA DE ACTUARÍA.....	2
1. Introducción	2
2. Aspectos a considerar para el diseño curricular del plan de estudios	6
2.1 Etapas del proceso	6
2.2 Procedimiento sugerido para la elaboración del plan de estudios.....	7
2.2.1 Lineamientos internacionales.....	7
2.2.2 La certificación del Colegio Nacional de Actuarios (CONAC).....	9
2.2.3 Áreas de la Actuaría en México	9
2.2.4 Otras consideraciones.....	10
2.2.5 Sesiones de análisis	11
3. Fundamentación Académica y Profesional	12
3.1. Factibilidad para la implantación de la licenciatura.....	12
3.2 Contexto Socioeconómico.....	12
3.2.1 Áreas de Trabajo Actual y Potencial de los Egresados	13
3.2.2 Demanda estimada de egresados.....	14
3.3. Estado actual de la docencia y la investigación de la disciplina en el país	16
3.4 Análisis de planes de estudios de Universidades que imparten la carrera	17
3.5 Resumen de temas que debe abordar un plan de estudios de Actuaría	18
4. Consideraciones Finales.....	20
4.1. Objetivos y perfiles	20
4.1.1 Perfil de Ingreso	20
4.1.2 Perfil de Egreso sugerido	20
4.1.3 Perfil Profesional sugerido	22
4.2. Otros aspectos a tomar en cuenta	23
Bibliografía.....	24
Anexo. Temas generales abordados en un plan de estudios de Actuaría.....	25
II. INTERPRETACIÓN DEL PROGRAMA DE ESTUDIOS DE LA ASOCIACIÓN INTERNACIONAL DE ACTUARIOS (SYLLABUS DE LA AIA).....	26
0. Matemáticas Superiores	26
1. Matemáticas Financieras	26
2. Probabilidad y Estadística Matemática	33
3. Economía.....	41
4. Contabilidad	46
5. Modelación.....	50
6. Métodos estadísticos	55
7. Matemáticas Actuariales	63
8. Análisis de Inversiones y Activos	75
9. Administración Actuarial del Riesgo	83
10. Profesionalismo.....	90

I. CONSIDERACIONES GENERALES PARA LA IMPLANTACIÓN DE LA CARRERA DE ACTUARÍA

María de los Ángeles Yáñez Acosta

Presidenta del Consejo Directivo del Colegio Nacional de Actuarios

Jaime Vázquez Alamilla¹

Presidente del Comité de Asuntos Académicos del Colegio Nacional de Actuarios

1. Introducción

La carrera de Actuaría tuvo sus orígenes en la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) hace casi 64 años como respuesta a las necesidades que el desarrollo del país dictaba para el ámbito de los seguros.

En 1969 se funda la carrera de Actuaría en la Universidad Anáhuac con estudios incorporados a la UNAM. En 1975 se adopta la carrera en la Escuela Nacional de Estudios Profesionales Acatlán de la Universidad Nacional y ocho años más tarde, el Instituto Tecnológico Autónomo de México y la Universidad Anáhuac del Sur abren sus puertas a la carrera. Cabe señalar que la Universidad de la Américas Puebla fue la primera en implementar un programa de Actuaría fuera de la zona metropolitana. Actualmente, la licenciatura en Actuaría es también impartida en la Universidad Autónoma de Guadalajara, en la Universidad Autónoma del Estado de México, en la Universidad Autónoma de Yucatán, en la Universidad Marista, en la Universidad Tecnológica Americana, en la Universidad La Salle, en la Universidad Autónoma de Nuevo León y en la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

A través del tiempo cada escuela ha modificado sus planes de estudio, dándoles un enfoque muy particular, en la mayoría de los casos asociado con las características particulares de la Universidad donde se imparte, pero preservando una serie de lineamientos básicos.

¹ Facultad de Ciencias, UNAM.

Aunque el nacimiento de la Actuaría en México está ligado con los sistemas financieros de protección, como es el caso de los seguros, la evolución de la profesión en nuestro país ha permitido que los actuarios incursionen en distintas áreas poco tradicionales en otras partes del mundo. Así, la Actuaría mexicana es una carrera con carácter polifacético, cuyos campos de actividad son amplios y variados. Ejemplos de las diversas áreas de trabajo donde se desempeñan los actuarios mexicanos son: finanzas, administración de riesgos, seguridad social, estadística, demografía, pensiones, seguros y fianzas, entre otras. Incluso, durante muchos años, los actuarios cubrieron áreas de informática en compañías que requerían especialistas en computación.

En los últimos años, como resultado de los tratados comerciales, la profesión actuarial se ha visto inmersa en una serie de cambios. En Junio de 1994 se solicitó la incorporación de la Actuaría en el capítulo XVI del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), solicitud que fue presentada por las organizaciones actuariales que representaron a los actuarios de cada uno de los tres países en el Working Agreement Task Force (WATF) en 1993: el Canadian Institute of Actuaries (CIA) por parte de Canadá, la American Academy of Actuaries (AAA) por parte de los Estados Unidos y el Colegio Nacional de Actuarios (CONAC) por parte de México.

A partir de entonces la profesión ha entrado en un proceso de globalización, estableciéndose una estrecha colaboración entre las organizaciones actuariales de los tres países que conforman el TLCAN, con la finalidad de lograr criterios uniformes y sinergias que permitan a los actuarios de estas naciones desarrollarse en cualquiera de las mismas.

A la fecha el CONAC participa en el grupo de trabajo, integrado por los presidentes y presidentes electos de las asociaciones actuariales de los tres países, denominado NAAC (North American Actuarial Council), el cual se reúne dos veces al año.

Por otra parte, en 1998 se creó la nueva estructura de la Asociación Internacional de Actuarios (AIA), que agrupa a las asociaciones de actuarios de distintos países. Uno de los acuerdos de la AIA se refiere al cumplimiento de un programa educativo común (syllabus²) para la formación de actuarios en todos los países cuyas organizaciones sean miembros. Se fijó como fecha límite para que se cumpliera el syllabus al 100%, el año 2005. Posteriormente, se revisó este programa educativo dando origen al Syllabus 2007, el cual se esperaba que cumplieran las universidades para el año 2010. El CONAC, como miembro de la AIA, debe observar este requerimiento que le permite a sus miembros ser reconocidos como "Fully Qualified Actuaries" a nivel mundial.

La Comisión Técnica Consultiva de Actuaría, formada por representantes de las distintas universidades que imparten la carrera de actuaría, el CONAC, la AMA, la AMAC, la SEP, El Colegio de México, el Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), y el Banco de México, entre otros, ha venido realizando trabajos que incluyen la adecuación de los planes y programas de estudio a los estándares mencionados anteriormente.

Adicionalmente, en el año 2002, las reformas a la Ley General de Instituciones y Sociedades Mutualistas de Seguros, demandó la creación de una certificación actuarial, a ser otorgada por el Colegio de la Profesión, necesaria para que un actuario realice trabajo especializado en el campo de seguros. Como consecuencia de lo anterior, el CONAC, junto con la Asociación Mexicana de Actuarios (AMA) y la Asociación Mexicana de Actuarios Consultores (AMAC), estableció un proceso de certificación para los profesionales de la Actuaría que se desarrollan en áreas de seguros, fianzas y planes de beneficios.

Para acceder a esta certificación es necesario ser miembro del CONAC y para ello, conforme a sus estatutos, es indispensable ser egresado de una Universidad

²Programa educativo de la Asociación Internacional de Actuarios.

reconocida por el CONAC o, en su defecto, acreditar los conocimientos correspondientes³.

Conscientes de que contar con una certificación profesional protege y fomenta el campo de trabajo del actuario, en un futuro cercano, el CONAC estará también otorgando una certificación en Administración de Riesgos Empresariales y probablemente, en función de la evolución de las nuevas secciones profesionales, creadas en el año 2009, en el largo plazo se otorgarán otras certificaciones.

Cabe mencionar que el CONAC, contando siempre con la participación de los representantes de las universidades que imparten la carrera, ha realizado varios esfuerzos buscando apoyar a esas instituciones en alinear sus programas al syllabus de la AIA. Entre estos esfuerzos, está la integración del *Grupo de Seguimiento del Syllabus*, cuya función es proporcionar una interpretación del contenido y establecer lineamientos y parámetros para la evaluación de su cumplimiento.

El Consejo Directivo del CONAC considera que para el fortalecimiento del gremio actuarial se requiere formar a los futuros actuarios bajo los mejores estándares educativos, por lo que se considera indispensable que el plan de estudios para la implantación de una carrera de Actuaría, cumpla con los requerimientos educativos mínimos establecidos por la Asociación Internacional de Actuarios, analizados y complementados con la experiencia del gremio actuarial mexicano. Lo anterior garantizará que los egresados puedan, después de cumplir el tiempo de práctica profesional necesario, presentar los exámenes de certificación del CONAC

³ **Artículo 7.** Para formar parte de la Asociación, se requiere:

II. Haber obtenido la licenciatura en Actuaría, de acuerdo a lo prescrito por el artículo 25 de la Ley Reglamentaria del Artículo 5º Constitucional y ser egresado de una Institución de Educación Superior que cumpla con las políticas, lineamientos y programas educativos que para tal efecto establezca y publique el Consejo Directivo, o en su defecto, acreditar mediante exámenes las materias y temas no cursados, conforme al reglamento respectivo. A los actuarios que hayan ingresado a su institución educativa antes del mes de agosto de 2005, solamente se les requerirá título y cédula profesional.

Este documento es una guía para aquellas instituciones interesadas impartir la carrera de Actuaría, a fin de que el diseño de su plan de estudios cumpla de origen con los lineamientos internacionales. Asimismo es también una invitación a dichas universidades a apoyarse en el CONAC para lograr dicho objetivo.

El documento está organizado en dos secciones, en la primera se da una guía para la elaboración de un plan de estudios de actuaría, tomando en cuenta diferentes aspectos relacionados con la carrera.

En la segunda parte se presenta la interpretación que del Syllabus de la AIA, hicieron académicos y practicantes de la Actuaría en México a través del llamado Grupo de Seguimiento para el Cumplimiento del Syllabus.

2. Aspectos a considerar para el diseño curricular del plan de estudios

2.1 Etapas del proceso

Para la elaboración del plan de estudios se sugieren las etapas que a continuación se explican.

- **Establecimiento de ejes de análisis**

En esta primera etapa se definen los objetivos generales, a saber:

- I. Revisar las recomendaciones internacionales del *Syllabus* de la Asociación Internacional de Actuarios (AIA) con relación a la carrera de Actuaría.
- II. Revisar los tópicos de certificación profesional del Colegio Nacional de Actuarios (CONAC).
- III. Analizar el avance de las áreas tradicionales y emergentes de la actuaría mexicana.
- IV. Proponer el mapa curricular.
- V. Proponer el contenido de cada una de las asignaturas en el plan.
- VI. Revisar las condiciones de operación del plan.

- **Diagnóstico**

Luego de haber establecido los ejes de análisis, marco de construcción del trabajo de implantación del plan de estudios, se deben analizar los datos proporcionados en cada eje, emanando propuestas que ayudarán a tener un plan acorde a los lineamientos internacionales y nacionales.

- **Ejecución**

Previamente debe constituirse una comisión de *académicos y profesionales de la Actuaría* que elaborarán la propuesta y seguirán los procedimientos que dicte la institución en la cual se pretende implantar la carrera de Actuaría.

2.2 Procedimiento sugerido para la elaboración del plan de estudios

Para cumplir con los ejes de análisis que darán orden y secuencia a la elaboración del plan de estudios, se deben realizar varias actividades considerando los siguientes puntos:

2.2.1 Lineamientos internacionales

Se estableció que, a partir del año 2005, la Asociación Internacional de Actuarios (AIA), organismo que agrupa al 95% de los actuarios del mundo, sólo concedería la calidad de miembro acreditado con todos los derechos (full-member) a las asociaciones y organizaciones profesionales de actuarios cuyos miembros cumplieran con lo establecido en los Lineamientos Educativos y el Syllabus Internacional que fue aprobado por el Consejo de la AIA en la reunión celebrada en Birmingham, Inglaterra en 1998, política que fue ratificada en las reuniones celebradas en Berlín (2003) y Estocolmo (2004).

Con objeto de mantener su calidad de miembro acreditado del máximo organismo actuarial a nivel internacional, en representación de los actuarios mexicanos, el CONAC sólo reconocerá como asociados con todos los derechos y posibilidad de acreditación internacional (miembros acreditados), a los actuarios titulados que egresen de instituciones

de educación superior cuyos planes y programas académicos se ajusten, a partir del año 2005, a lo establecido en el Syllabus de la AIA.

Para cumplir este objetivo deben tomarse en cuenta los documentos que la Asociación Internacional de Actuarios (AIA) emite como recomendación en cuanto al material necesario que todo actuario debe conocer.

De acuerdo con la AIA, los programas de estudio de las escuelas que imparten la carrera de Actuaría⁴ deben cubrir 10 temas generales en varias asignaturas del plan curricular, sin importar el orden ni la denominación de las mismas.

A continuación se presentan los 10 temas generales del *Syllabus* de la AIA:

- 1. Matemáticas financieras**
- 2. Probabilidad y estadística matemática**
- 3. Economía**
- 4. Contabilidad**
- 5. Modelación**
- 6. Métodos estadísticos**
- 7. Matemáticas actuariales**
- 8. Análisis de inversiones y activos**
- 9. Administración actuarial del riesgo**
- 10. Profesionalismo**

En la segunda parte de este documento se presentan los temas desglosados de la última versión del Syllabus de la AIA y la interpretación que de estos temas hicieron académicos y practicantes de la Actuaría.

Cabe mencionar que estos lineamientos deben ser cubiertos con diferente nivel de profundidad aún dentro de sus contenidos particulares. Para la AIA los niveles de cumplimiento pueden ser **1** (básico), **2**(intermedio) **3**(avanzado)⁵. Este documento no

⁴ O de las Asociaciones Actuariales que otorgan diversos grados profesionales.

⁵ **La AIA establece las siguientes definiciones para los diferentes niveles:**

0 - Not covered at all.

1 - An introduction to the topics, so the student has a superficial knowledge of the subject.

2 - The student has a good knowledge of the subject as defined in the syllabus and an understanding of how the subject is used in problem solving so that the student is able to solve well-defined problems as needed by actuaries.

3 - The student has a deep knowledge of the subject and is able to solve complex problems using judgement.

es limitativo simplemente es una guía y se espera que cada universidad pueda elegir, en función del perfil de profesionales que pretende formar, el nivel adecuado. El mínimo recomendado es el nivel (2). En general, el programa de estudios tiene una duración entre 8 y 9 semestres; por lo cual es muy importante que durante el diseño del plan se precise el nivel de profundidad de los temas a fin de que se cumpla el programa en el plazo establecido; como guía, en cada uno de los temas se recomienda un número de materias para cubrirlos a partir del cual se puede determinar de manera adecuada el nivel de profundidad para no exceder el número de semestres

2.2.2 La certificación del Colegio Nacional de Actuarios (CONAC)

El plan de estudios de una institución que imparta la carrera de Actuaría debe cubrir una serie de temas básicos que le permitan a sus egresados, una vez incorporados al mercado laboral y habiendo cumplido el tiempo mínimo de práctica profesional, tener las herramientas para preparar el examen de certificación del Colegio Nacional de Actuarios.

La certificación del CONAC se ofrece, para la elaboración de notas técnicas, valuación de reservas y auditoría, en los siguientes ramos:

- Vida
- Accidentes, enfermedades y salud
- Daños
- Fianzas
- Pensiones (rentas vitalicias)
- Pasivos laborales

2.2.3 Áreas de la Actuaría en México

En México, quizá más que en ninguna otra nación del mundo, el carácter polifacético de la actuaría se ha manifestado con una mayor fuerza: el actuario mexicano ha

⁶ Secretaría de Educación Pública, 2001. Progresión XX-XXI de las profesiones, fascículo 10: "Actuaría", México, Dirección General de Profesiones.

encontrado áreas de aplicación para su conocimiento profesional que sólo años más tarde han sido reconocidas como tales en otras naciones. Este peculiar fenómeno obedece al hecho de que, en tiempos de la fundación de la carrera de Actuaría en nuestro país era notable la ausencia de profesionales en áreas como la estadística, la demografía, la computación y la investigación de operaciones, campos del conocimiento en los que el actuario podía, gracias a su formación, profundizar mediante el complemento de estudios especializados. Aún en nuestros días, los actuarios han probado su capacidad para incursionar en estas y otras áreas, siempre que para ello realicen los estudios de posgrado y especialización que resulten pertinentes.

Debido a lo anterior, se recomienda que las siguientes áreas sean abordadas⁷:

- **Seguros (vida; accidentes, enfermedades y salud; daños)**
- **Seguridad Social**
- **Pensiones**
- **Finanzas**
- **Estadística**
- **Demografía**
- **Fianzas**
- **Administración de Riesgos**

2.2.4 Otras consideraciones

Se sugiere recopilar el material posible y pertinente para lograr un examen y evaluación correctos del estado de la licenciatura de Actuaría, como ejemplo, se tienen:

- Los datos recabados mediante entrevistas directas con algunos egresados de la licenciatura y empleadores de actuarios.

⁷ Es necesario vislumbrar nuevas áreas que ofrecerán oportunidades de desarrollo profesional en el futuro, tal es el caso de: Administración Integral de Riesgos y Administración del Riesgo Empresarial (Enterprise Risk Management).

- El plan de estudios de la licenciatura de Actuaría de las siguientes instituciones educativas nacionales: Facultad de Ciencias, UNAM; FES-Acatlán, UNAM; Instituto Tecnológico Autónomo de México, Universidad Anáhuac México Sur, Universidad Anáhuac México Norte y Universidad de las Américas, Puebla; por citar algunas.
- Los lineamientos de la profesión actuarial y los contenidos mínimos de la currícula de Actuaría reconocidos por las siguientes instituciones: Sociedad de Actuarios de los Estados Unidos, Instituto Canadiense de Actuarios.
- Las necesidades regionales del estado donde se pretende implantar el plan.

2.2.5 Sesiones de análisis

Es recomendable tomar en cuenta las inquietudes de la comunidad universitaria en donde se pretende implementar el plan de estudios. Para ello, es necesario invitar a Actuarios que se encuentren en el ambiente laboral y académico para reflexionar acerca de las bondades y ventajas que tiene el programa propuesto⁸. Se sugiere organizar conferencias y mesas redondas sobre la actividad actuarial para que la comunidad tenga más elementos para opinar. Finalmente deben recogerse las inquietudes y observaciones que se manifiesten en dichas reuniones, estudiarse y en su caso integrarse a la propuesta.

⁸ Como se mencionó antes, la propuesta la elaborará un comité de académicos y profesionales de la actuaría formado para tal efecto.

3. Fundamentación Académica y Profesional

3.1. Factibilidad para la implantación de la licenciatura

Durante los más de sesenta años que tiene de vida esta carrera, los avances en las diversas ciencias que la componen han experimentado cambios significativos; por citar algunos, las finanzas tienen un enfoque estocástico con productos innovadores en el mercado, lo mismo ocurre con las matemáticas actuariales, su enfoque probabilístico ha generado una nueva visión de los seguros y las pensiones. Esto ha producido cambios en la carrera de Actuaría que con las condiciones internacionales conducen a las instancias educativas a proyectar sus licenciaturas en la internacionalización de las mismas.

Las Universidades deben tener como una de sus prioridades generar recursos humanos altamente calificados para el país. Asimismo, la disciplina no se puede alejar de los impactos que ha tenido la globalización en sus áreas, por ello es indispensable considerar esos avances y posteriormente hacer una revisión constante de los planes de estudio para adecuarse al cambiante mercado laboral.

Por todo lo anterior, es deseable que la Universidad donde se implante la carrera de Actuaría cuente con los recursos humanos para la impartición de cursos de *matemáticas superiores de buen nivel* y que en la región haya Actuarios trabajando en áreas de seguros y pensiones que puedan enseñar las materias especializadas; es incluso deseable que quienes impartan estos cursos se encuentren en la práctica profesional de la Actuaría.

3.2 Contexto Socioeconómico

La globalización ha generado cambios vertiginosos en los países, y México no ha sido la excepción. Los Tratados de Libre Comercio que el país ha firmado con Estados

Unidos, Canadá y Europa han dado un giro no sólo en la comercialización de los productos, sino también en lo referente a la educación; así carreras como la de Actuaría entraron en esos convenios.

En el caso particular de la carrera de Actuaría se generaron cambios significativos sobre todo en el *sector asegurador*, demandando actuarios que además de estar bien formados en la teoría del riesgo y sus aplicaciones, también estén certificados. En el *sector financiero* su participación conduce a tener un gran conocimiento de la administración de riesgos.

3.2.1 Áreas de Trabajo Actual y Potencial de los Egresados

Los actuarios, gracias a su preparación matemática y a su capacidad para aplicarla en la resolución de problemas concretos, están particularmente dotados para incidir en diversos sistemas que conforman la sociedad mexicana. Las necesidades que poseen las diversas entidades que conforman la economía mexicana en lo que toca a la práctica del *procesamiento de información* específica -como la que requieren las compañías de seguros, las instituciones bancarias y de servicios financieros, principalmente-, han sido cubiertas por actuarios.

En México, los profesionistas de Actuaría suelen desempeñarse en diversas instituciones del sector público central como la Secretaría de Hacienda y Crédito Público y el Banco de México; en organismos pertenecientes a la administración pública descentralizada como el Instituto Nacional de Estadística y Geografía; el Consejo Nacional de Población; la Comisión Nacional Bancaria y de Valores; la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas; el Instituto Federal Electoral; Petróleos Mexicanos y Nacional Financiera, entre otros.

En el sector privado los actuarios se desempeñan en compañías aseguradoras y reaseguradoras; en despachos de consultoría actuarial, estadística y finanzas; en

instituciones de intermediación financiera como casas de bolsa, empresas de factoraje y finanzas, y en empresas de servicios de cómputo e informática.

En la actualidad los cambios en la seguridad social han generado una preocupación por las pensiones; así los actuarios tendrán un campo muy grande en esta área. Al mismo tiempo, en el campo de los seguros los actuarios necesitan certificarse.

3.2.2 Demanda estimada de egresados

En nuestro país los actuarios suelen desempeñarse en distintas áreas como demografía, finanzas, seguros, pensiones, estadística e investigación de operaciones. Este carácter polifacético, característico de la Actuaría en México, permite la incursión de los egresados en diversas instituciones tanto del sector público como privado, lo cual redundará en una alta demanda de estos profesionales. A lo largo de los últimos 60 años, el quehacer del actuario ha evolucionado de manera que hoy es posible identificar por lo menos seis grandes áreas de actividad en las que el profesional de la Actuaría se desarrolla de manera satisfactoria.

Aunque existe muy poca información estadística acerca de la labor actuarial. Enseguida se presentan datos provenientes del Censo General de Población y Vivienda y del Colegio Nacional de Actuarios.

ÁREAS DE TRABAJO ACTUARIAL EN MÉXICO

Área de trabajo	Porcentaje
Seguros	21.95
Reaseguro	1.24
Seguridad social	0.83
Pensiones	1.04
Consultoría	12.42
Administración de riesgos	0.41
Mercadotecnia	0.83
Administración	1.04
Planeación	3.73
Demografía	3.31
Investigación de operaciones	1.86
Academia	2.48
Finanzas	9.32
Estadística y econometría	14.70
Informática	10.77
Otros	14.08

LUGARES DE TRABAJO ACTUARIAL EN MÉXICO

Lugar de trabajo	Porcentaje
Aseguradoras	17.83
Compañías de reaseguro	1.23
Firmas consultoras	10.04
Corredurías	7.17
Bancos	7.58
Correduría de valores	4.10
Sector público	6.76
Sector paraestatal	5.94
Institutos nacionales	4.92
Empresas de servicios informáticos	1.64
Escuelas y universidades	9.84
Otros	22.95

En la actualidad puede preverse que el campo de trabajo actuarial seguirá aumentando en los próximos años en el caso de los seguros, las reformas a la seguridad social ofrecen un atractivo mercado para el desempeño de los actuarios interesados en el financiamiento y diseño de rentas vitalicias, en la investigación acerca de los modelos demográficos asociados a la seguridad social, y en los planes de beneficios.

Con la implantación de los nuevos esquemas regulatorios basados en la gestión integral de riesgos, Basilea III y Solvencia II, los actuarios tendrán un campo amplio para desarrollarse en seguros e instituciones financieras.

En lo que toca a la estadística, las recientes exigencias por parte de diversos sectores por contar con información confiable y precisa, obligan a crear un campo de investigación y desarrollo más amplio en el cual los actuarios pueden incidir de manera eficaz.

Situaciones similares ocurren en otras áreas de la actuaría, por lo que se permite pronosticar una mayor participación de los actuarios en la vida productiva del país.

3.3. Estado actual de la docencia y la investigación de la disciplina en el país

La investigación actuarial en nuestro país es escasa. La actividad investigadora se basa en las diversas áreas que la carrera comprende; así se ha generado investigación en estadística, probabilidad y cómputo dentro de la UNAM, el ITAM, la Universidad Anáhuac, y en instituciones muy relacionadas con la Actuaría como el Centro de Investigación y Docencia Económica (CIDE), El Colegio de México (COLMEX), el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y el Banco de México (BANXICO).

En algunas de las Universidades que imparten la licenciatura, se cuenta con profesores de tiempo completo en áreas de probabilidad, estadística, finanzas e investigación de operaciones, quienes hacen trabajos de investigación y divulgación sobre diversos temas, además de dirigir trabajos de tesis.

Cabe mencionar que la mayoría de los profesores de la licenciatura de Actuaría de las distintas universidades, son de asignatura y trabajan en el sector asegurador y financiero principalmente.

A pesar de que la carrera tiene más de 60 años, la investigación Actuarial es incipiente. Hace dos años se lanzó la primera revista de divulgación de la Actuaría: la *Revista Actuarios Trabajando*, revista electrónica del Colegio Nacional de Actuarios, que ha representado un verdadero esfuerzo en este rubro.

Finalmente, cabe mencionar que aunque las principales líneas de investigación en la actuaría mexicana, han sido la Demografía, la Estadística y las Aplicaciones Probabilísticas en Finanzas, es necesario desarrollar más la investigación en áreas con las que la profesión se identifica a nivel internacional como son los seguros y las pensiones. Asimismo, se han abierto otras líneas de investigación para el actuario entre ellas la Administración Integral de Riesgos y la Administración del Riesgo Empresarial.

3.4 Análisis de planes de estudios de Universidades que imparten la carrera

La carrera de Actuaría de la Facultad de Ciencias de la UNAM es la más antigua del país. Le siguieron la de la Universidad Anáhuac (1969), la de la FES Acatlán (1975), la de la Universidad Anáhuac del Sur y del Instituto Tecnológico Autónomo de México (1982) y las de otras universidades como la Universidad de las Américas, Puebla, la Universidad Autónoma de Guadalajara, la Universidad Tecnológica Americana, la Universidad Marista y la Universidad Autónoma de Yucatán.

Los planes de estudio que se han diseñado e instrumentado en nuestro país se han basado, en mayor o menor grado, en el de la Facultad de Ciencias. No obstante, existen diferencias significativas entre ellos.

Así, cada universidad le ha dado un enfoque particular a la carrera de Actuaría con base en sus propias características. Es decir, el hecho de que una universidad se apege a los lineamientos del syllabus internacional, no impide que imprima su propia visión del desarrollo del actuario en la formación de sus estudiantes.

Durante este año, el CONAC realizó un ejercicio de evaluación de cumplimiento del programa educativo de la AIA, para lo cual solicitó a las universidades que imparten la carrera de actuario la información sobre sus planes de estudio.

Con base en los documentos entregados por las instituciones, se encontró de manera global, un resultado satisfactorio pues todas cumplen un porcentaje superior al 80%. Algunas universidades no contemplan uno o varios tópicos del *Syllabus*, o no lo hacen de manera obligatoria, pero la mayoría está trabajando en integrar las áreas faltantes o fortalecer las deficientes.

Por último, es importante resaltar, que dentro del cumplimiento del syllabus de la AIA, el CONAC tiene un papel no solo de garantizar ante esta institución su cumplimiento, sino de proporcionar a su vez elementos adicionales de formación profesional, tales como estándares de práctica actuarial, profesionalismo y ética.

3.5 Resumen de temas que debe abordar un plan de estudios de Actuaría

De manera muy general, y considerando los aspectos abordados en la sección anterior, se elaboró el diagrama que se muestra al final de este documento (ver anexo) y que resume el conjunto de temas mínimos que debe conocer un actuario y, por lo tanto, que deben aparecer en un plan de estudios para la carrera.

El bloque más importante es el de conocimientos profesionales, pero es necesario contar con las herramientas básicas para abordar los temas que se señalan.

4. Consideraciones Finales

4.1. Objetivos y perfiles

Es importante remarcar cuál es el objetivo que se propone el plan de estudios que se pretende implantar, especificando cuál es el tipo de profesionistas que se formará. Para ello es importante considerar el perfil de ingreso ideal para lograr el objetivo planteado y cuál será el perfil de egreso. A continuación se dan algunas ideas del perfil deseable en un actuario, pero **las características finales deberán decidir las universidades de acuerdo a su propia filosofía, tomando en cuenta las demandas de la sociedad y las necesidades de los sectores productivos en los ámbitos regional, nacional e internacional.**

4.1.1 Perfil de Ingreso

Las características deseables de la persona que desee *ingresar* a esta licenciatura son:

- Poseer conocimientos en álgebra, cálculo diferencial e integral y geometría analítica a nivel bachillerato.
- Capacidad para la concentración y el trabajo durante largos periodos de tiempo.
- Tenacidad y perseverancia para el análisis y resolución de problemas.
- Creatividad y marcado gusto por el estudio.
- Interés profundo en la aplicación de los conocimientos a problemas reales.

4.1.2 Perfil de Egreso sugerido

Conocimientos

El egresado de la licenciatura de Actuaría tendrá una sólida formación matemática así como con conocimientos acerca de los seguros, las matemáticas actuariales y las pensiones, las finanzas, la computación, la probabilidad y la estadística. Estos conocimientos son considerados básicos para el ejercicio de la profesión actuarial y

también se recomienda reforzarlos con cursos de Administración y negocios, así como de ética.

El licenciado en Actuaría será capaz de estudiar, plantear y formular modelos de contenido matemático, con el fin de proveer información para la planeación, la previsión y la toma de decisiones, por lo que se deben desarrollar las habilidades y aptitudes descritas a continuación.

Habilidades

Se recomienda estimular el desarrollo de las siguientes habilidades:

- La utilización integrada de los conocimientos matemáticos y actuariales en la solución de problemas concretos.
- El empleo de la informática y la tecnología computarizada en el trabajo cotidiano.
- La clara y precisa expresión de ideas, de manera oral y escrita.
- La toma de decisiones en torno a problemas actuariales.
- La capacidad para obtener y valorar información.

Aptitudes

Se recomienda fomentar las siguientes aptitudes:

- Identificar, explicar, modelar y evaluar situaciones que involucren riesgos.
- Diseñar, realizar, coordinar y participar en proyectos conjuntos.
- Capacidad para trabajar de manera eficiente aún bajo presión.
- Desarrollar soluciones creativas.
- Actualizar los conocimientos mediante el estudio personal y continuo.

Finalmente, se recomienda fomentar la disposición para que el alumno desarrolle aspectos personales tales como la motivación, el liderazgo y la creatividad.

4.1.3 Perfil Profesional sugerido

El profesional de la Actuaría debe ser capaz de estudiar, plantear, formular y aplicar modelos de contenido matemático acerca de fenómenos que involucran riesgos, con el fin de proveer información para la planeación, la previsión y la toma de decisiones. Estos conocimientos son considerados básicos para el ejercicio de la profesión actuarial, no sólo en nuestro país sino en otras instituciones educativas del mundo en las que se imparte esta disciplina.

Los egresados de la carrera de actuaría deben ser capaces de desarrollarse en las diversas aplicaciones de la profesión actuarial, como son:

- Los resultados teóricos y prácticos de la teoría del riesgo
- Los avances de la probabilidad y la estadística, y su aplicación en modelos actuariales de los diferentes ramos del seguro
- Las implicaciones y desarrollo derivados de las recientes reformas a los sistemas de seguridad social
- Las nuevas regulaciones que configuran el marco legal de las operaciones del seguro en México
- Los fundamentos teóricos y matemáticos de las teorías financieras, como la teoría de portafolios y la valuación de productos derivados
- Los recientes avances de las técnicas para la medición de riesgos financieros
- El uso actuarial de las nuevas herramientas computacionales
- Los fundamentos de la mercadotecnia aplicables a las finanzas y los seguros.
- La teoría y práctica de la administración de riesgos
- Las nuevas tendencias de las teorías económicas y su aplicación en la práctica actuarial

4.2. Otros aspectos a tomar en cuenta

Es importante considerar otros rubros al implantar la carrera de actuaría, entre ellos destacan:

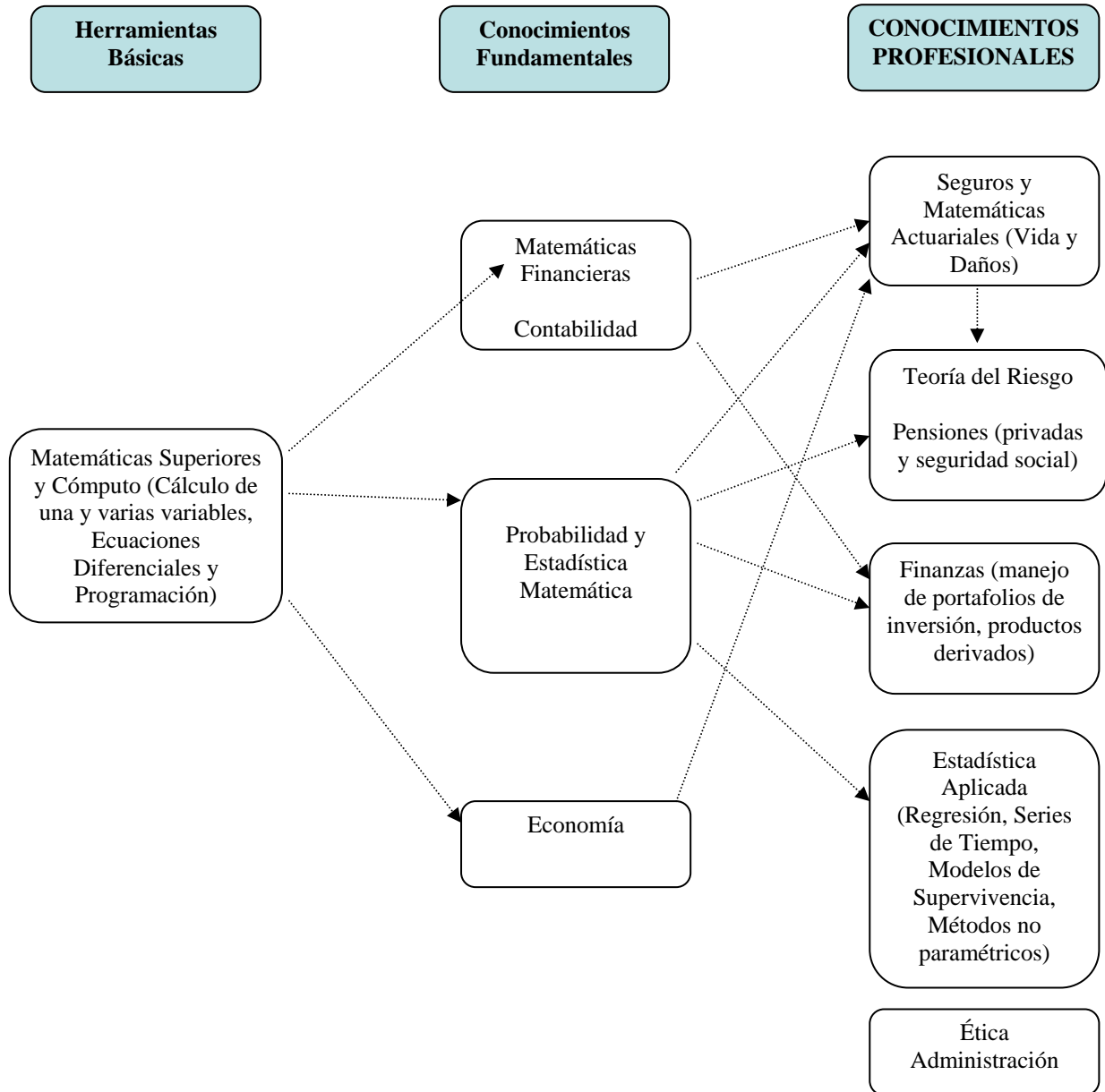
- Estudiar las posibles formas de titulación.
- Considerar la pertinencia de llevar a cabo prácticas profesionales.
- Establecer criterios para la implantación del plan (recursos humanos, materiales), así como para el seguimiento de los estudiantes hasta su inserción en el mercado laboral.
- Cuidar la elaboración de todos los programas de estudio de las asignaturas⁹, verificando la existencia de la bibliografía propuesta, en la biblioteca de la institución.
- Establecer criterios para la posterior evaluación y actualización del plan de estudios.
- Considerar la pertinencia de que los estudiantes puedan presentar, a lo largo de la carrera, exámenes de certificación internacional de asociaciones actuariales como la Society of Actuaries de los Estados Unidos de Norteamérica.

⁹ Se recomienda elaborar todos los programas del mapa curricular (incluyendo los de asignaturas optativas) desde antes de la implantación del plan.

Bibliografía

1. Colegio Nacional de Actuarios, 1989. *La Actuaría en México: Antología de algunos trabajos relevantes*, México.
2. Huerta, Luis y Reynaud, Camilo, 2009. *La Actuaría en México*, México, Niguex, S.A. de C.V.
3. Secretaría de Educación Pública, 2001. *Progresión XX-XXI de las profesiones, fascículo 10: "Actuaría"*, México, Dirección General de Profesiones.
4. Universidad Nacional Autónoma de México, 2005. *Proyecto de Modificación del Plan de Estudios de la Licenciatura en Actuaría, Tomo I*, México, Facultad de Ciencias.
5. Universidad Nacional Autónoma de México, 2010. *La UNAM por México*.

Anexo. Temas generales abordados en un plan de estudios de Actuaría





II. INTERPRETACIÓN DEL PROGRAMA DE ESTUDIOS DE LA ASOCIACIÓN INTERNACIONAL DE ACTUARIOS (SYLLABUS DE LA AIA)

Grupo de Seguimiento para el Cumplimiento del Syllabus del Colegio Nacional de Actuarios

NOTAS:

1. Todos los temas del Syllabus deben ser abordados en asignaturas OBLIGATORIAS del plan de estudios, a menos que se especifique expresamente lo contrario.
2. El orden de los temas corresponde al del Syllabus de la AIA y no necesariamente es el orden en el que deben abordarse en un plan de estudios universitario.
3. La idea es abordar todos los tópicos, aunque las asignaturas tengan nombres diferentes a los especificados por los diez grandes temas del Syllabus de la AIA.
4. La bibliografía que se recomienda en cada gran tema del syllabus, deberá separarse de acuerdo a la materia específica y se sugiere también dividirla en básica y complementaria, de acuerdo al enfoque que se desee en el plan de estudios a diseñar.

0. Matemáticas Superiores

Objetivo: Proveer de las bases matemáticas necesarias para poder abordar los diversos temas de la carrera de Actuaría

Conocimientos preliminares:

- Cálculo de una y varias variables
- Álgebra Lineal
- Ver también las materias sugeridas en el tema 5 (Modelación).

1. Matemáticas Financieras

Objetivo: Proveer los conocimientos básicos de matemáticas financieras, sus técnicas y aplicaciones.

Tópicos:

- 1.1. Teoría de tasas de interés deterministas
- 1.1 Modelos generalizados de flujo de efectivo
- 1.2 Introducción al análisis de reclamaciones contingentes
- 1.3 Modelos de estructura de plazos
- 1.4 Valuación neutral al riesgo, incluyendo el establecimiento de precios de derivados e índices financieros
- 1.5 Cálculo estocástico para finanzas



- 1.6 Teoría estocástica del interés
- 1.7 Administración de portafolios dinámicos
- 1.8 Introducción a las aplicaciones en seguros y otros pasivos financieros

OBSERVACIÓN: Se recomiendan dos cursos para cubrir esta parte, que junto con dos cursos del tema 8 (Análisis de Inversiones y Activos), hacen un total de cuatro para cubrir el área financiera.

Matemáticas Financieras (TEMARIO PROPUESTO):

Teoría de tasas de interés deterministas

Medidas del interés

- Funciones de acumulación y monto
- Definición de interés
- Interés simple
- Interés compuesto
- Definición de descuento y la relación con el interés (descuento como interés pagado por adelantado y definición de tasa efectiva de descuento en el periodo t , i.e. d_t)
- Descuento simple
- Descuento compuesto
- Función de descuento
- Tasas nominales de interés y de descuento
- Fuerza de interés
- Equivalencia de tasas

Problemas básicos y aplicaciones del concepto de interés

- Ecuación de valor
- Problemas de tiempo desconocido
- Problemas de tasa desconocida
- Tasas de interés variables
- Bonos cupón cero (CETES, T-Bills)
- Introducción al concepto de inflación

Modelos generalizados de flujos de efectivo

Anualidades

- Anualidades con pagos nivelados
- Periodo de conversión del interés igual al periodo de pagos
 - Anualidades vencidas
 - Anualidades anticipadas



- Perpetuidades anticipadas
- Perpetuidades vencidas
- Periodo de conversión del interés distinto al periodo de pagos
 - Anualidades vencidas
 - Anualidades anticipadas
 - Perpetuidades anticipadas
 - Perpetuidades vencidas
- Valuación de anualidades vencidas en cualquier fecha
- Valuación de anualidades anticipadas en cualquier fecha
- Anualidades con pagos no-nivelados
 - Anualidades con variación aritmética
 - Vencidas
 - Anticipadas
 - Perpetuidades vencidas y anticipadas
 - Aplicación: Tasas de rendimiento y tasas de reinversión
 - Anualidades con variación geométrica
 - Vencidas
 - Anticipadas
 - Perpetuidades vencidas y anticipadas
 - Anualidades con función de pago discreta
 - Anualidades con función de pago continua
 - Anualidades continuas
 - Valuación de anualidades con tasa de interés variable
 - Anualidades con fuerza de interés
 - Anualidades con función de acumulación general

Pago de una deuda

- Método de amortización
 - Tabla de amortización
 - Formas prospectiva y retrospectiva del saldo insoluto en una deuda
 - Interés pagado y principal pagado
 - Amortización mediante pagos nivelados
- Método de sinking funds
 - Construcción de una tabla de sinking fund
 - Formas prospectiva y retrospectiva del saldo insoluto en una deuda
 - Interés pagado y principal pagado
 - Acumulación de un sinking fund mediante pagos nivelados

Depreciación

- Definición
- Métodos de depreciación:
 - Línea recta
 - Porcentaje constante
 - Suma de dígitos
 - Fondo de amortización
 - Método de Sinking fund (o interés compuesto)



- Interés sobre la inversión
- Acelerada
- La depreciación como una fuente de fondos.

Modelos de estructura de plazos

Estructura de plazos de las tasas de interés

- Tasas spot. Definición
- Relación entre las tasas spot y las tasas de rendimiento de los bonos
- Tasas de interés forward. Definición y construcción
- Introducción al concepto de arbitraje
- Arbitraje con tasas de interés forward
- Contratos de tasas forward
- Intercambio de tasas de interés (Interest rate swaps)
- Introducción a los contratos swap
 - Intercambio de tasa flotante por tasa fija
 - La fuerza de interés como una tasa forward

Valuación neutral al riesgo, incluyendo el establecimiento de precios de derivados e indicadores financieros

Precios de Valores en Mercados Financieros en tiempo discreto

- El modelo de un periodo
- Valores y derivados
- Medida neutral de riesgo y ausencia de arbitraje
- Completez, cobertura y estrategias autofinanciables
- Modelo multi-periodo
- Medida de riesgo neutral, arbitraje y cobertura
- Valores europeos, americanos
- Paro óptimo*
- Cálculo estocástico discreto: Integral, transformaciones de Esscher y Girsanov*
- Valuación en mercados incompletos*

Nota: Los temas marcados con * no son obligatorios. Se recomienda incluirlos en materias optativas.

Cálculo estocástico para finanzas

El Modelo Black-Scholes como Límite Discreto

- El modelo de Cox-Ross-Rubinstein (modelo binomial)
- El modelo Black-Scholes como límite de Cox-Ross-Rubinstein
- Introducción intuitiva al cálculo estocástico
 - Fórmula de Ito
- Introducción a las medidas de riesgo y sensibilidad. Griegas.



- Estimación de parámetros en el modelo de Black-Scholes

Modelo de Black-Scholes en tiempo continuo

- Integración con respecto al movimiento Browniano. Construcción y resultados
- Formulación del modelo básico.
- Medida martingala
- Fórmula de Black-Scholes
- Cobertura en tiempo continuo
- Medidas de riesgo y sensibilidad de precios de instrumentos financieros
- Griegas. Definición e interpretación
 - Delta
 - Vega
 - Theta
 - Rho
 - Gamma
 - Omega
- La ecuación fundamental y la fórmula de Black-Scholes
- Dividendos
- Opciones americanas
- Interés estocástico
- Derivados sobre futuros, divisas y otros instrumentos
- Opciones exóticas

Temas deseables para materias optativas:

Teoría de Arbitraje en tiempo continuo

- Portafolios y estrategias auto-financiables
- Condiciones necesarias y suficientes de no-arbitraje
- Medidas de martingala en el caso de difusión: Girsanov
- Valuación en tiempo continuo
 - A través de martingalas
 - A través de ecuaciones diferenciales fundamentales
- Algunos métodos numéricos (diferencias finitas, Crank-Nicholson)

Teoría estocástica del interés

Temas deseables para materias optativas:

Modelos para instrumentos de ingresos fijos

- Modelo de Vasicek
- Modelo de Cox-Ingersoll-Ross
- Modelo de Hull-White
- Modelos log-normales
- Modelo Ho-Lee



- Modelo Heath-Jarrow-Morton

Introducción a las aplicaciones en seguros y otros pasivos financieros

- Tasas de interés estocásticamente independientes.
- Tasas de interés estocásticamente dependientes.

Referencias

1. Asmussen, S. (2000) *Ruin Probabilities*. World Scientific.
2. Bodie, Z., Kane, A. & Marcus, A. (2008) *Essentials of Investments*. McGraw-Hill (Boston)
3. Bookstaber, R. (1991) *Option Pricing and Investment Strategies*. Probus. (Chicago)
4. Broverman, S. (2008) *Mathematics of Investment and Credit*. ACTEX Academic Press (Connecticut)
5. Cox, J.C., Ross, R.A. & Rubinstein, M. (1979) *Option Pricing: A Simplified Approach*. Journal of Financial Economics.
6. Dothan, M. (1990) *Prices in Financial Markets*. Oxford University Press.
7. Elton, E., Gruber, M., Brown, S., & Goetzmann, W. (2007) *Modern Portfolio Theory and Investment Analysis*. John Wiley & Sons (New York)
8. Embrechts, P., Klüppelberg, C. & Mikosch, T. (1997) *Modelling Extremal Events*. Springer.
9. Galambos, J. (1987) *Asymptotic Theory of Extreme Order Statistics*. Krieger.
10. Grandell, J. (1991) *Aspects of Risk Theory*. Springer.
11. Hull, J. (2008) *Options, Futures, and Other Derivatives*. Prentice Hall (New York)
12. Karatzas, I. & Shreve S. (1991) *Brownian Motion and Stochastic Calculus*. Springer.
13. Kellison, S. (2009) *The Theory of Interest*. Mc-Graw Hill (Boston)
14. Lamberton, D. & Lapeyre, B. (1997) *Introduction to Stochastic Calculus Applied to Finance*. Chapman & Hall.
15. McDonald, R. (2006) *Derivatives Markets*. Addison Wesley
16. Merton, R. (1990) *Continuous-Time Finance*. Blackwell
17. Musiela, M. & Rutkowski, M. (1997) *Martingale Methods in Financial Modelling*. Springer.
18. Neftci, S. (200) *An Introduction to the Mathematics of Financial Derivatives*. Academic Press. (San Diego)
19. Nielsen, L. (1999) *Pricing and Hedging of Derivative Securities*. Oxford.
20. Pliska, S. (1992) *Introduction to Mathematical Finance: Discrete Time Models*. Blackwell.
21. Plum, L. & Humphrey, J. (1961) *Investment Analysis and management*. Irwin (New York)
22. Reilly, F. & Brown, K. (2003) *Investment Analysis Portfolio Management*. Thomson (Ohio)
23. Rolski, T., Schmidli, H., Schmidt, V. & Teugels, J. (1998) *Stochastic Processes for Insurance and Finance*. Wiley & Sons Inc.
24. Shiryaev, A. (1999) *Essentials of Stochastic Finance*. World Scientific.



25. Stevenson, R. & Jennings, E. (1977) *Fundamentals of Investments*. West Publishing Company.
26. Wilmott, P., Howison, S. & Dewynne, J. (1993) *Option pricing: Mathematical Models and Computation*. Oxford Financial Press. (United Kingdom)
27. Wilmott, P., Howison, S. & Dewynne, J. (1995) *The Mathematics of Financial Derivatives: A Student Introduction*. Cambridge University Press. (United Kingdom)
28. Wright, L. (1977) *Principles of Investment*. Grid.



2. Probabilidad y Estadística Matemática

Objetivo: Proveer una base en probabilidad y estadística matemática.

Tópicos:

- 2.1 Conceptos de probabilidad
- 2.2 Variables aleatorias y sus características
- 2.3 Estimación. Métodos y propiedades
- 2.4 Análisis de regresión y correlación
- 2.5 Pruebas de hipótesis e intervalos de confianza
- 2.6 Análisis de datos

OBSERVACIÓN: Se recomiendan dos cursos de Probabilidad y dos de Estadística para cubrir esta parte. Los temas de Estadística continúan en el tema 6 (Métodos Estadísticos), por lo que el número de cursos de esta área (Estadística) puede variar dependiendo de los temas que se incluyan en cada asignatura.

Para esta sección se recomienda el uso de paquetes estadísticos en los cursos, por ejemplo el software estadístico R el cual es de distribución libre y es actualizado frecuente por la comunidad científica internacional.

Probabilidad y Estadística Matemática (TEMARIO PROPUESTO)

Conceptos de probabilidad

Fundamentos

- Interpretaciones de la probabilidad: clásica, frecuentista y subjetiva
- Experimento aleatorio
- Espacio muestral y espacio de eventos
- Definición de probabilidad
- Propiedades de la medida de probabilidad
- Espacios de probabilidad. Los axiomas de Kolmogorov
- Espacios muestrales con resultados igualmente probables y análisis combinatorio

Probabilidad condicional e independencia

- Probabilidad condicional. Definición
- La regla de la multiplicación
- El teorema de probabilidad total y el teorema de Bayes
- Independencia de eventos.

Variables aleatorias y sus características

Variables aleatorias univariadas. Introducción

- Definición de variables aleatorias



- Función de distribución: definición y propiedades
- Clasificación general de variables aleatorias: discretas, continuas y mixtas.
- Función de densidad. Caso continuo y discreto
- Esperanza
- Valor esperado de una función de una variable aleatoria
- Momentos y varianza
- Algunas similitudes estadísticas: media, moda, mediana y cuantiles
- Funciones generadoras
- Función generadora de momentos, función generadora de momentos factoriales (para variables aleatorias con valores en los enteros no negativos) y aplicaciones.
- Desigualdades de Markov, Chebyshev y Jensen

Modelos particulares de variables aleatorias

- Distribuciones discretas:
 - Uniforme
 - Binomial
 - Geométrica y binomial negativa
 - Poisson
 - Hipergeométrica
 - Aproximación de la distribución binomial a la distribución Poisson
 - Aproximación de la distribución hipergeométrica por la binomial
- Distribuciones continuas:
 - Uniforme
 - Normal
 - Exponencial y gamma
 - Beta
 - Gumbel
 - Weibull
 - Frechet
 - Pareto
- Distribución de funciones de variables aleatorias
 - Distribución lognormal

La Función característica de una variable aleatoria

- Definición y principales propiedades
- Relación biunívoca entre la función característica y la de distribución (unicidad de la transformada de Fourier)
- Determinación de momentos

Vectores aleatorios

- Funciones de densidad y de distribución; conjunta y marginales
- Distribuciones condicionales



- Varianza y momentos de funciones de variables aleatorias multidimensionales. Función generadora de momentos.
- El operador de covarianza
- Distribución de la suma y diferencia de dos variables aleatorias. Suma de variables aleatorias independientes y convoluciones
- Función generadora de momentos y función característica de variables n -dimensionales
- Algunas desigualdades
 - Desigualdad de Hölder
 - Desigualdad de Minkowsky
 - Desigualdad de Lyapounov
 - Desigualdad de Cauchy-Schwarz
 - Desigualdad de Bernstein
- Momentos condicionales
 - Esperanza y varianza condicional
- Esperanza y varianza de sumas de variables aleatorias
- Introducción a Cópulas: propiedades básicas y teorema de Sklar.
- Medidas de asociación para variables aleatorias: correlación lineal (Pearson), medidas de concordancia (Kendall, Spearman, Gini y Blomqvist) y medidas de dependencia (Schweizer-Wol y Hoedding). Dependencia en las colas (taildependence).

Distribuciones de funciones de vectores aleatorios y modelos multivariados particulares

- Distribución de transformaciones de vectores aleatorios
 - Método basado en el teorema de cambio de variable
 - Método basado en funciones generadoras
- Las distribuciones Ji-cuadrada, t de Student y F de Fisher
- Estadísticas de orden
- La densidad multinomial
- La densidad normal multivariada

Convergencia de variables aleatorias

- Modos de convergencia (casi segura, en r-media, en probabilidad y en distribución)
- Relaciones entre los distintos tipos de convergencia

Leyes de los grandes números y Teorema del Límite Central

- Leyes débil y fuerte de los grandes números
- El Teorema del Límite Central
 - Teorema del Límite Central para la distribución binomial. Teorema de DeMoivre-Laplace



Métodos y propiedades de estimación

Análisis exploratorio de datos

- Datos, variables y escalas de medición
- Tablas de frecuencias
- Métodos gráficos
- Medidas descriptivas para datos sin agrupar
- Medidas descriptivas para datos agrupados

Introducción a la Estadística Inferencial

- Relación entre la Probabilidad y la Estadística
- El concepto de población
- El concepto de muestra aleatoria
- Estadísticas y su distribución muestral
- Momentos muestrales
- Distribución muestral de poblaciones normales
 - Distribución de la media muestral
 - La independencia de la media y la varianza muestrales. La distribución de $(n-1)S^2/\sigma^2$
 - Distribución de la diferencia de medias y del cociente de varianzas muestrales

Estimación puntual

- Estimadores y estadísticas
- Métodos de construcción de estimadores
 - Momentos
 - Máxima verosimilitud
 - Otros métodos
- Criterios de evaluación de estimadores
 - Error cuadrático medio
 - Estimadores insesgados
 - varianza mínima
 - Consistencia
- Suficiencia
 - Estadísticas suficientes
 - Estadísticas suficientes minimales
 - El Teorema de factorización
- La familia exponencial
- La información de Fisher
 - Definición y propiedades
 - Suficiencia e información
- Estimación insesgada
 - Cota inferior para la varianza
 - Suficiencia y completez
 - El Teorema de Rao-Blackwell



- El Teorema de Lehmann-Scheffé
- Propiedades de los estimadores de máxima verosimilitud

Estimación por intervalo

- Intervalo aleatorio. Definición
- Intervalo de confianza
- Métodos para construir un intervalo de confianza
 - Método pivotal
 - Método general
- Tamaño y cobertura
- Intervalo basado en muestras grandes
 - Aproximación de intervalos por máxima verosimilitud

Pruebas de hipótesis

- Hipótesis estadística
- Hipótesis simple y compuesta
- Región crítica
- Errores tipo I y II
- Función potencia
- Lema de Neyman-Pearson
- Prueba uniformemente más potente
- Prueba de la razón de verosimilitudes
- Distribución asintótica de algunas estadísticas de prueba
 - Distribución asintótica de pruebas de cociente de verosimilitudes
- Teorema de Karlin-Rubin
- Introducción al contraste de hipótesis bayesiano

Tópicos de Estadística No Paramétrica

- Pruebas binomiales
- Pruebas de rango
- Pruebas de bondad de ajuste
- Tablas de contingencia
- Estimación de funcionales estadísticos y el método Delta no paramétrico
- Introducción al Jackknife y Bootstrap
- Pruebas para igualdad de distribuciones
- Pruebas de independencia bivariada

Análisis de regresión y correlación

El modelo de regresión lineal simple

- Panorama de los modelos de regresión y su utilización. Introducción
- Estimación por mínimos cuadrados de los parámetros en el modelo
- Teorema de Gauss-Markov
- Propiedades de los estimadores



- Estimación por máxima verosimilitud de los parámetros
- Descomposición fundamental del análisis de varianza
- Coeficiente de correlación y de determinación
- Construcción de intervalos de confianza para los parámetros
- Intervalo de confianza para la respuesta media
- Intervalo de predicción
- Prueba de significancia global (tabla de análisis de varianza)
- Transformaciones
- Análisis de residuales
- Pruebas F para carencia de ajuste
- Forma matricial del modelo lineal simple

El modelo de regresión lineal múltiple

- El modelo de regresión lineal múltiple en términos matriciales
- Estimación de los parámetros en el modelo por mínimos cuadrados
- Valores ajustados y residuales
- Resultados del análisis de varianza
- Inferencias acerca de los parámetros del modelo de regresión
- Inferencias acerca de la respuesta media
- Predicción de nuevas observaciones
- Gráficas de residuales y otros diagnósticos
- Pruebas de hipótesis acerca de los coeficientes en regresión múltiple
- Formulación matricial de la prueba lineal general
- Coeficientes de determinación parcial
- Multicolinealidad y sus efectos

Selección de modelos

- Métodos de selección de variables.

Referencias

1. Ash, R.B. (1972) *Real Analysis and Probability*. Academic Press. (USA)
2. Bernardo, J.M., Smith, A.F.M. (1994) *Bayesian Theory*. John Wiley (Chichester)
3. Bhat, B.R. (1991) *Modern probability theory*. John Wiley (India).
4. Bickel, P.J., Doksum, K.A. (1977) *Mathematical Statistics: Basic Ideas and Selected Topics*. Prentice Hall (New Jersey)
5. Brodsky, B. and Dharkovsky B.(1993) *Nonparametric methods in change-point problems*. Kluwer Academic
6. Casella, G., Berger, R.L. (2002) *Statistical Inference*. Duxbury (Pacific Grove)
7. Chatterjee, S. and Price, B. (1991) *Regression Analysis by Example*. Wiley (New York)
8. Conover, W. J. (1980) *Practical Nonparametric Statistics*. Wiley & Sons (New York)



9. Cox, D.R., Hinkley, D.V. (1974) *Theoretical Statistics*. Chapman & Hall/CRC (Boca Raton)
10. Daniel, W. (1990) *Applied Nonparametric Statistics*. PWS Kent (Canadá)
11. Degroot, M.H. (1986) *Probability and Statistics*. Adisson Wesley (Massachusetts)
12. Draper, N. and Smith, H. (1981) *Applied Regression Analysis*. Wiley (New York)
13. Efron, B., Tibshirani, R.J. (1993) *An Introduction to the Bootstrap*. Chapman & Hall/CRC (Boca Raton)
14. Feller, W. (1950) *An introduction to probability theory and its applications, Vol. I*. Wiley&Sons (New York)
15. Gibbons, J.D. and Chakraborti, S. (2003) *Nonparametric Statistical Inference*. Marcel Dekker,Inc (New York)
16. Gnedenko, B.V. (1968) *The Theory of Probability*. Chelsea Publishing Company (New York)
17. Grimmett, G., Strizaker, D. (2004) *Probability and Random Processes*. Oxford University Press (Oxford)
18. Harris, B. (1966) *Theory of Probability*. Adisson Wesley (Massachusetts)
19. Hoel, P.G., Port, S.C. y Stone, C.J. (1971) *Introduction to Probability Theory*. Houghton Mifflin Company (Boston)
20. Hogg, R.V. y Craig, A.T. (1995) *Introduction to Mathematical Statistics*. Prentice-Hall (New Jersey)
21. Hollander, M., Wolfe, D.A. (1999) *Nonparametric statistical methods*. John Wiley (New York)
22. Homann-Jorgensen, J. (1994) *Probability with a view toward Statistics (Vols I y II)*. Chapman & Hall/CRC (Boca Raton)
23. Karr, A.F. (1993) *Probability*. Springer-Verlag (New York)
24. Klugman, S. A., Panjer H. H., Willmot, G. E. (2009). *Loss Models. From data to decisions*. Wiley series in probability and statistics.
25. Larsen, R.G. y Marx, M.L. (1986) *An Introduction to Mathematical Statistics*. Prentice-Hall (New Jersey)
26. Lehmann, E.L. (1986) *Testing Statistical Hypotheses*. Springer (New York)
27. Lehmann, E.L., Casella, G. (1998) *Theory of Point Estimation*. Springer (New York)
28. Lindgren, B.W. (1993) *Statistical Theory*. Chapman&Hall (London)
29. Mari, D.D., Kotz, S. (2001) *Correlation and Dependence*. Imperial College Press (London)
30. Montgomery, D.C. and Peck, E.A., and Vining G.G. (2001) *Introduction to Linear Regression Analysis*. John Wiley and Sons, Inc. (New York)
31. Mood, A.M., Graybill, F.A., Boes, D.C. (1974) *Introduction to the Theory of Statistics*. McGraw-Hill (New York)
32. Nelsen, R.B. (2006) *An introduction to copulas*. Springer (New York)
33. Neter, J., Wasserman, W. and Kutner, M.H. (1990) *Applied Linear Statistical Models*. Irwin (Boston)
34. Nguyen, H.T., y Rogers, G.S. (1989) *Fundamentals of Mathematical Statistics. Vol. II: Statistical Inference*. Springer-Verlag (New Mexico)
35. Robert, C.P. (2007) *The Bayesian Choice*. Springer (New York)



36. Ross, S. (2007) *Introduction to Probability Models*. Academic Press (Berkeley, California).
37. Ross, S. (2009) *A First Course in Probability*. Prentice-Hall.
38. Tukey, J.W. (1977) *Exploratory Data Analysis*. Addison Wesley (Massachusetts)
39. Wasserman, L. (2006) *All of Nonparametric Statistics*. Springer (New York)



3. Economía

Objetivo: Proveer bases en los conceptos fundamentales de microeconomía y macroeconomía.

Tópicos:

- 3.1 Microeconomía
- 3.2 Macroeconomía

OBSERVACIONES: Se recomienda al menos un curso que cubra ambos tópicos: Microeconomía y Macroeconomía.

Economía (TEMARIO PROPUESTO):

Microeconomía

Introducción a la microeconomía

- El problema económico
 - La ciencia de la Economía
 - Metodología de la Economía
 - Organización de la actividad económica
 - El objetivo de la ciencia económica: bienestar y desarrollo humanos
- Escasez, elección y costo de oportunidad
- Posibilidades de Producción. Ventajas Comparativas y absolutas
- Producción, especialización e intercambio. La importancia de los precios relativos

Introducción a la Teoría de precios

- Demanda, oferta y el mercado de un bien
 - Beneficio marginal decreciente
 - Costo marginal creciente
- Factores que determinan la demanda
 - Elasticidad de la demanda
- Factores que determinan la oferta
 - Elasticidad de la oferta
- Determinación del precio y cantidad de equilibrio
 - Leyes de la oferta y la demanda

Teoría del consumidor

- Preferencias y restricción económica
- Elección y demanda
 - La utilidad del consumidor



- Concepto de utilidad marginal
- Principio de equimarginalidad
- Curvas de indiferencia
 - Tasa marginal de sustitución
- Restricción presupuestal
 - Precios e ingreso
 - Línea de precio-consumo
 - Elasticidad ingreso de la demanda
 - Curvas de Engel
 - Elección intertemporal
- Elección bajo incertidumbre

Teoría de la producción

- Organización de la producción
 - Concepto de empresa
 - Tecnología
- Función de producción
 - Las tres etapas de la producción y la eficiencia
- Costos
 - Funciones de costos de corto plazo
 - Costos fijos
 - Costos variables
 - Relación con la productividad
 - Maximización de beneficios
- Oferta
- Equilibrio de mercado

Las estructuras de mercado

- Criterios para clasificar a las estructuras de mercado
 - Teoría de la Empresa en competencia perfecta
- Teoría del Monopolio
 - Monopolio y monopsonio
 - Regulación del monopolio
 - Oligopolio
 - Competencia perfecta y monopolio
- Mercado de factores

Equilibrio general y bienestar

- Intercambio puro
- Intercambio con producción
- Bienestar
 - Agregación de las preferencias
 - Funciones de bienestar
 - Maximización



Externalidades

- Tipos de externalidades
- Soluciones al problema
 - Impuestos tipo Pigou
 - Ausencia o falta de mercados
 - Derechos de propiedad
 - Costos de transacción
- Mecanismos de compensación
- Condiciones de eficiencia
- Externalidades, equilibrio y optimalidad

Utilidad esperada

- Incertidumbre
- Funciones de utilidad y probabilidades
- Utilidad esperada
- Aversión al riesgo

Macroeconomía

Introducción a la macroeconomía

- La ciencia macroeconómica
- Los problemas macroeconómicos básicos
- Las variables en la macroeconomía
- Flujo circular del Producto Interno Bruto y su medición
- El crecimiento económico
- Medición del Índice de Precios

Determinación del producto e ingreso en el corto plazo

- Producción de bienes y servicios
- Distribución del Ingreso Nacional y factores de producción
- La oferta y demanda agregada de bienes y servicios
- Equilibrio y tasas de interés

Dinero, nivel de precios e inflación

- El dinero
- Microfundamentos de la demanda de dinero
- Teoría cuantitativa del dinero
- La ecuación de demanda de dinero
- La oferta monetaria
- Inflación y tasa de interés
- Tasa nominal de interés y demanda de dinero
- Costo social de la inflación



Equilibrio

- Modelo de equilibrio con precios flexibles: El modelo neoclásico
 - Demanda de producto: demanda de consumo, inversión y gasto público
 - Oferta de producto: oferta y demanda de trabajo
 - Mercado laboral. Seguimiento de los empleos
 - La política fiscal. Equivalencia de David Ricardo
 - Cambios de productividad y fluctuaciones a corto plazo
- Modelo de equilibrio con precio rígidos: El modelo Keynesiano
 - Curva IS y mercado de bienes
 - Curva LM y mercado de dinero. Efecto liquidez
 - La curva de Phillips
 - Equilibrio de corto plazo
 - Fijación de precios y expectativas
 - Estabilización de la economía

Desempleo y ciclos económicos

- Desempleo y tasa natural
- Desempleo friccional
- Rigidez del salario real

Economía abierta: tipo de cambio y balanza de pagos

- Flujos internacionales de bienes y capital
- Ahorro e inversión en una economía pequeña y abierta
- Tipo de cambio y la paridad de poder de compra
- Precios Flexibles. Un modelo clásico de economía abierta
- Precios Fijos. Modelo de Mundell-Fleming

Política de comercio internacional

- Política activa o pasiva
- Reglas o políticas discrecionales
- Inconsistencia temporal
- Crecimiento en el largo plazo. Modelo de Solow

Referencias

1. Abel, A.B. y Bernanke, B.S. (2001) *Macroeconomics*. Addison-Wesley (Boston)
2. Blanchard, O. and S. Fisher. (1989) *Lectures on Macroeconomics*. The MIT Press. (England)
3. Blaug, Mark. (1985) *Teoría económica en retrospectiva*. Fondo de Cultura Económica (México, D.F.)



4. Chiang, Alpha. (1992) *Elements of Dynamic Optimization*. McGraw-Hill (New York)
5. Cornes, R. y Sandler T. (1996) *The Theory of externalities, Public Goods and Club Goods*. Cambridge University Press. (New York)
6. Dornbusch, R. y S. Fisher. (1991) *Macroeconomics*. McGraw-Hill (New York)
7. Frank, R.H. y Bernanke, B.S. (2007) *Principles of Economics*. McGraw-Hill (New York)
8. Hall, R. y Taylor, J. (1991) *Macroeconomics*. W W. Norton & Co.
9. Kamien, Y. y Schwartz, N. (1993) *Dynamic Optimization. The Calculus of Variations and Optimal Control in Economics and Management*. North-Holland (The Netherlands)
10. Krugman, P. y Obstfeld, M. (1994) *International Economics Theory and Policy*. Harper Collins. (New York)
11. Mas-Colell, A., Whinston, M., y Green, J. (1995), *Microeconomic Theory*. Oxford University Press.
12. Parkin, M .(2006) *Microeconomics*. Pearson/Addison-Wesley
13. Romer, D. (2001) *Advanced Macroeconomics*. McGraw-Hill (New York)
14. Varian, H.R. (2003) *Intermediate Microeconomics. A Modern Approach*. W. W. Northon & Company (New York)
15. Varian, H.R. (1992) *Microeconomic Analysis*. USA. W. W. Norton & Company. (New York)



4. Contabilidad

Objetivo: Desarrollar la habilidad para interpretar los reportes contables y financieros de las empresas.

Tópicos:

- Principios básicos de contabilidad
- El papel de los estándares contables
- Diferentes tipos de entidades de negocios
- Estructura básica de la contabilidad de las empresas
- Interpretación y limitaciones de la contabilidad de las empresas

OBSERVACIONES: Se recomienda un curso introductorio de Contabilidad y posteriormente uno de Finanzas Corporativas.

Contabilidad (TEMARIO PROPUESTO):

Principios básicos de la contabilidad

Objetivos de la contabilidad

- Recursos y su obtención
- Registro, control y valuación de las mercancías en las entidades comerciales
- Objetivos de la contabilidad
- Conceptos generales de la contabilidad.
- Introducción a las Normas de Información Financiera
- Conceptos contables básicos. Activo, pasivo y capital contable
- Diagrama de flujo de las operaciones financieras en la contabilidad.
 - Flujo de efectivo operativo
 - Flujo de efectivo total de la empresa
- Sistema de registro de operaciones
- Principales cuentas
- Relación entre contabilidad y actuaría

Teoría de la partida doble

- Relación entre las cuentas y la ecuación contable
- Dualidad económica
- Reglas de cargo
- Reglas de abono



El papel de los estándares contables

Principios contables internacionales

- Principios de contabilidad en México
- Principios de contabilidad en Norteamérica
- Principios de contabilidad en Europa
- Comparación con los principios contables en México con los internacionales

Estructuras contables básicas

Características, objetivos y elaboración de los estados financieros

- Naturaleza de los estados financieros
- Definición y clasificación de los estados financieros
 - Requisitos de fondo
 - Requisitos de forma
- Necesidades de elaboración

Balance General o estado de posición financiera

- Características y formas de presentación
- Principales cuentas del balance general
- Clasificación de las partidas
- La liquidez
- Deudas y capital
- Valor y costo

Estado de resultados o de pérdidas y ganancias

- Definición y formas de presentación
- Tipos de estados de resultados
- Principales cuentas del estado de resultados
- Clasificación de ingresos y egresos
- Partidas que no representan salidas de efectivo
- Diferencias entre utilidad contable y económica

Estado de origen y aplicación de recursos

- Concepto de recursos
- Criterios para elaborar el estado de origen
- Técnicas de registro del estado de origen
- Aplicación de recursos

Estados de cambio

- El estado de cambio en la posición financiera
- Capital de trabajo neto. Definición



- El estado de cambio en el capital neto de trabajo
- El estado de flujo en efectivo
- Referencias sobre el punto de equilibrio

Reexpresión de estados financieros

- Efecto de la inflación en los estados financieros

Consideraciones fiscales

- Costo de gastos deducibles
- Tratamiento fiscal de la depreciación

Ajustes y cuentas de orden

- Acumulación de activo
- Acumulación de pasivo
- Cargos y créditos diferidos
 - Por depreciación
 - Por amortización
- Estimación para cuentas incobrables.
 - Por faltantes
 - Por sobrantes

Interpretaciones y limitaciones de estados financieros

Análisis de la información de los estados financieros

- Métodos de análisis de estados financieros y sus aplicaciones
 - Requisitos de análisis e interpretación
- Técnicas de evaluación
- Análisis de razones financieras
 - Liquidez y solvencia a corto plazo
 - Actividad
 - Apalancamiento
 - Rentabilidad
 - Eficiencia
 - Productividad
 - Tasas de crecimiento sostenible
 - Razones de valor de mercado
- Porcentajes integrales
 - Definiciones
 - Tipos de los problemas que se resuelven mediante los porcentajes integrales
 - Interpretación de resultados
 - Tendencias



Tipos de contabilidad según negocios

Principales características de los estados financieros de las empresas del sector financiero y sus razones financieras

- Banco
- Aseguradora
- Casa de bolsa
- Consultoría Actuarial

Referencias

1. Stanley, B. (1995) *Fundamentos de administración financiera*. CECSA. (México)
2. Harrison, W. & Horngren, C. (2000) *Financial Accounting*. Prentice Hall. (New Jersey)
3. Moreno, J. (1996) *Las finanzas en la empresa: información, análisis, recursos y planeación*. Editorial IMEF (México)
4. Moreno, J. (1993) *Contabilidad Financiera I: Contabilidad Básica*. Editorial IMEF (México)
5. Horngren, C. & Welsh, G. (2007) *Financial and Managerial Accounting*. Prentice Hall (New Jersey)
6. Cocina, Javier. (1996) *Norma de contabilidad financiera comparada*. IMCP. (México)
7. Villegas, E. (1982) *La información financiera en la administración*. Editorial Laro (México)
8. Van Horne, J. & Wachowicz, J. (2000) *Fundamentals of Financial Management*. Prentice Hall.
9. Besley, S. & Brigham, E. (2008) *Essentials of Managerial Finance*. Thomson South-Western.
10. Besley, S. & Brigham, E. (2009) *Principles of Finance*. South-Western Cengage Learning.
11. International Accounting Standards Committee. (1996) *Normas internacionales de contabilidad*. IMCP (México).

Nota: Se recomiendan también los siguientes documentos:

1. Circulares de catálogos contable de CNSF y de la CNBV y CONSAR
2. Estándares actuariales mexicanos de reservas 2, 4, 6 y 7
3. NIIF 4 para seguros
4. NIF D 3 de reporte de beneficios para empleados
5. NIF C 9 pasivo, provisiones, activos y pasivos contingentes y compromisos
6. NIF 19 para pensiones y pasivos laborales



5. Modelación

Objetivo: Proveer un entendimiento de los principios de modelación y sus aplicaciones.

Tópicos:

- 5.1 Estructura de los modelos
- 5.2 Proceso de selección de modelos
- 5.3 Calibración
- 5.4 Validación
- 5.5 Selección de escenarios
- 5.6 Análisis de sensibilidad
- 5.7 Limitaciones
- 5.8 Aplicaciones computacionales en modelación
- 5.9 Documentación y registro para auditoría

OBSERVACIONES: Se recomienda para esta parte, al menos lo siguiente: un curso de Ecuaciones Diferenciales, uno de Métodos Numéricos y dos de Programación

Modelación (CONSIDERACIONES GENERALES):

El modelado, modelaje (o modelación, según el uso), es siempre un proceso que incluye varias etapas, y tiene como propósito construir representaciones – o modelos- de un sector de lo real, que permita producir conocimiento y dar respuestas a problemas, sustentadas lo más objetivamente posible.

En nuestro caso, el sector objeto de estudio está delimitado por los problemas que interesan a las Ciencias Actuariales, en los que el concepto de riesgo ocupa un lugar central; pero también, los modelos que se construyan deberán ajustarse a la normatividad y el entorno económico y social del país y/o comunidad que corresponda.

Con base en lo anterior y teniendo en mente –aunque no de forma exclusiva- el mundo de las finanzas, los seguros, las pensiones, etc., así como los lineamientos establecidos en el Syllabus de la AIA, se hace la siguiente propuesta respecto del área “Modelling”.



El modelado o modelaje en actuaría

I. El objeto de estudio

Éste consiste en el universo de problemas de interés para las ciencias actuariales.

II. Marco teórico

En esta etapa se trata de reconocer las disciplinas donde los problemas adquieren su "status" científico. Aquí se deberán incluir: *cálculo diferencial e integral* y *álgebra lineal*, pero sobre todo, asignaturas como **ecuaciones diferenciales ordinarias y parciales, probabilidad y estadística** (aunque este tema ya está considerado en otra área), **análisis numérico, investigación de operaciones, optimización y computación (programación)**, entre otras. Los contenidos de cursos en estas áreas están ya bien establecidos, aunque pueden considerarse variantes.

III. Construcción del modelo

Existen ya muchos modelos: los ARIMA, la ecuación de Black and Scholes, entre otros, pero aquí lo importante es centrar la atención en el proceso de construcción del modelo a partir del problema real y de las herramientas teóricas disponibles, poniendo especial cuidado en detectar cuáles son las variables relevantes para que el modelo constituya una buena representación del problema en estudio, pero también deberá considerarse desde el principio el hecho de que el modelo deberá permitir un tratamiento y manejo computacional lo más eficiente posible.

Dependiendo del problema y sus características, el resultado será un **modelo** que seguramente podrá incluirse en alguna o varias de las siguientes **clasificaciones: cuantitativo, cualitativo, analítico, numérico, determinista, estocástico, lineal, no lineal, de simulación, etc.**

IV. Resolución del modelo

En esta etapa hay distintos niveles, a saber:

IV.I Caso analítico

Si se tiene un modelo que permite obtener una solución cerrada, obtenida ésta deberá irse a la etapa de validación. En caso contrario lo que procede es aplicar alguna técnica (usualmente de discretización) para transformarlo en un modelo numérico, cuya estructura permita de manera natural su tratamiento computacional (por ejemplo, la discretización por diferencias finitas permite transformar una ecuación diferencial en un sistema de ecuaciones lineales).



IV.II Caso numérico

Ir directamente al siguiente inciso.

Observación: dado el modelo, resulta de vital importancia someterlo a un análisis que permita determinar su **sensibilidad** con respecto, digamos, a variaciones en los datos, en cuyo caso deberán integrarse técnicas -por ejemplo de regularización- que establezcan el cálculo de soluciones.

IV.III Construcción de un modelo computacional

Se trata aquí del desarrollo y/o adaptación de algoritmos y programas para el cálculo de soluciones computacionales, teniendo siempre presente conceptos como los de estabilidad y complejidad algorítmica, y respetando los lineamientos establecidos en la ingeniería de software.

IV.IV Realización de pruebas

El propósito de este punto es **calibrar** el modelo computacional para valorar sus salidas. De entrada la idea es alimentarlo con datos cuyos resultados sean conocidos y posteriormente introducir los datos reales.

V. Validación

Si los resultados para el problema real se adecuan a las expectativas del usuario, y el modelo computacional (si aplica) satisface las pruebas de calidad que correspondan se considera cerrado el ciclo de modelaje; en caso contrario deberá regresarse, ya sea a la etapa III o a la IV y realizar las correcciones necesarias hasta que los criterios de salida antes mencionados se satisfagan.

VI. Documentación y liberación

La entrega de resultados deberá acompañarse de documentos sobre los **alcances** y **limitaciones** de los desarrollos realizados, considerando desde las restricciones impuestas en la construcción del modelo original (legales, estructurales), hasta las correspondientes a los recursos de cómputo disponibles.

Referencias

1. Albright, C. & Winston, W. Practical Management Science. Third Edition. Duxbury Press; 2006.
2. Albright, C., Winston, W. & Ragsdale, Cliff. Spreadsheet Modeling and Decision Analysis. 5th Edition. Thomson Learning; 2008.



3. Anderson, D., Sweeney, D., Williams, T., Camm. J. & Martin K. Quantitative Methods for Business. Eleventh Edition. Cengage Learning (Canadá); 2009.
4. Anderson, D., Sweeney, D., Williams, T. An Introduction to Management Science: Quantitative Approaches to Decision Making. Eleventh Edition. Cengage Learning (Canadá); 2004.
5. Arreola Risa, J. & Arreola Risa, A. Programación Lineal, una introducción a la toma de decisiones cuantitativa. 2nd Edition. Thompson (México); 2004.
6. Averill L. & Kelton, David. Simulation Modeling and Analysis. 4th edition. McGraw-Hill Publishing Co (Boston); 2006.
7. Black K Jr., Skipper H D Jr. Life & Health Insurance. Prentice Hall; 1999.
8. Brockwell PJ, Davis RA. Introduction to Time Series and Forecasting. 2º ed. Springer; 2002.
9. Concannon K, Elder M, Hunter K, Tremble J, Tse S. Simulation Modeling with SIMUL8. 4º ed. Visual Thinking International Ltd.; 2003.
10. Cowpertwait PS, Metcalfe AV. Introductory Time Series with R. 1º ed. Springer; 2009.
11. Cryer JD. Time Series Analysis: With Applications in R. Springer New York; 2009.
12. Elizandro D, Taha H. Simulation of Industrial Systems: Discrete Event Simulation Using Excel/VBA. 1º ed. Auerbach Publications; 2007.
13. Gershenfeld, N. The nature of Mathematical Modeling. Cambridge University Press; 2002.
14. Guerrero H. Excel Data Analysis: Modeling and Simulation. 1º ed. Springer; 2010.
15. Hadley, G. Linear Programming. 2nd. Edition. Addison Wesley; 2002.
16. Harrell C, Ghosh B, Bowden R. Simulation Using Promodel with CD-ROM. 2º ed. McGraw-Hill Science/Engineering/Math; 2004.
17. Hauge JW, Paige KN. Learning SIMUL8: The Complete Guide, Second Edition. 2º ed. Plain Vu Publishers; 2004.
18. *Hickman, James C. Introduction to Actuarial Modeling. North American Actuarial Journal, Vol. 1. Number 3.
19. Hiller, Frederick. Introduction to Operations Research. Mc Graw Hill.
20. Hillier, F & Lieberman, G. Investigación de Operaciones. 9th Edition. Mc Graw Hill; 2002.
21. Kaas, Rob; Marc Goovaerts; Jan Dhaene and Michel Denuit. Modern Actuarial Risk Theory. Springer.
22. Karian ZA, Dudewicz EJ. Modern Statistical, Systems, and GPSS Simulation, Second Edition. 2º ed. CRC Press; 1998.
23. Kelton W, Sadowski R, Swets N. Simulation with Arena. 5º ed. McGraw-Hill Science/Engineering/Math; 2009.
24. Klugman, S. A., Panjer H. H., Willmot, G. E.. *Loss Models. From data to decisions*. Wiley series in probability and statistics. 2009.
25. Korn R, Korn E, Kroisandt G. Monte Carlo Methods and Models in Finance and Insurance. Financial Mathematics Series; 2010.



26. *Macdonald, Angus S. Current Actuarial Modeling Practice and Related Issues and Questions. North American Actuarial Journal, Vol. 1. Number 3.
27. Matlab 7.10. Mathworks; 2010.
28. Milevsky M A. The Calculus of Retirement Income. York University; 2006.
29. Raczynski S. Modeling and Simulation. John Wiley & Sons; 2006.
30. Rardin, Ronald L. Optimization in Operations Research.
31. Reeves, C. Modern Heuristic Techniques for Combinatorial Problems. 2nd Edition. John Wiley & Sons, Inc. (New York); 2000.
32. Rotar V. Actuarial Models: The Mathematics of Insurance.
33. Schriber TJ. An Introduction to Simulation Using GPSS/H. Har/Dsk. Wiley; 1991.
34. Shumway RH, Stoffer DS. Time Series Analysis and Its Applications: With R Examples. 2° ed. Springer; 2006.
35. Taha, Hamdy A. Operations Research: An Introduction.
36. Tsay RS. Analysis of Financial Time Series. 2° ed. Wiley-Interscience; 2005.
37. Wei WW. Time Series Analysis : Univariate and Multivariate Methods. 2° ed. Addison Wesley; 2005.
38. Winston, W. Financial Models using Simulation and Optimization. 2nd Edition. Palisade Corporation; 2000.
39. Winston, Wayne L. Operations Research: Applications and Algorithms. 4a ed.; 2004.
40. Winston W.L. Simulation Modeling Using @RISK: Updated for Version 4. 1° ed. Duxbury Press; 2000.
41. Winston, W. & Venkataramanan, M. Introduction to Mathematical Programming. 4th edition. Duxbury Press; 2002.

También se recomienda el libro:

Stochastic Modelling. Theory and reality from an actuarial perspective.

International Actuarial Association (2010).



6. Métodos estadísticos

Objetivo: Proveer las herramientas y habilidades en el uso de métodos estadísticos para el entendimiento del riesgo en un contexto actuarial.

Tópicos:

- 6.1. Modelos estadísticos tales como modelos de regresión y series de tiempo
- 6.2 Modelos de supervivencia y multi-estados
- 6.3 Modelos de riesgo (individual y colectivo)
- 6.4 Análisis de datos. Análisis paramétrico y no paramétrico
- 6.5 Principios y técnicas de graduación
- 6.6 Estimación de las distribuciones de frecuencia, severidad y supervivencia
- 6.7 Teoría de la credibilidad
- 6.8 Teoría de la ruina
- 6.9 Conceptos de procesos estocásticos
- 6.10 Métodos de simulación

OBSERVACIONES: Se recomienda al menos un curso adicional de Estadística en donde se aborden los temas de **Series de Tiempo** y **Modelos Estadísticos de Supervivencia**.

También es indispensable un curso de **Procesos Estocásticos** y otro de **Teoría del Riesgo (modelos de riesgo)**.

Para esta sección se recomienda el uso de paquetes estadísticos en los cursos, por ejemplo el software estadístico R el cual es de distribución libre y es actualizado frecuente por la comunidad científica internacional.

Métodos Estadísticos (TEMARIO PROPUESTO):

Modelos estadísticos tales como modelos de regresión y series de tiempo

NOTA: El tema de **Modelos de Regresión** ya fue descrito en la parte 3 de este Syllabus Universal (Probabilidad y Estadística Matemática).

Series de Tiempo

- Introducción al análisis de series de tiempo
 - Ejemplos
 - Objetivos del análisis de series de tiempo
 - Series de tiempo vistas como procesos estocásticos
 - Definiciones de estacionariedad y estacionariedad de segundo orden.
 - Uso de polinomios y operadores de retraso
 - Procesos estocásticos lineales
- Regresión en series de tiempo y análisis exploratorio de datos



- Regresión clásica en un contexto de series de tiempo
- Modelo lineal general en relación con series de tiempo
- Análisis exploratorio de datos
- Suavizamiento en un contexto de series de tiempo
- Tendencia y estacionalidad
 - Gráficas con respecto al tiempo
 - Transformaciones
 - Análisis de series que tienen una tendencia
 - Autocorrelación
 - El correlograma
 - Interpretación del correlograma
 - Otras pruebas de aleatoriedad
- Modelos para series de tiempo univariadas
 - Modelos autorregresivos (AR)
 - Modelos de promedios móviles
 - Modelos ARMA
 - Modelos ARIMA
- Construcción de modelos para series de tiempo univariadas
 - Identificación
 - Estimación
 - Verificación
- Pronóstico con modelos ARIMA
- Tópicos adicionales en otros dominios de tiempo
 - ARMA de memoria amplia y diferenciación fraccional
 - Modelos GARCH
 - Regresión con errores autocorrelacionados
 - Regresión retardada: modelación con función de transferencia

Modelos de supervivencia y multi-estados

Análisis de Supervivencia

- Introducción y definiciones principales
- Características de los datos de supervivencia
 - Tiempo de falla o supervivencia
 - Censura
 - Tipos de censura
 - Censura tipo I
 - Censura tipo II
 - Censura aleatoria
 - Censura por la derecha
 - Censura por la izquierda
 - Censura por intervalo
 - Truncamiento
 - Truncamiento por la derecha
 - Truncamiento por la izquierda
- Funciones involucradas en el análisis de supervivencia
 - Función de supervivencia



- Función de riesgo
- Frecuencia, severidad y distribución de supervivencia
- Función de riesgo acumulado
- Función de vida media residual
- Relaciones entre las funciones para el análisis de supervivencia
 - Caso continuo
 - Caso discreto
- Modelos paramétricos de uso común
 - Exponencial
 - Weibull
 - Log-normal
 - Gamma
 - Gompertz-Makeham
 - Log-logística
 - Métodos de regresión paramétrica
- Métodos no paramétricos para el análisis de supervivencia
 - Tabla de vida
 - Tabla de vida modificada
 - Estimador Kaplan-Meier (K-M) de la función de supervivencia
 - Uso del estimador K-M para proponer un modelo paramétrico
 - Estimador Nelson-Aalen de la función de riesgo acumulado
- Comparación de poblaciones mediante procesos no paramétricos
 - Introducción
 - Prueba Log-Rank
 - Prueba Wilcoxon
- Estimación de los modelos paramétricos
 - La verosimilitud para los distintos tipos de censura
 - Estimación del modelo exponencial
 - Estimación del modelo Weibull
 - Estimación del modelo Log-Normal
 - Estimación del modelo Gamma
- Modelos con covariables
 - Introducción
 - El modelo de Cox de riesgos proporcionales
 - Ajuste del modelo de riesgos proporcionales
 - Interpretación de los parámetros
 - Verificación del supuesto de riesgos proporcionales
 - Bondad de ajuste del modelo
 - Diagnóstico del modelo
 - Extensión del modelo de riesgos proporcionales
 - Covariables dependientes del tiempo
- Aplicaciones Actuariales Tradicionales
- Modelos multi-estados



Modelos de riesgo (individual y colectivo)

La naturaleza de la teoría del riesgo

- Problemas analizados por la teoría del riesgo
- Definiciones básicas

Distribución del número y monto de siniestros

- Modelo individual y modelo colectivo
- El problema de graduación. Algunos métodos de aproximación
- Variación de la propensión al riesgo dentro de un portafolio de seguros
- La distribución del monto de los siniestros. Análisis de algunos métodos

Aplicaciones de la teoría del riesgo

Reaseguro

- Modelación de tipos de reaseguro, usando teoría de riesgos.
- Reaseguro óptimo
- Teorema de De Finetti

Estadística Bayesiana

- Función de densidad a priori
- Función de densidad posterior
- Funciones de pérdida y estimación puntual
- Intervalos de credibilidad
- Función de densidad predictiva

Principios y Técnicas de Graduación

Teoría de la Credibilidad

Teoría de la credibilidad

- Principios de la teoría de la credibilidad.
- Modelo de Bühlmann
- Enfoque bayesiano de la teoría de la credibilidad.
- Aplicaciones a los seguros generales.

Otros métodos de tarificación basados en la experiencia

- Descuentos por no reclamo
- Sistemas Bonus-Malus

Teoría de la ruina

Introducción a la teoría de la ruina

- Definición del problema
- Fórmula de Seal. Ecuaciones funcionales
- El coeficiente de ajuste y la desigualdad de Lundberg
- Probabilidad de supervivencia y pérdida máxima probable
- Tiempo de ruina
- Aplicaciones a los seguros generales



Análisis estocástico del seguro

- Modelación del proceso inflacionario en el seguro
- Modelos de inversión. El modelo de Wilkie
- Modelación de siniestros con horizonte temporal amplio
- Principios para el cálculo de primas
- Modelación de gastos, impuestos y dividendos
- Análisis y simulación del proceso de seguro
- El problema de requerimiento de capital
- Evaluación de los límites de retención

Conceptos de Procesos Estocásticos

Conceptos básicos

- Definiciones, tipos de procesos estocásticos y clasificación general.
- Cadenas de Markov con espacio de estados finito. Definiciones
 - Probabilidades de transición, distribución inicial, matriz de transición.
 - Caminata aleatoria
 - Cadenas de nacimiento y muerte
 - Proceso de ramificación, cadena de Ehrenfest
 - Distribución conjunta, ecuaciones de Chapman-Kolmogorov.
 - Tiempos de llegada y tiempos de absorción.
 - Clasificación de estados, recurrencia y transitoriedad.
 - Descomposición del espacio de estados.
 - Distribución invariante. Para espacio de estados finito: cadenas regulares y teorema fundamental de convergencia.
- Cadenas de Markov con espacio de estados numerable
- Recurrencia, irreducibilidad, periodicidad, distribución estacionaria y teorema fundamental de convergencia.
- Modelos Multiestados

Procesos de Poisson

- Diferentes definiciones del proceso de Poisson y su equivalencia. Propiedades
- Distribución de tiempos de espera, del tiempo de espera entre llegadas. Distribución condicional al valor del proceso de los tiempos de llegada
- Proceso de Poisson compuesto y riesgo
- Simulación de los procesos de Poisson, Poisson compuesto y Riesgo
- Estimación de los parámetros de procesos de Poisson

Martingalas en tiempo discreto

- La variable aleatoria esperanza condicional
- Definiciones, propiedades de martingala (a tiempo discreto)

Los siguientes temas (marcados con *) son opcionales:

- Tiempos de paro*



- Teoremas del paro opcional*
- Teorema de convergencia*

Cadenas de Markov en tiempo continuo

- Definición y propiedades (propiedad de Markov en tiempo continuo)
- Procesos de nacimiento y muerte.
- Procesos de Poisson.
- Proceso de nacimiento con tasa lineal.
- Colas M/M/1.
- Sistema de colas con servidor múltiple exponencial.
- Probabilidades de transición y sistemas de ecuaciones de Kolmogorov

Teoría de Renovación

- Definiciones elementales
- Distribución del proceso de conteo.
- Teoremas límite y sus aplicaciones: teoremas de Renovación y del
- Límite Central.
- Proceso de Renovación con premios
- Regeneración

Procesos Gaussianos

- Definición de procesos con segundo momento finito.
- Procesos Gaussianos. Definición y propiedades
 - Movimiento Browniano
 - Puente Browniano
 - Proceso de Ornstein-Uhlenbeck.
- Matrices de varianza y covarianza.
- Caracterizaciones de la distribución normal multivariada.
- Funciones de media y covarianza.
- Continuidad de las funciones de media y covarianza.
- Continuidad de las trayectorias.
- Diferenciación* (tema optativo).
- Integración* (tema optativo).

Movimiento Browniano

- Definición y propiedades.
- Relación entre las caminatas aleatorias y el movimiento Browniano.
- Tiempos de llegada y el problema de la ruina del jugador.
- Movimiento Browniano Geométrico.
- Aplicaciones actuariales como la valuación de opciones. El teorema de arbitraje y la fórmula de Black-Scholes.
- Simulación. Estimación de parámetros y distintos tiempos de llegada.



Simulación

- Generación de pseudonúmeros aleatorios
- Simulación de variables aleatorias
 - Método de inversión
 - Método de aceptación-rechazo
- Simulación de procesos estocásticos
 - Cadenas de Markov
 - Proceso Poisson
- Introducción a los métodos Markov Chain Monte Carlo (MCMC)

Martingalas en tiempo continuo* (Tema optativo)

Referencias

1. Andersen, P.K., Borgan, O., Gill, R.D. & Keiding, N. (1993). *Statistical Models Based on Counting Processes*. Springer Verlag. (New York)
2. Brockwell, P.J. & Davis, R.A. (1996). *Introduction to Time Series and Forecasting*. Springer-Verlag. (New York)
3. Brzezniak, Z. & Zastawniak, T. (1999) *Basic stochastic processes*. Springer-Verlag. (London)
4. Caballero, M. E., V. M. Rivero, G. Uribe, & C. Velarde.(2008) *Cadenas de Markov. Un enfoque elemental*. SMM. (México)
5. Chatfield C. (1996). *The Analysis of Time Series*. Chapman and Hall. (London)
6. Cox D.R. & Oakes D. (1984). *Analysis of Survival Data*. Chapman and Hall. (London & New York)
7. Feller, W. (1968) *An introduction to probability theory and its applications. Vol. I*. John Wiley & Sons Inc. (New York)
8. Feller, W. (1971) *An introduction to probability theory and its applications. Vol. II*. John Wiley & Sons Inc.(New York)
9. Frees, E. (2010). *Regression Modelling with Actuarial and Financial Applications*. Cambridge University Press (New York)
10. Hoel, P., Port, S. & Stone, C. (1972) *Introduction to stochastic processes*. Houghton Mifflin (Boston)
11. Kalbfleisch, J.D. & Prentice R.L. (1980). *The Statistical Analysis of Failure Time Data*. John Wiley & Sons Inc. (New York)
12. Karlin, S. & Taylor, H. (1994) *An introduction to stochastic modeling*. Academic Press Inc. (Boston)
13. Karlin, S. & Taylor, H.(1975) *A first course in stochastic processes*. Academic Press Inc. (New York)
14. Karlin, S. & Taylor, H.(1981) *A second course in stochastic processes*. Academic Press Inc. (New York)
15. Kendall, M.G. & Ord, J.K. (1990). *Time Series*. Arnold. (Sevenoaks)
16. Kendall, M.G., Stuart, A. & Ord J.K. (1983). *The Advanced Theory of Statistics*. Griffin. (London)



17. Klugman, S. A., Panjer H. H., Willmot, G. E. (2009). *Loss Models. From data to decisions*. Wiley series in probability and statistics.
18. Lawless, J. (1982). *Statistical Models and Methods for Lifetime Data*. John Wiley & Sons Inc. (New York)
19. Lee, E.T. & Wang, J.W. (2003). *Statistical Methods for Survival Data Analysis*. John Wiley & Sons Inc. (New York)
20. Lee, P. (1989) *Bayesian Statistics: an introduction*. Oxford University Press (New York)
21. London, Dick (1997). *Survival Models and their Estimation*. ACTEX Publications.
22. Madsen, H. (2008) *Time Series Analysis*. Chapman & Hall/CRC (Boca Ratón)
23. Norris, J.R. (1998) *Markov chains*. Cambridge University Press. (Cambridge)
24. Parmar, M.K.B. & Machin, D. (1995). *Survival Analysis*. John Wiley & Sons Inc. (New York)
25. Ross, S. (1996) *Stochastic processes*. John Wiley & Sons Inc. (New York)
26. Ross, S. (2000) *Introduction to probability models*. Harcourt/Academic Press. (Burlington)
27. Shumway R.H. & Stoffer D.S. (2006) *Time Series Analysis and Its Applications: With R Examples*. Springer (New York)
28. Tomasz, R., Schmidli, H., Schmidt, V. & Teugels, J. (1999) *Stochastic processes for insurance and finance*. John Wiley & Sons Inc. (Chichester)
29. Tsay, T.S. (2005) *Analysis of Financial Time Series*. Wiley & Sons Inc. (New Jersey)
30. Tse, Y. (2009) *Nonlife Actuarial Models: Theory, Methods and Evaluation*. Cambridge University Press (New York)



7. Matemáticas Actuariales

Objetivo: Proveer las herramientas y el *expertise* en la aplicación de las matemáticas de pagos contingentes en problemas comunes de la práctica actuarial.

Tópicos:

- 7.1 Naturaleza de los eventos causantes de contingencias
- 7.2 Soluciones típicas ofrecidas por el seguro, la seguridad social, otros servicios financieros o administración del riesgo, por ejemplo: productos, esquemas, contactos o transacciones que proveerán pagos o beneficios en eventos financieros futuros con relación a:
 - 7.2.1 El perfil de riesgo y objetivos de las partes involucradas
 - 7.2.2 Los conceptos de aversión al riesgo, transferencia del riesgo y retención del riesgo
 - 7.2.3 El nivel y forma del flujo de efectivo a pagar
 - 7.2.4 Tipos de opciones o garantías que se pueden incluir
 - 7.2.5 El método para financiar flujos de efectivo a pagar
 - 7.2.6 La elección de activos cuando los pagos o beneficios están fondeados
 - 7.2.7 Los cargos que deben ser reconocidos
 - 7.2.8 Los requerimientos de capital
- 7.3 Métodos actuariales para la evaluación prospectiva del costo de soluciones, por ejemplo:
 - 7.3.1 Tarificación de contactos de seguro
 - 7.3.2 Métodos de financiamiento para otros productos o planes
 - 7.3.3 Efectos financieros de otras soluciones de administración del riesgo
- 7.4 Métodos actuariales para monitorear los resultados y conservación de la estabilidad financiera, tales como:
 - 7.4.1 Reservas
 - 7.4.2 Reportes financieros
 - 7.4.3 Reaseguro
 - 7.4.4 Análisis de rentabilidad
 - 7.4.5 Análisis de condiciones financieras

OBSERVACIÓN: Considerando los acuerdos de la primera reunión de coordinadores en la UDLA-Puebla, se recomiendan al menos 7 cursos durante la carrera para cubrir este tópico, incluyendo al menos un curso introductorio a los seguros de vida y daños, antes de abordar los temas propios de matemáticas actuariales para el seguro de vida, para el seguro de daños, para la seguridad social y para las pensiones privadas.

Aunque la distribución y el número de cursos depende de los créditos que cada Universidad asigne a sus materias y del número de semestres de la licenciatura, se recomienda el siguiente esquema:



- Dos cursos de teoría del seguro (vida y daños). En la parte de daños se deberá abordar el tema de fianzas.
- Dos cursos de matemáticas actuariales (o cálculo actuarial) del seguro de vida/personas.
- Un curso de matemáticas actuariales (o cálculo actuarial) del seguro de daños
- Un curso de matemáticas actuariales para la seguridad social
- Un curso de pensiones privadas
- Un curso de Práctica Actuarial (legal, auditoría, estándares)

Nota 1: A veces se compactan los cursos de seguro de vida y seguro de daños en uno sólo con un mayor número de horas de clase y frecuentemente se hace lo mismo con matemáticas para la seguridad social y pensiones privadas, incluyendo ambos temas en una asignatura llamada Pensiones. Lo anterior es válido, sin embargo el esquema de arriba es recomendable.

Nota 2: En la parte de Métodos Estadísticos, se considera un curso de Teoría del Riesgo y en la parte de Administración del Riesgo Actuarial, se considera otro curso con ese nombre (Administración del Riesgo Actuarial o Administración Actuarial). Ambos (Teoría del Riesgo y Administración del Riesgo Actuarial) son frecuentemente considerados dentro del área de Seguros y Matemáticas Actuariales, pero son adicionales a los que se mencionan arriba.

Nota 3: El siguiente temario propuesto no incluye los cursos introductorios de teoría del seguro, pero las instituciones interesadas en abrir el programa de actuaría pueden asesorarse sobre contenidos de estas materias directamente con el CONAC en caso de requerirlo.

Matemáticas Actuariales (TEMARIO PROPUESTO):

Matemáticas Actuariales

La economía del seguro

- La teoría de la utilidad aplicada al problema del seguro
- Los elementos del seguro
- Selección del seguro óptimo
- Modelos de riesgo individual para el corto plazo
 - Distribuciones de variables aleatorias de siniestros individuales
 - Aplicaciones al seguro de la distribución de la suma de variables aleatorias
 - Convoluciones

Funciones biométricas y tablas de mortalidad

- Metodologías para determinar expuestos al riesgo
- Probabilidades de supervivencia, muerte, invalidez y morbilidad



- Tablas de mortalidad
- Grupos con supervivencia determinística
- Otras funciones de la tabla de mortalidad
- Métodos para el cálculo de las funciones biométricas en edades fraccionales
- Algunas leyes analíticas de mortalidad
- Tablas selectas y tablas últimas

Primas netas únicas de los seguros de vida

- Seguros pagaderos al momento de la muerte
- Seguros pagaderos al final del año de fallecimiento
- Relaciones entre seguros pagaderos al momento de la muerte y al final del año de fallecimiento
- Ecuaciones recursivas para el cálculo de primas netas únicas

Primas netas únicas de Anualidades

- Pago contingente único en caso de supervivencia
- Anualidades discretas
- Anualidades continuas
- Anualidades pagaderas m veces al año
- Anualidades variables (discretas – continuas)
- Ecuaciones recursivas para el cálculo de anualidades discretas
- Anualidades discretas completas vencidas y anualidades anticipadas a prorrata
- Planes combinados

Primas netas periódicas

- Principio de equivalencia
- Primas completas discretas
- Primas completas continuas.
- Primas pagaderas en pagos ciertos.
- Primas a prorrata.
- Valores conmutados para primas netas.
- Acumulación de beneficios.
- Primas planes combinados.

Prima de tarifa

- Variables involucradas en la Prima de cobro o de tarifa.
- Gastos de administración, gastos de adquisición y margen de utilidad o margen de seguridad
- Otras variables de modelación. Caducidad, selección y costo de reaseguro.
- Prima de tarifa.
- Modelación de Riesgos subnormales.



Reservas matemáticas

- Reserva matemática pura.
 - Métodos para el cálculo de reservas discretas
 - Reservas para primas completas discretas
 - Reservas con base semicontinua
 - Reservas para primas completas continuas
 - Otras fórmulas para reservas completas continuas
 - Reservas basadas en primas pagaderas en pagos ciertos
 - Reservas en base prorrogada o descontada continua
 - Fórmulas recursivas para reservas completas discretas
 - Reservas calculadas entre dos fechas de aniversario de la póliza
 - Distribución de las pérdidas en los años-póliza
 - Ecuaciones diferenciales para reservas completas continuas
 - Valores conmutados para el cálculo de reservas
 - Reservas de planes combinados
 - Efectos de la variación en las tasas de interés y mortalidad en las reservas
 - Valuación de reservas o métodos agregados
- Reserva Matemática Cargada o Modificada.
 - Método Zillmer.
 - Método Canadiense, Comisionados, otros.
 - Método Mexicano "Reserva Mínima".
- Construcción y análisis de sistemas de financiamiento.
 - Asset Share.
 - Estado Actuarial de Pérdidas y Ganancias.
 - Sistemas de distribución de utilidades.

Valores garantizados

- Valor de Rescate
- Seguro saldado y seguro prorrogado
- Disposición de fondos de seguros no tradicionales o flexibles

Grupos de vidas múltiples

- Grupo de vida conjunta
- Grupo de último superviviente
- Grupo generalizado
- Ley del envejecimiento uniforme
- Probabilidades y esperanzas
- Seguros de muerte y supervivencia
- Anualidades de reversión
- Reservas de riesgos en curso de seguros y anualidades
- Leyes de mortalidad especiales
- Distribución uniforme de las muertes
- Funciones contingentes simples
- Convoluciones



Modelos de decremento múltiple

- El caso de dos variables aleatorias
- Grupo de supervivencia aleatoria
- Grupo de supervivencia determinística
- Tablas asociadas de decremento único
- Construcción de una tabla de decremento múltiple
- Primas netas únicas y su evaluación numérica

Los beneficios adicionales y tipos especiales de seguros

- Invalidez
 - Pago de la suma asegurada por invalidez total y permanente
 - Exención de pago de primas por invalidez total y permanente
 - Rentas por invalidez total y permanente
- Accidentes
 - Muerte accidental
 - Muerte accidental y pérdidas orgánicas
 - Muerte accidental y pérdidas orgánicas en forma colectiva
- Enfermedades graves

Nociones de Riesgos Colectivos para uno y varios periodos

- Modelos de riesgo colectivo para un período
 - La distribución de los siniestros agregados
 - Selección de las distribuciones básicas
 - Aproximación a la distribución de los siniestros agregados
- Modelos de riesgo colectivo para más de un período
 - Proceso de siniestros
 - El coeficiente de ajuste
 - Modelo de tiempo discreto
 - El primer excedente por abajo del nivel inicial
 - La pérdida máxima agregada

Gastos médicos mayores y salud. Bases técnicas para el cálculo de tarifas con experiencia estadística

- Frecuencia Estadística
- Ecuaciones Fundamentales para el Cálculo de Primas
- Recargo Técnico de Seguridad
- Pérdidas Parciales y Valores Variables
- Cuota Pura
- Desviación Estándar de Siniestros para Pérdidas Parciales
- Distribuciones Teóricas de Daños Parciales
 - Distribución de Frecuencias
 - Regresión
 - La Distribución de Poisson y la Repetición del Siniestro



- Ejemplo Aplicado de Distribuciones Teóricas del siniestro
- Deducible y coaseguro
- Seguros a Primer Riesgo
- Prima de tarifa o neta
 - Prima Fraccionada y Prima Fraccionaria
- Factores Extrínsecos e Intrínsecos que caracterizan el Riesgo
- Mecánica de los Recargos y Descuentos
- Reservas de riesgos en curso

Fundamentos de la práctica de la teoría del riesgo

- Procesos estocásticos
- Siniestralidad
- Siniestralidad media
- Frecuencia siniestral
- Tasa instantánea de siniestralidad y expresión de Poisson
- Aplicaciones de la expresión de Poisson
- Mezcla de la distribución de Poisson
- Caso Pólya: distribución binomial negativa

Análisis estocástico de los seguros de daños

- Inflación, depreciación y devaluación
- Inversiones
- Primas, gastos, comisiones y dividendos
- Márgenes técnicos

Cálculo de primas en el seguro de daños

- Prima de riesgo o prima pura
- Comparación entre los seguros de vida y no vida
- Prima comercial o de tarifa
- Prima fraccionada y sus recargos
- Elementos condicionados para el cálculo de primas: deducible, coaseguro y franquicia
- Seguros a índice y a índice variable (seguros variables). Primas y reservas

Cálculo de reservas técnicas en el seguro de daños

- Reserva de riesgos en curso
- Métodos para el cálculo de la reserva para riesgos en curso
- Reserva de siniestros pendientes
- Reserva de siniestros ocurridos pero no reportados
- Métodos para el cálculo de la reserva IBNR
- Reserva de previsión
- Reserva especial para riesgos catastróficos
- Fondos de estabilización



Aplicaciones del cálculo de primas de seguros a los diferentes ramos

- Ramo de automóviles
- Ramo de incendio
- Ramo marítimo y de transportes

El proceso limitativo de los riesgos

- Retención.
- Coaseguro.
- Reaseguro.
 - Reaseguro proporcional.
 - Reaseguro no proporcional.
 - Reaseguro financiero.
 - Clausula de estabilización (reaseguro proporcional)

Resultados técnico-financieros de los ramos de seguro de daños

- Estado de resultados técnicos por ramo
- Margen de solvencia o capital mínimo de garantía
- Aspectos técnicos del margen de solvencia
- Estado actuarial de pérdidas y ganancias

Matemáticas de la Seguridad Social

Generalidades de la Seguridad Social

- Antecedentes históricos
- Fundamentos doctrinales de la Seguridad Social
- Sistemas de financiamiento de la Seguridad Social
 - Sistemas de reparto
 - Sistemas de capitalización individual de contribución definida
- Beneficios cubiertos por la Seguridad Social
 - Seguros de salud
 - Pensiones de la Seguridad Social
 - Asignaciones familiares
 - Seguro de desempleo
 - Otras prestaciones sociales.
- Sistemas de beneficios y otorgamiento de las prestaciones y sistemas de financiamiento de Seguridad Social en el mundo.
 - La Seguridad Social en los Estados Unidos de América y Canadá.
 - La Seguridad Social en Latinoamérica.
 - La Seguridad Social en Europa y otros países.
- Análisis comparativo de los diferentes modelos de Seguridad Social.
- Problemática y tendencias mundiales en Seguridad Social.



La Seguridad Social en México

- Antecedentes históricos y principios de la Seguridad Social en México.
- Modelos de beneficios de la Seguridad Social.
 - Seguros no contributivos
 - Seguros contributivos
 - Seguros voluntarios
- Marco legal de la Seguridad Social
- Beneficios otorgados por la Seguridad Social
- Órganos de gestión
- Impacto económico y social de la Seguridad Social

Aspectos técnicos y actuariales de la Seguridad Social

- Modelos dinámicos de financiamiento colectivo
 - Análisis de las características de una población protegida
 - Funciones biométricas de la Seguridad Social
 - Invalidez, vejez, sobrevivencia
- Método de proyección con aplicación al régimen financiero de prima escalonada
 - Proyecciones demográficas
 - Generación actual de asegurados y contingencias
 - Generaciones conjuntas
 - Envejecimiento y expectativas de nuevos ingresantes. Funciones de distribución
 - Tablas de incremento en la población
 - Generaciones futuras
- Modelos dinámicos de invalidez y vejez
 - Intensidad de crecimiento en los niveles de exposición a la invalidez.
 - Envejecimiento conjunto de generaciones actuales y futuras.
 - Puntos de convergencia
 - Generación actual de inválidos
 - Generación actual de pensionados por vejez
- Estructura de la matriz de población sujeta a riesgo
 - Conversión y redefinición de la estructura demográfica a matrices análogas
 - Esquema de obligaciones a largo plazo
 - Interpretación de la matriz de tiempos reconocidos
 - Matriz de transición a tiempos transcurridos
 - Matriz de conversión a tiempos reconocidos
 - Densidad de cotización
- Métodos actuariales de valuación
 - Regímenes financieros
 - Métodos de proyección
 - Consideraciones generales sobre el marco económico
- Sistema financiero de prima escalonada. Prima media y prima de reparto
 - Función de ingreso



- Función de egreso
- Constitución de las reservas

Pensiones Privadas

Diversos aspectos de la vejez en México

- Análisis demográfico
- Análisis de necesidades
- Curva de ingreso-costo. Análisis de la distribución del ingreso y el gasto en México

Etapas en el desarrollo de un plan privado de pensiones

- Diseño
- Certificación actuarial
- Valuación actuarial
- Implantación
- Administración
- Comunicación

Diseño del plan de pensiones

- Análisis de los sistemas de compensación y de recompensas.
- Tipos básicos de planes.
- Beneficio definido.
- Contribución definida.
- Información requerida y análisis preliminar.
- Elementos del diseño del plan.
- Fórmulas de beneficios.
- Elementos avanzados para el diseño del plan.
 - Misión y visión de la empresa.
 - Antropología de la empresa.
 - Encuesta de opinión y/o clima organizacional.
- Determinación del objetivo del plan y análisis de reemplazo.
- Elaboración y presentación del reporte del diseño del plan.

Generalidades sobre la valuación actuarial del plan

- Información requerida
- Selección de hipótesis actuariales
- Selección del método de costeo actuarial
- Descripción del proceso general de valuación del plan

Selección de hipótesis actuariales

- Tasas de mortalidad y de supervivencia



- Tasas de invalidez
- Tasas de rotación de personal
- Tasas de interés
- Tasas de descuento
- Tasas de crecimiento salarial
- Tasas nominales vs tasas reales
- Análisis agregado y desagregado de las hipótesis

Selección de métodos de costeo actuarial

- Pay As You Go
- Crédito unitario
- Crédito unitario proyectado
- Método de edad de entrada
- Método de edad alcanzada
- Método agregado
- Concepto de pasivo inicial y su financiamiento

Aspectos contables y financieros. Norma de información financiera D-3: Beneficio a los empleados

- Obligación por beneficios actuales
- Obligación por beneficios proyectados
- Costo neto del periodo
- Pasivo mínimo adicional
- Activo intangible
- Reducción a capital

Implantación del plan de pensiones

- El reglamento del plan
- Agencias de financiamiento
- Instrumentos de financiamiento
- Algunos aspectos legales de la implementación

Referencias

1. Anderson, A. (2006) *Pension Mathematics for Actuaries*. Actex.
2. Berin, B. (1989) *Fundamentals of Pension Mathematics*. The Society of Actuaries.
3. Black, K. & Skipper, G. (1996) *Life Insurance*. Prentice Hall.
4. Bluhm W. (1992) *Group Insurance*. ACTEX - Mad River Books.
5. Bowers, N., Gerber, H., Hickman, J., Jones, D. & Nesbitt, C. (1997) *Actuarial Mathematics*. Ed. The Society of Actuaries.
6. Booth, P, et al (1999) *Modern Actuarial Theory and Practice*. Chapman & Hall/CRC (USA)



7. Bühlmann, H. (1970) *Mathematical Methods in Risk Theory*. Springer-Verlag.
8. Daykin, C., Personen, E. & Pentikainen, R. (1994) *Practical Risk Theory for Actuaries*. Chapman and Hall. (Gran Bretaña)
9. De Mora, B. *Lecciones de cálculo actuarial del seguro de daños*.
10. Dickson, Hardy and Waters. (2009) *Actuarial Mathematics for Life Contingent Risks*. Cambridge University Press (New York)
11. Gerber, H. (1995) *Life Insurance Mathematics*. Ed. The Society of Actuaries.
12. Goovaerts, M. (1990) *Effective Actuarial Methods*. Holland. Elsevier Science Publishers.
13. Hickman, J. (2008) *Introduction to Actuarial Modeling*. North American Actuarial Journal, Vol. 1.
14. Jordan, C. (1967) *Life Contingences*. Ed. The Society of Actuaries.
15. Kongstvedt, P. (2001) *The Managed Health Care Handbook*. ASPEN/ACTEX - Mad River Books.
16. Lemaire, J. (1985) *Automobile Insurance: Actuarial Models*. Kluwer-Nijhoot.
17. Littell, D., Cardamone, D. & Gruszecki, W. (1993) *Retirements Savings Plans*. John Wiley & Sons.
18. Macdonald, A. (2007) *Current Actuarial Modeling Practice and Related Issues and Questions*. North American Actuarial Journal, Vol. 1.
19. McGill, D. & Grubbs, D. (1989) *Fundamentals of Private Pensions*. Pension Council Research-Richard D. Irwin.
20. Melone, J. & Allen E. (1967) *Pension Planning*. Richard D. Irwin, Inc.
21. O'Grady, F. (1988) *Individual Health Insurance*. Society of Actuaries.
22. Personen, E., Pentikainen, R. & Beard, E. (1984) *Risk Theory: The Stochastic Basis of Insurance*. Chapman and Hall.
23. Steinberg, R. (1993) *Pensions and Other Employee Benefits*. John Wiley & Sons.
24. Straub, E (1988). *Non-Life Insurance Mathematics*. Springer-Verlag.
25. Sutton, H. & Sorbo, A. (1993) *Actuarial Issues in the Fee-For-Service/Prepaid Medical Group*. ACTEX - Mad River Books.
26. Trowbridge, C. & Farr, C. (1976) *The Theory and Practice of Pension Funding*. Richard D. Irwin Inc.
27. Vaughan, E. & Vaughan, T. (1996) *Fundamentals of Risk and Insurance*. John Wiley & Sons.
28. Winklevoss, E. (1977) *Pension mathematics: With numerical illustrations*. Published for the Pensions Research Council Wharton School University of Pennsylvania by Irwin. (Illinois)
29. Winklevoss, E. (1977) *Pension Mathematics*. Richard D. Irwin Inc.
30. Guías y Estándares Actuariales de la Asociación Mexicana de Actuarios Consultores.
31. Circulares emitidas por la CNSF.
32. Aspectos actuariales de la teoría y práctica de los planes privados de pensiones en México (1990). Asociación Mexicana de Actuarios Consultores en Planes de Beneficios para Empleados.



33. Estándar de Práctica Actuarial: No. 1 "Cálculo Actuarial de la Prima de Tarifa para los Seguros de Corto Plazo (Vida y No-Vida)", CONAC/AMA.
34. Estándar de Práctica Actuarial: No. 2 "Cálculo Actuarial de la Reserva de Riesgos para los Seguros de Corto Plazo (Vida y No-Vida)", CONAC/AMA.
35. Reglas para la Constitución de las Reservas de Riesgos en Curso de las Instituciones de Seguros y acuerdos de modificación.
36. Reglas para la Constitución de las Reservas de Riesgos en Curso por Reaseguro Cedido y Reaseguro Tomado, para las Operaciones de Accidentes y Enfermedades, así como de Daños.
37. Reglas sobre los Incrementos Periódicos de las Reservas Técnicas de las Instituciones y Sociedades Mutualistas de Seguros, y acuerdo de modificación.

También se recomienda el libro:

Stochastic Modelling. Theory and reality from an actuarial perspective.
International Actuarial Association (2010).



8. Análisis de Inversiones y Activos

Objetivo: Desarrollar la habilidad para aplicar principios actuariales en la valuación, estimación, selección y administración de inversiones, así como relacionarse con otros profesionales en inversiones.

Tópicos:

- 8.1 Objetivos de inversionistas a nivel institucional e individual
- 8.2 Tipos de inversión (bonos, acciones, propiedades y derivados)
- 8.3 Valuación de inversiones
- 8.4 Selección de portafolios incorporando la estimación del valor relativo
- 8.5 Medición del desempeño
- 8.6 Administración de portafolios
- 8.7 Administración de las inversiones con respecto a las obligaciones usando técnicas, tales como: inmunización, ajuste de activos y pasivos e inversión guiada por las obligaciones

Análisis de Inversiones y Activos (TEMARIO PROPUESTO):

Objetivos de los inversionistas institucionales e individuales.

Introducción a las Finanzas Corporativas

- Conceptos y objetivos de la administración financiera
- Conceptos básicos sobre Inversión
- Función y ubicación de las finanzas en los negocios
- Las finanzas y el administrador financiero
- Las decisiones financieras en la empresa moderna
- Conceptos básicos de Finanzas Corporativas
- Sociedades de Inversión. Definición y clasificación
- Fusiones, adquisiciones y alianzas de empresas

Administración de los recursos financieros

- Administración del efectivo
- Administración de los inventarios
- Administración de las cuentas por cobrar
- Administración de las cuentas de proveedores
- Administración de los recursos bancarios (prendarios y directos)
- Administración de instrumentos bursátiles como el papel comercial, certificados de la tesorería y certificados de depósito
 - Análisis de las decisiones financieras en el corto plazo



Regulación de inversiones e impuestos

Sistemas Financieros

- Sistema Financiero Internacional
 - Cambios recientes y situación actual
 - Estructura y ciclos
- Mercados Financieros
 - Arquitectura de los mercados: papel de los reguladores, especialistas, calificadoras y generadores de mercados
 - Brokers y dealers: definición y funciones
 - Principales índices: NYSE, AMEX, NASDAQ
 - Los mercados emergentes
 - Evolución reciente de los instrumentos financieros
 - Relación riesgo-precio de los instrumentos financieros
- La banca internacional
 - Funciones tradicionales: estrategias financieras de optimización de capital; estrategias de administración de activos y pasivos
 - Acuerdos Basilea I, II y III: aspectos generales
 - Nuevas funciones y roles de la banca internacional y de los agentes financieros después de los acuerdos de Basilea
- Crédito Internacional
 - Caracterización del crédito internacional
 - Mecanismos de fondeo y líneas de crédito
- Sistema Financiero Mexicano
 - El sistema financiero mexicano en la globalización financiera
 - Estructura y Participantes
- Mercado Financiero Mexicano
 - Gobierno corporativo
 - La Bolsa Mexicana de Valores
 - Desarrollo y situación actual
 - Estructura de la Bolsa Mexicana de Valores
 - Indicadores del mercado: Índice de Precios y Cotizaciones
 - Funciones de la asociación mexicana de intermediarios bursátiles (AMIB)
 - Interrelación entre los mercados financieros en México y el mundo
 - Instrumentos Mexicanos
 - Valuación de Instrumentos Mexicanos
 - Índices
 - Requerimientos actuales de la banca en México
 - Reactualización de las estrategias financieras de optimización de capital en la banca
 - Reactualización de las estrategias de administración de activos y pasivos



Tipos de inversiones. Bonos, acciones y derivados

Introducción a los Mercados Bursátiles

- Origen y desarrollo
- Panorama general actual: emisores, intermediarios e inversionistas
- Mercado primario y secundario
- Mercado de renta fija y variable
- Tipos de mercados bursátiles: de dinero, capitales y derivados
- La información y operaciones de los mercados bursátiles a corto y largo plazos
- Operaciones especiales: arbitraje, venta en corto y hedging
- Eficiencia en los Mercados Bursátiles
 - La hipótesis del mercado perfecto
 - Mercados eficientes
 - Características del mercado perfectamente competitivo

Bonos

- Definición y clasificación
- Determinación del precio de un bono en fecha de pago de cupón
- Bonos vendidos con premio y descuento
- Determinación del precio de un bono entre fechas de pago de cupón
- Administración de un portafolio de bonos
- Representación contable del valor de un bono
- Amortización de un bono
- Callable bonds
- Serial bonds
- Duración y convexidad

Acciones

- Generalidades
 - Acciones preferentes
 - Acciones comunes: cuentas de corretaje y venta en corto
 - Reinversión de utilidades
- Emisión de acciones
 - Colocación privada y pública de acciones
 - Sociedades de inversión de capital de riesgo
- Métodos para la valuación de acciones
 - Valor contable
 - Precio de mercado
 - Dividendos descontados
 - Razón precio utilidad
 - Abnormal earnings
 - Modelos de flujos de efectivo
- Mercados internacionales de acciones. American Depositary Receipts



Productos Financieros Derivados

- Futuros y forwards
 - Definición y especificaciones en los contratos de futuros
 - La operación del margen
 - Convergencia del precio a futuro al precio spot
 - Estrategias de cobertura a través de futuros
 - Razón óptima de cobertura
 - Características de los contratos forward. Diferencia con los futuros
 - Estrategias con contratos de futuros
 - Contratos forward sobre un instrumento que no paga dividendos
 - Contratos forward sobre un instrumento con pagos conocidos
 - Contratos forward sobre un instrumento con tasa de rendimiento conocida
 - Relación entre precios de Contratos forward y precios de futuros
 - Futuros sobre índices de acciones
 - Futuros y contratos forward sobre divisas
 - Futuros sobre commodities
 - Relación entre precios de futuros y el precio spot esperado
- Swaps
 - Swap de tasas de interés
 - Valuación de swaps de tasas de interés
 - Swaps de divisas
 - Valuación de swaps de divisas
 - Otros tipos de swaps
 - Riesgo crediticio
- Opciones
 - Definición y tipos de opciones
 - Opciones call
 - Opciones put
 - Valores vinculados a los pagos y los seguros
 - Especificaciones en los contratos
 - Requerimientos de margen
 - Opciones sobre acciones con tasa de rendimiento conocida
 - Opciones sobre índices
 - Opciones sobre divisas
 - Opciones sobre futuros
 - Warrants
 - Características de los precios de las opciones sobre acciones
 - Factores que determinan el precio de una opción
 - Cotas inferiores y superiores para el precio de una opción
 - Contratos forward sintéticos
 - Paridad Put-Call
 - Efecto de los dividendos sobre el precio de las opciones
- Introducción a los modelos para la valuación de productos derivados
 - Aplicación del modelo Black-Scholes de valuación de opciones
 - Limitaciones del modelo
 - Modelo Black-Sholes generalizado para la valuación de derivados



- Procedimientos numéricos para la valuación de derivados
 - Binomial
 - Monte Carlo
 - Teorema del Límite Central y el método Monte Carlo.
 - Reducción de la varianza.
 - Generación de muestras de una variable aleatoria.
 - Solución numérica a la ecuación diferencial Black-Scholes
 - Estimación de los parámetros de estática comparativa
 - Método de Diferencias Finitas
 - Otros modelos para la valuación de derivados
 - Modelos de volatilidad estocástica
 - Modelos de Pareto óptimos
- Cobertura de riesgos en productos derivados
 - Objetivos de la cobertura
 - Estrategia de cobertura Stop-Loss
 - Estrategia de cobertura Delta
 - Seguro de portafolios
- Derivados sobre tasas de interés
 - La estructura de las tasas de interés.
 - Características y valuación de futuros de tasas de interés.
 - Concepto de duración y estrategias de cobertura con futuros de tasas de interés
 - Opciones sobre bonos
 - Opciones incrustadas en bonos
- Estrategias de cobertura e inversión con derivados
 - Estrategias con opciones
 - Floors, caps y posiciones de cobertura
 - Combinaciones de opciones adicionales
 - Estrategias incluyendo una opción y su bien subyacente.
 - Estrategias con dos o más posiciones en opciones ("spreads" y combinaciones)
- Modelo Black Scholes generalizado
 - Opciones sobre acciones que pagan dividendos
 - Opciones sobre tasas
 - Opciones sobre índices
 - Opciones sobre futuros
- Valuación de opciones americanas
 - Modelos para la valuación de opciones americanas
 - Aproximación Black Scholes
 - Aproximación binomial
 - El problema de parada óptima

Valuación de inversiones

Análisis determinista de proyectos de inversión

- Análisis y administración de los valores de renta fija
- Valor presente neto



- Tasa interna de rendimiento
 - Unicidad de la tasa interna de rendimiento
- Técnicas de comparación de proyectos de inversión
 - Valor presente neto
 - Índice de rentabilidad
 - Periodo de recuperación
 - Tasa interna de rendimiento modificada
- Análisis de proyectos de inversión con plazo menor a un año
 - Tasa de rendimiento dollar-weighted
 - Tasa de rendimiento time-weighted
- Técnicas adicionales
 - Método de portafolio
 - Método de año de inversión
 - Tasas de rendimiento en casos de pagos continuos. Fuerza de rendimiento

Selección de portafolios - incorporación del cálculo del valor relativo

Teoría de Media-Varianza para portafolios

- Rendimiento de un portafolio
- Media y Varianza del rendimiento de un portafolio
- El conjunto de portafolios posibles
- Modelo de Markowitz
- Teorema un fondo
- Teorema de dos fondos
- Inclusión de un instrumento libre de riesgo

Modelo de precios CAPM

- Equilibrio de Mercado
- Línea del mercado de capitales
- Modelos de precio
- Línea del mercado de dinero
- Implicaciones en las inversiones
- Relación entre riesgo sistemático y rentabilidad
- Evaluación del modelo
- CAPM como fórmula para precios

Modelos e información

- Modelos de factores
- Modelos de un factor
- CAPM como modelo de un factor
- Modelos de múltiples factores
- Estimación de los modelos de factores
- Modelo de factores y equilibrio
- Teoría de precios de arbitraje (APT)



- Estimación de parámetros
- Tendencia hacia el equilibrio
- Mitos de evaluación multiperiodo

Principios Generales y análisis de valores

- Análisis de estados financieros
- Análisis macroeconómico y de la industria
- Evaluación de la renta variable
- Funciones de utilidad
- Aversión al riesgo
- Especificación de las funciones de utilidad
- Funciones de utilidad y criterios de media-varianza
- Modelos de precio lineales
- Selección de portafolios
- Establecimiento de log-óptimo de precios
- Modelos de estados finitos
- Valuación Neutral al Riesgo
- Alternativas de establecimiento de precios

Medidas de desempeño

- Índice de Sharp
- Índice de Treynor
- Índice de Jensen

Administración de portafolios

- Evaluación del rendimiento y administración de portafolios
- Administración profesional de activos
- Inversión internacional

Administración de portafolios de activos y pasivos

- Calce de activos y pasivos (en términos de clase, vencimiento, moneda)
- Inmunización clásica
- Inmunización contingente

Referencias

1. Bodie, Z., Kane, A. & Marcus, A. (2008) *Essentials of Investments*. McGraw-Hill (Boston)
2. Booth, P, et al (1999) *Modern Actuarial Theory and Practice*. Chapman & Hall/CRC (USA)
3. Broverman, S. (2008) *Mathematics of Investment and Credit*. ACTEX Academic Press (Connecticut)



4. Elton, E., Gruber, M., Brown, S., & Goetzmann, W. (2007) *Modern Portfolio Theory and Investment Analysis*. John Wiley & Sons (New York)
5. Hull, J. (2008) *Options, Futures, and Other Derivatives*. Prentice Hall (New York)
6. Kellison, S. (2009) *The Theory of Interest*. Mc-Graw Hill (Boston)
7. Luenberger, D. (1998) *Investment Science*. Oxford University Press. (New York)
8. McDonald, R. (2006) *Derivatives Markets*. Addison Wesley
9. Palepu, K. (1996) *Business Analysis & Valuation*. South-Western.
10. Plum, L. & Humphrey, J. (1961) *Investment Analysis and management*. Irwin (New York)
11. Reilly, F. & Brown, K. (2003) *Investment Analysis Portfolio Management*. Thomson (Ohio)
12. Stevenson, R. & Jennings, E. (1977) *Fundamentals of Investments*. West Publishing Company.
13. Wright, L. (1977) *Principles of Investment*. Grid.

También se recomienda el libro:

Measurement of Liabilities for Insurance Contracts: Current Estimates and Risk Margins. International Actuarial Association.



9. Administración Actuarial del Riesgo

Objetivo: Desarrollar la habilidad para aplicar los principios de planeación y control actuarial necesarios para identificar, cuantificar y administrar los riesgos en la operación de programas relacionados al riesgo con bases financieras saludables.

Temas:

- 9.1 El entorno operativo de la empresa
- 9.2 Determinación y valuación del riesgo, tipos de riesgo y medidas del riesgo
- 9.3 Diseño y desarrollo de productos y servicios
- 9.4 Tarificación de productos, servicios y supuestos subyacentes a este establecimiento de precios
- 9.5 Reservas y valuación de pasivos
- 9.6 Administración del riesgo y métodos de reducción de exposición al riesgo, tales como el reaseguro
- 9.7 Administración de las relaciones entre activos y pasivos
- 9.8 Monitoreo de la experiencia y la exposición al riesgo
- 9.9 Solvencia y rentabilidad de la empresa y la administración del capital
- 9.10 Principios de regulación de las instituciones financieras

OBSERVACIÓN: Se recomienda un curso de Administración Actuarial del Riesgo.

Administración Actuarial del Riesgo (TEMARIO PROPUESTO):

La operación general del ambiente del negocio

Introducción a la administración de riesgos

- Orígenes de la Administración del Riesgo
- Evolución de la Administración del Riesgo
- Definición de la Administración del Riesgo y Marco Conceptual
- La naturaleza de la teoría del riesgo.
 - Problemas analizados por la teoría del riesgo.
 - Definiciones básicas
- ERM/COSO
- Solvencia II

El entorno operativo general de la empresa

- Proceso general de la empresa
- Procesos clave e identificación de riesgos
- Mapeo de riesgos



- Estimación del riesgo operativo
 - Multiplicador del ingreso (análisis de: margen operativo, indicadores internos, indicadores externos, modelo de riesgo, riesgo sistémico)
 - Multiplicador del riesgo de capital (Capital de riesgo de crédito; capital de mercado de riesgo)

Valuación de riesgos; tipos de riesgos y medidas de riesgo

Modelación de riesgos

- Modelos aplicados por tipo de riesgo.
 - Crédito
 - Mercado
 - Operacional
 - Liquidez/Solvencia
 - Otros

Tipos y medidas de riesgo

- Tipos de riesgo
 - Riesgos causados por la naturaleza (Hazard Risks)
 - Riesgo financiero
 - Riesgo de liquidez /solvencia
 - Riesgo Operacional
 - Riesgo estratégico (Strategic Risks)
 - Riesgo de crédito
 - Riesgo de mercado
- Medidas de riesgo
 - Relacionadas con la Solvencia de las organizaciones
 - Déficit del Riesgo
 - Valor en Riesgo
 - Déficit esperado del asegurado o Costo económico de la ruina
 - Tail Value at Risk (Tail Var) o Tail Conditional Expectation (TCE)
 - Tail events
 - Relacionadas con la volatilidad del funcionamiento (rendimiento) de las organizaciones
 - Varianza
 - Desviación estándar
 - Semi- Varianza y Desviación estándar baja
 - Below-target-risk (BTR)

Bases y métodos cuantitativos para la evaluación del riesgo

- Métodos Analíticos
- Métodos Simulación
- Métodos Estocásticos
 - Modelación del proceso inflacionario en el seguro.
 - Modelos de inversión. El modelo de Wilkie.



- Modelación de siniestros con horizonte temporal amplio.
- Principios para el cálculo de primas.
- Modelación de gastos, impuestos y dividendos.
- Análisis y simulación del proceso de seguro.
- El problema de requerimiento de capital.
- Evaluación de los límites de retención.
- Métodos Estructurales
- Análisis Dinámico Financiero (DFA)

Diseño y desarrollo de productos y servicios

Diseño y desarrollo de productos y/o servicios.

- Factores a considerar para la determinación de un diseño apropiado de productos
- Interacción de las diferentes áreas en el Proceso de Desarrollo de Productos (Finanzas, Ventas, Marketing).
- El Proceso de la Evaluación de Riesgos y el impacto de selección adversa en el Diseño de Productos

Establecimiento de precios a los productos y servicios y suposiciones subyacentes a este establecimiento

Tarifificación de productos y servicios, riesgos de desviación en siniestralidad y supuestos del mismo

- Análisis de los objetivos generales de tarificación de precios
- Modelos de tarificación
- Procesos de Márgenes de Ajuste
- Aplicación de Modelos de Tarificación y su aplicación en situaciones prácticas

Reservas y valuación de pasivos

Reservas y valuación de obligaciones

- Reservas Matemática (RRC)
- Reserva de Siniestros Ocurridos No reportados (IBNR)
- Ajuste de Pérdida Esperada (LAE)

Administración de las relaciones entre activos y pasivos

Asset Liability Model

- Administración de activos y pasivos



Administración de riesgos y métodos de reducción de exposición al riesgo, tales como reaseguro

Técnicas de transferencias de riesgos, incluyendo el reaseguro

- Introducción a las técnicas de disminución del riesgo
 - Pooling
 - Diversificación del Riesgo
 - Offsetting risk (Compensación del riesgo)
 - Reaseguro
 - Determinación de los niveles de reaseguro mediante el criterio de utilidad esperada
 - Determinación de los niveles de reaseguro mediante la varianza de las reclamaciones
 - Teorema de De Finetti
 - Características contractuales relacionados con los activos y gestión de activos
 - Características del contrato de adaptabilidad
 - Beneficios discrecionales
 - Concentración del riesgo

Monitoreo de la experiencia y la exposición al riesgo

Administración del riesgo y métodos para reducir la exposición del mismo

- Monitoreo del Riesgo. (Frecuencia/Severidad)
- Monitoreo y Valor de la experiencia (Análisis de resultados)

Solvencia y rentabilidad de la empresa y administración del capital

Solvencia y rentabilidad de la empresa

- Los riesgos básicos de una compañía de seguros o fianzas
- Monitoreo de experiencias
 - Capital mínimo de garantía - requerimiento bruto de solvencia
 - Estado actuarial de pérdidas y ganancias
 - Estados de resultados
 - Otras fuentes históricas y de registro de siniestralidad
- Solvencia
 - Solvencia del asegurador
 - La distribución del número de siniestros
 - La distribución del costo-siniestro
 - Aleatoriedad de los resultados técnicos: distribución normal, log-normal, Poisson, gamma, binomial negativa
 - Estudio de solvencia a corto y largo plazo
 - Cálculo y distribución de utilidades
 - La prueba de solvencia dinámica sobre la suficiencia de capital



Principios de regulación de las instituciones financieras

Regulación de las instituciones financieras

- Sistema Bursátil
 - Ley del Mercado de valores
 - Ley de Sociedades de inversión
 - Reglas Sociedades y Fideicomisos (futuros y opciones en bolsa)
 - Disposiciones prudenciales (futuros y opciones en bolsa)
 - Principales circulares
- Sistema Bancario
 - Ley de instituciones de crédito.
 - Ley general de organizaciones y actividades auxiliares de crédito
- Sistema Asegurador
 - Ley General de Instituciones y Sociedades Mutualistas de Seguros
 - Principales circulares
- Sistema de Ahorro para el Retiro
 - Ley de los sistemas de ahorro para el retiro.
 - Principales circulares

Gobierno Corporativo

- Gobierno Corporativo y la Administración de riesgos
- Código de mejores de Mejores Prácticas Corporativas

Referencias

1. Alexander, C. & Sheedy, E. (2006) *The Professional Risk Manager's Handbook: A Comprehensive Guide to Current Theory and Best Practices. Volume II: Mathematical Foundations of Risk Measurement*. The Professional Risk Manager's International Association (PRMIA)
2. Allen S. (2003) *Financial Risk Management: A Practitioner's Guide to Managing Market and Credit Risk*. John Wiley & Sons.
3. Ammann M. (2001) *Credit risk valuation: Methods, Models and Applications*. Springer.
4. Atkinson, D. & Dallas, J. (2000) *Life Insurance: Products and Finance*, F.S.A. Published by the Society of Actuaries.
5. Back K. (2004) *A Course in Derivative Securities: Introduction to Theory and Computation*. Springer.
6. Bluhm, W. (2007) *Group Insurance*. ACTEX.Publications, Inc.
7. Boyle, P. (2000) *Options and the Management of Financial Risk*. Society of Actuaries.
8. Brown, R. & Gottlieb, L. (2007) *Introduction to Ratemaking and Loss Reserving for Property and Casualty Insurance*. ACTEX Publications, Inc.
9. Cairns A. (2004) *Interest Rate Models: An Introduction*. Princeton University Press.
10. Chaplin, G. (2005) *Credit Derivatives: Risk Management, Trading and Investing*. John Wiley & Sons.



11. Chapman, R. (2006) *Simple Tools and Techniques for Enterprise Risk Management*. John Wiley & Sons.
12. Crouhy M. & Galai, R. (2001) *Risk Management*. McGraw-Hill.
13. Doherty, N. (2000) *Integrated Risk Management: Techniques and Strategies for Managing Corporate Risk*. McGraw-Hill.
14. Ellis, C., Shepherd, J., & Lyon, R. (2003) *Understanding Actuarial Management: The Actuarial Control Cycle*. Institute of Actuaries of Australia.
15. Galitz L. (1995) *Financial Engineering Burr Ridge*. Irwin Inc.
16. Garza, T. (1988) *Técnicas Modernas para el Actuario*. Fondo de Cultura Económica. (México)
17. Hart, D., Buchanan R. & Howe, B. (2007) *Actuarial Practice Of General Insurance*. Institute of Actuaries of Australia.
18. Hunt, P. & Kennedy J. (2004) *Financial Derivatives in Theory and Practice*. Wiley & Sons Inc.
19. Jorion, P. (2000) *Value at Risk*. McGraw-Hill.
20. Jorion, P. (2009) *Financial Risk Management Handbook*. Wiley & Sons Ltd.
21. Joshi M. (2003) *The Concepts and Practice of Mathematical Finance*. Cambridge. (Reino Unido)
22. Klugman, S., Panjer, H. & Willmot, G. (2008) *Loss Models: From Data to Decisions*. Wiley & Sons Inc.
23. Lam, J. (2003) *Enterprise Risk Management: From Incentives to Controls*. John Wiley & Sons.
24. Latorre, L. (1992) *Teoría del Riesgo y sus Aplicaciones a la Empresa Aseguradora*. Editorial MAPFRE.
25. Luenberger, D. (1998) *Investment Science*. Oxford University Press.
26. McGill, D., Brown, K., Haley, J. & Schieber, S. (2005) *Fundamentals of Private Pensions*. Oxford University Press.
27. McNeil, A. & Embrechts, P. (2005) *Quantitative Risk Management*. Princeton University Press. (Reino Unido)
28. Nieto de Alba, U. & Vega, J. (1993) *Matemática Actuarial*. Editorial MAPFRE.
29. Panjer, H. (1998) *Financial Economics: With Applications to Investments, Insurance and Pensions*. The Actuarial Foundation.
30. Pelsser A. (2000) *Efficient Methods for Valuing Interest Rate Derivatives*. Springer.
31. Pentikäinen & Pearson, E. (1977) *Risk Theory: The Stochastic Basis of Insurance*. R.E. Beard. (London)
32. Sarabia, J. & Gómez, E. (2007) *Estadística Actuarial. Teoría y Aplicaciones*. Pearson Education. (Madrid)
33. Stern, J & Chew, D. (1992) *The Revolution in Corporate Finance*. Blackwell Publishers Cambridge. (Massachusetts)
34. Tapiero, C. (2004) *Risk and Financial Management: Mathematical and Computational Methods*. Wiley & Sons Inc.
35. Trieschmann, J. & Gustavson, S. (1995) *Risk Management and Insurance*. College Publishing South Western.



36. Venegas, F. (2008) *Riesgos Financieros y económicos. Productos derivados y decisiones económicas bajo incertidumbre*. Cengage Learning Editores (México)
37. Welsch, G. & Robert, A. (1977) *Fundamentals of Financial Accounting*. Irwin Inc.
38. *Reglas del Capital Mínimo de Garantía* (SHCP).
39. *Ley General de Instituciones y Sociedades Mutualistas de Seguros*.
40. *Ley del Contrato del Seguro*.
41. *Circulares emitidas por la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas*.
42. Estándares de Práctica N° 1, 2, 3 y 4. Colegio Nacional de Actuarios, México, 2004.
43. Código de ética. Asociación Mexicana de Actuarios.
44. Circulares emitidas por la Comisión Nacional de Seguros y Fianzas



10. Profesionalismo

Objetivo: Desarrollar conciencia del significado del profesionalismo, la importancia del profesionalismo en el trabajo actuarial e identificar temas de profesionalismo que pueden presentarse en la vida cotidiana.

Tópicos:

- 10.1 Características y estándares de una profesión, incluyendo la necesidad de:
 - 10.1.1 Habilidades especializadas y educación
 - 10.1.2 Capacitación y desarrollo permanentes
 - 10.1.3 Asesoría de alta calidad
 - 10.1.4 Ejercicio de juicio independiente
- 10.2 Objetividad, integridad y responsabilidad Código de conducta
- 10.3 Proceso disciplinario
- 10.4 Estándares de práctica definidos por instituciones de actuarios y otros involucrados
- 10.5 Papel regulatorio de un actuario
- 10.6 El papel profesional del actuario
 - 10.6.1 Análisis y resolución de problemas éticos
 - 10.6.2 Identificación y manejo de conflictos, tal como el uso indebido de influencias inapropiadas en la asesoría
 - 10.6.3 Naturaleza de la asesoría
 - 10.6.4 El interés público

NOTA: El Colegio Nacional de Actuarios asesorará a las Universidades sobre los tópicos anteriores y proporcionará anualmente una plática especializada a los estudiantes miembros del CONAC.

Cada Universidad podrá evaluar si de acuerdo con su filosofía educativa quiere incluir en sus temarios los siguientes: importancia y significado de la ética, la conciencia moral, el bien y los valores.

Referencias

1. Código de Conducta y Ética Profesional del Actuario del Colegio Nacional de Actuarios.
2. Estándares de Práctica Actuarial del CONAC