

Examen escrito CERA Módulo B

Taxonomía y modelización y transferencia de riesgos

de acuerdo con el Reglamento de Examen 2.0
de la *Deutsche Aktuarvereinigung* e. V.
para obtener la acreditación CERA

28.10.2022

Tenga en cuenta:

- Puede utilizar una calculadora.
- El examen tiene un total de 180 puntos. La nota de aprobado es de 90 puntos.
- Por favor compruebe que su examen está completo. Este documento consta de 14 páginas.
- Razone sus respuestas. En las preguntas que impliquen cálculos, debe mostrar todos sus cálculos hasta obtener el resultado.

Miembros del Comité de Examen:

Prof. Dr. Hubert Bornhorn, Dr. Steve Bröske, Dr. Peter Henseler,
Dr. Ingo Kraus, Dr. Nils Langenberg, Dr. Michael Leitschkis

Pregunta 1. Riesgo de tipos de cambio [18 puntos]

- (a) (3 puntos) En forma simplificada, dos aseguradoras tienen los siguientes activos y pasivos:

Aseguradora A:

Aseguradora B:

Activo	Pasivo	Activo	Pasivo
Activos en euros: 100 millones	Pasivo en euros: 100 millones	Activos en euros: 650 millones	Pasivo en euros: 550 millones
Activos en USD: 750 millones	Pasivos en USD: 750 millones	Activos en USD: 200 millones	Pasivos en USD: 300 millones

¿Qué empresa está expuesta al riesgo cambiario? ¿Por qué?

- (b) (2 puntos) El tipo de cambio nominal X entre el euro y el dólar estadounidense es de 1,25 dólares por 1 euro. Los siguientes índices de inflación para cada divisa son los siguientes:

$$\text{Índice de inflación}_{\text{EUR}} = 110$$

$$\text{Índice de inflación}_{\text{USD}} = 115$$

Calcule el tipo de cambio real S .

- (c) (5 puntos) ¿Qué se entiende por teoría de la paridad del poder adquisitivo y en qué medida se corresponde con la realidad? Dé tres argumentos contra la validez de la teoría de la paridad del poder adquisitivo en su forma pura.
- (d) (8 puntos) En el seminario se le presentó un proceso estocástico para modelar los tipos de cambio:

$$d \ln(S) = \alpha(\mu - \ln(S))dt + \sigma dZ$$

con parámetros constantes α , μ y σ , y término estocástico dZ .

¿Qué método de modelización (considerando la teoría de la paridad del poder adquisitivo) subyace a este proceso? ¿Por qué se modela el logaritmo de S ? Dé dos posibles respuestas.

Pregunta 2. Riesgo de tipo de interés [18 puntos]

- (a) (3 puntos) Considere un bono cupón cero y un bono con un cupón anual del 5%. Ambos bonos tienen un vencimiento residual de 3 años. La curva de intereses es plana al 5%. Calcule qué bono tiene mayor sensibilidad al tipo de interés.
- (b) (4 puntos) Puede ignorar cualquier efecto derivado de la participación en beneficios de una aseguradora de líneas personales. Usted trabaja en el departamento de gestión de riesgos de una aseguradora. Un colega le informa con orgullo de que, según sus cálculos, la duración (modificada) del activo es casi idéntica a la del pasivo. Comente esta afirmación. ¿En qué medida depende su respuesta del ramo en el que trabaja?
- (c) (5 puntos) En lo que sigue puede ignorar cualquier error de Monte-Carlo. En su empresa, el valor del pasivo (BEL) se calcula evaluando el modelo corporativo estocástico mediante 1000 simulaciones neutrales al riesgo. Se le pide que determine la duración efectiva del pasivo. Describa qué análisis de sensibilidad realizaría y cómo utilizaría sus resultados para estimar la duración. En su método, ¿qué papel desempeña la convexidad del pasivo?
- (d) (6 puntos) Los pasivos de su empresa consisten principalmente en rentas vitalicias diferidas, mientras que los activos consisten principalmente en valores de interés fijo. Por ello, analizará con mucho cuidado las sensibilidades de los tipos de interés y de la longevidad y prestará especial atención a las duraciones efectivas de los activos y pasivos. Indique sus expectativas a priori sobre las siguientes comparaciones y dé una breve explicación en cada caso:
- Duración base de los activos frente a la duración de los activos ante subida de los tipos de interés
 - Duración base de los pasivos frente a la duración de los pasivos ante subida de los tipos de interés
 - Duración base de los activos frente a la duración de los activos ante aumento de la longevidad (también llamada sensibilidad a la disminución de la mortalidad)
 - Duración base de los pasivos frente a la duración de los pasivos ante aumento de la longevidad.

Pregunta 3. Suscripción de vida [18 puntos]

Como CERA recién titulado, acabas de cambiar de empresa y te incorporas a tu nuevo puesto. No está muy familiarizado con los productos y la cartera de la empresa.

- (a) (10 puntos) Su jefe le informa de dos carteras diferentes de seguros vida entera que tienen el mismo tamaño (el mismo número de asegurados con el mismo importe total asegurado). Le pregunta si, para simplificar y sin estudiar las dos carteras con más detalle, se puede considerar que las dos carteras son idénticas desde el punto de vista del riesgo. ¿Qué respondería usted?

Piense en al menos 4 diferencias posibles entre las carteras y, a continuación, explique cómo repercuten en el riesgo de suscripción.

- (b) (8 puntos) Una vez que analizadas las dos carteras comienza a modelar. A efectos de esta pregunta, suponga que trabaja con el modelo estándar de Solvencia II. Al igual que en la pregunta 3(a), está estudiando las carteras de seguros vida entera.

Nombra los factores de riesgo del árbol de riesgos de Solvencia II en los que generalmente se subdivide el módulo de Vida. En este ejemplo (es decir, el seguro vida entera), ¿cuáles de los factores son más relevantes y cuáles menos?

Describe brevemente los factores más relevantes y el funcionamiento de los escenarios utilizados en ellos.

Nota: Para responder a esta pregunta no es necesario indicar los porcentajes exactos de los shocks al describir los factores de riesgo.

Pregunta 4. Agregación de riesgos [18 puntos]

(a) (6 puntos) Asignación de Euler de una distribución normal:

En primer lugar, consideremos tres riesgos (nocionales) que siguen una distribución normal multivariante R_1, R_2, R_3 . La correlación de R_1 y R_2 es del 75%. R_3 no está correlacionado con R_1 y R_2 , es decir, esta correlación es del 0%.

En este caso, la asignación de Euler corresponde a la asignación de covarianza

$$R_i^{div} = \frac{\text{cov}[R_i, R]}{\text{var}[R]} * \text{VaR}[R] = \frac{\sum_{j=1}^3 \rho_{ij} * \text{VaR}[R_i] * \text{VaR}[R_j]}{\text{VaR}[R]}$$

Donde ρ_{ij} denota los coeficientes de correlación de R_i y R_j , y VaR denota el Valor en Riesgo de los riesgos individuales R_1, R_2, R_3 y/o del riesgo total $R=R_1 + R_2 + R_3$.

Para cada una de las dos distribuciones de riesgo mostradas, asigne el efecto de la diversificación a los riesgos marginales (individuales) R_1, R_2, R_3 , señalados con XX en la tabla y obtenga sus diferencias. Redondee todos sus resultados a números enteros.

	Case 1		Case 2		Difference	
	Undiv.	Div.	Undiv.	Div.	Undiv.	Div.
R_1	150	xx	50	xx	-100	xx
R_2	10	xx	10	xx	0	xx
R_3	50	xx	50	xx	0	xx
Sum	210	165	110	76	-100	-89
Div. abs.	-45		-34		11	
Div. rel.	21%		30%		9%	
R	165		76		-89	

(b) (7 puntos) Una compañía de seguros que utiliza un modelo interno para calcular su SCR quiere reducirlo. Dado que la sensibilidad a los tipos de interés de los pasivos de la compañía es mayor que la de sus activos, la compañía estudia cómo la inversión en bonos a largo plazo impactaría en su situación de riesgo. La tabla siguiente contiene los resultados de SCR antes y después de ampliar la duración de los activos empleando el método de Euler para el cálculo de la contribución al riesgo total de los riesgos individuales.

	Antes de la extensión de la duración		Después de la extensión de la duración		Diferencia	
	Undiv.	Div.	Undiv.	Div.	Undiv.	Div.
SCR en millones de euros						
Riesgos de mercado (suma)	250	165	225	137	-25	-28
Riesgo de renta variable	50	30	50	33	0	3
Riesgo de spread	70	40	75	45	5	5
Riesgo de Volatilidad IR	10	5	10	4	0	-1
Riesgo tipo de interés (IR)	120	90	90	55	-30	-35
Riesgo de contraparte	20	8	20	10	0	2
Riesgos de Suscripción (suma)	120	50	120	55	0	5
Riesgo de caída	35	10	35	11	0	1
Riesgo de longevidad	60	35	60	38	0	3
Riesgo de mortalidad	25	5	25	6	0	1
Riesgo operacional	40	15	40	16	0	1
Abs. Diversificación	-192		-187		5	
Rel. Diversificación	45%		46%		2%	
SCR	238	238	218	218	-20	-20

Las interacciones entre los activos y los pasivos, como las que por ejemplo pueden surgir de la participación en beneficios, pueden ser ignoradas. Lo mismo ocurre con las contribuciones no lineales y los impuestos diferidos. Otros riesgos que no figuran en el cuadro no son relevantes para la compañía.

Explique brevemente, a partir de los resultados de la parte 4(a) anterior, la evolución de los riesgos (diversificados y no diversificados), así como la variación total del efecto de la diversificación. En su respuesta, resuma todos los riesgos que tengan la misma evolución.

- (c) (3 puntos) Utilizando la tabla anterior, proponga una alternativa para reducir o transferir el riesgo que no esté dirigida al riesgo de tipo de interés de la empresa. Explique brevemente la propuesta que ha elegido y si puede tener algún impacto en la calibración o modelización del modelo interno.
- (d) (2 puntos) Suponga que la empresa forma parte de un Grupo y que el modelo interno es un modelo de simulación del Grupo. Explique brevemente por qué este hecho podría afectar a la selección del riesgo a reducir o al consiguiente impacto en la modelización.

Pregunta 5. *Impacto de la inflación en una aseguradora No Vida (P&C) [18 puntos].*

La aseguradora “Feldafinger Brandkasse” también se ve afectada por el aumento de la inflación. Además de los ajustes en la tarificación y la reserva de siniestros, la función de gestión de riesgos también tiene que pensar en los parámetros del modelo interno.

- (a) (7 puntos) Describa brevemente los pasos a seguir para simular grandes pérdidas a partir de datos brutos. Haga especial referencia a la distribución del número de pérdidas y de los importes de estas y describa en cada caso cómo se tiene en cuenta la cuestión de la inflación.

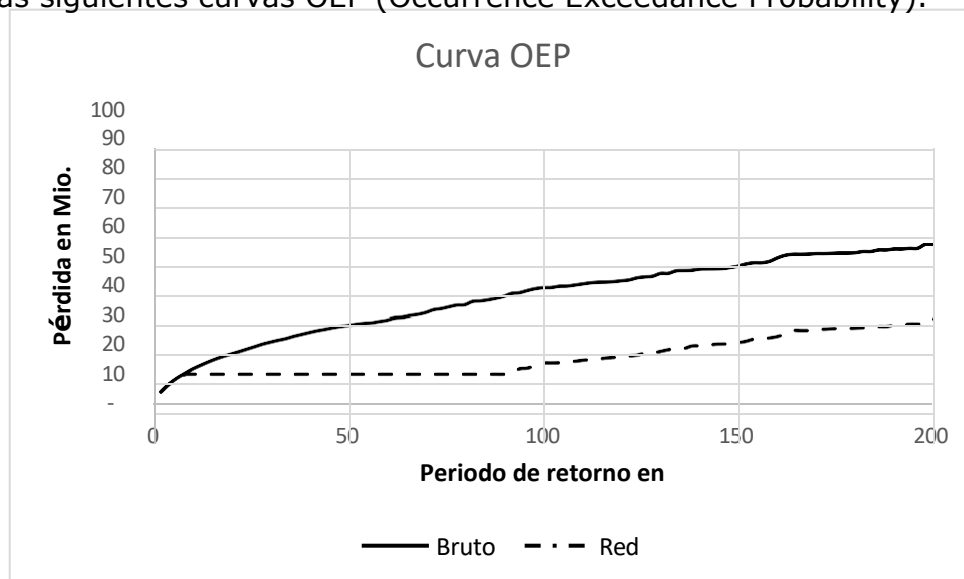
Nota: Considere especialmente la preparación/procesamiento de datos

- (b) (6 puntos) Explique, para el riesgo de reserva, cómo puede tenerse en cuenta la inflación, tanto implícita como explícitamente, en el cálculo de factores de desarrollo al emplear el método Chain Ladder.
- (c) (5 puntos) Suponga que se ha incrementado el riesgo de prima en un 10% y el riesgo de reserva un 20%. ¿En qué porcentaje aumenta el riesgo de suscripción si se supone una correlación del 50% y que la prima y el riesgo de reserva estaban al mismo nivel antes de cualquier ajuste por inflación?

Nota: Realice los cálculos utilizando la fórmula de la raíz cuadrada de Gauss e indique el aumento en forma de porcentaje con dos decimales.

Pregunta 6. Impacto de la *inflación en una aseguradora No Vida (P&C)*
Transferencia del riesgo [18 puntos]

La incertidumbre por el rápido aumento de la inflación también está repercutiendo en la transferencia de riesgos. Se le ha pedido que explique a su CRO el impacto de un aumento de la inflación en la estructura de reaseguro existente. Para ello, utiliza las siguientes curvas OEP (Occurrence Exceedance Probability).



- (a) (6 puntos) En primer lugar, describa qué tipo de estructura de reaseguro parece ser y qué condiciones del tratado puede interpretar a partir de la curva.
- (b) (6 puntos) Supongamos ahora que, en los próximos 5 años, se producirá un aumento de la inflación de alrededor del 50% en total sobre los importes de los siniestros, lo que en principio no tendrá todavía repercusiones en la estructura del reaseguro (sin cláusula de estabilidad). Dibuje la nueva curva bruta y neta que se producirá por el aumento global de la inflación. ¿Con qué período de retorno se supera la cobertura total?

Nota: Cuando dibuje su nueva curva, no escriba en el papel de preguntas.

- (c) (6 puntos) Supongamos ahora que existe una cláusula de índice completo (FIC) en el tratado de reaseguro, lo que significa que la inflación prevista tendrá un impacto del 100% en la cobertura de los pasivos y en la prioridad. Dibuje la curva correspondiente en su diagrama. ¿Con qué período de retorno se superará ahora la cobertura completa?

Nota: Al igual que en los apuntes de clase, utilice una aplicación simplificada del FIC y de la prioridad en la que todavía no se han producido pagos y que consiste completamente en reservas.

Pregunta 7. Reaseguro y titulización de vida [18 puntos]

Usted trabaja en una aseguradora de vida de tamaño medio y le han encargado que piense en reasegurar la cartera.

- (a) (4 puntos) En primer lugar, se le pide que explique brevemente la repercusión del reaseguro en el SCR en general.

Utiliza la formula general del SCR y explica, con un ejemplo de tu elección, como el SCR puede aumentar o disminuir como resultado del reaseguro.

- (b) (2 puntos) Indique dos razones por las que una compañía de seguros seguiría optando por suscribir un contrato de reaseguro a pesar de que hacerlo pudiera repercutir negativamente en el SCR.

- (c) (4 puntos) Recordará las palabras clave *stop loss*, *quota share*, *surplus* y *WXL*.

Describa brevemente las formas de reaseguro de vida mencionadas y resuma brevemente cuáles de las soluciones de reaseguro se designan como proporcionales o no proporcionales y por qué.

- (d) (8 puntos) Su Consejo de Administración le pide ahora que analice, para una empresa con contrato de excedente de sumas y para negocio de pólizas de vida entera, qué efecto tendría esto en el riesgo de suscripción de la empresa.

Usted recuerda los cuatro componentes del riesgo de suscripción tratados en el seminario y decide utilizar esta lista como estructura para su análisis.

Comente la el funcionamiento y la eficacia de un contrato de excedentes de sumas con respecto a estos cuatro componentes del riesgo de suscripción.

Si, para los componentes de riesgo individuales del riesgo de suscripción, llega a la conclusión de que otra forma de reaseguro (según la lista de la pregunta 7(c)) es más adecuada para la transferencia del riesgo, indique de qué forma se trata y explique brevemente su respuesta.

Pregunta 8. Seguro de vida tradicional [18 puntos]

Opción múltiple: Por cada respuesta correcta se otorgan 3 puntos; por cada respuesta incorrecta se restan 3 puntos. El número total de puntos será como mínimo 0. Es posible que dentro de una pregunta más de una de las posibles respuestas sea correcta y en este caso deben darse todas las respuestas posibles.

Por favor, utilice las hojas de respuestas proporcionadas

Situación inicial

Una empresa que tiene en su contabilidad principalmente negocio de seguros de vida tradicionales tiene la siguiente combinación de riesgos (medida en SCR):

- Riesgo de bajada de intereses (30)
- Riesgo de spread (40)
- Caída de cartera (15)
- Mortalidad (1)

Los fondos propios son 100.

- (a) (3 puntos) Supongamos que la aseguradora reduce la brecha de duración vendiendo y reinvertiendo toda la cartera de bonos. ¿Qué ocurrirá con el riesgo de interés y de spread (en términos absolutos si se mantiene la calificación crediticia de los bonos de interés fijo)?
- 1) El riesgo de interés aumenta, aumenta el riesgo de spread
 - 2) El riesgo de interés aumenta, el riesgo de spread disminuye
 - 3) El riesgo de interés aumenta, el riesgo de spread no cambia
 - 4) El riesgo de interés disminuye, el riesgo de spread aumenta
 - 5) El riesgo de interés disminuye, el riesgo de spread disminuye
 - 6) El riesgo de interés disminuye, el riesgo de spread no cambia
- (b) (3 puntos) La aseguradora desea invertir en swaptions como receptor de interés fijo. Si desea pagar lo menos posible, ¿qué combinación de parámetros debería seleccionar?

- 1) Strike bajo, vencimiento de la opción corto
- 2) Strike alto, vencimiento de la opción corto
- 3) Strike alto, vencimiento lejano de la opción
- 4) Bajo strike, vencimiento lejano largo plazo

Tras la cobertura mediante swaptions como receptor de interés fijo, la combinación de riesgos (medida en SCR) es ahora la siguiente:

- Riesgo de subida de intereses (5)
- Riesgo de spread (50)
- Caída de cartera (20)
- Mortalidad (2)

Los fondos propios también han cambiado como resultado de la cobertura y ahora son 110.

(c) (3 puntos) ¿Por qué podrían haber aumentado los fondos propios?

- 1) Aumento del valor de mercado de los activos debido a la cobertura
- 2) El valor de la provisión de la mejor estimación se ha reducido
- 3) Reducción del margen de riesgo
- 4) Ninguna de las anteriores

(d) (3 puntos) ¿Cómo podría reducirse el riesgo de tipo de interés (ahora el escenario que carga capital es por incremento de tipos)?

- 1) Compra de swaptions como pagador de interés fijo
- 2) Vender de nuevo una parte de las swaptions como receptor de interés fijo
- 3) Reducir la brecha de duración mediante swaptions como pagador de interés fijo
- 4) Cerrar la brecha de duración reestructurando los títulos de renta fija en vencimientos más cortos

(e) (3 puntos) ¿Cómo se puede diseñar la cobertura de forma más favorable (si se acepta que, al hacerlo, se sacrifica parte de la cobertura)?

- 1) Posición corta en swaptions como pagador de interés fijo con un strike más alto
 - 2) Reducir el strike de los swaptions como receptor de interés fijo
 - 3) Posición corta en swaptions como receptor de interés fijo con un strike más bajo
- (f) (3 puntos) El nivel del tipo de interés es plano, del 1,5%. ¿Qué opción debería comprar la aseguradora si, dentro de 5 años, desea adquirir un bono con un plazo residual de 10 años y un cupón del 1%, independientemente de cuál sea el valor de mercado del bono dentro de 5 años?
- 1) Swaptions como receptor de interés fijo con vencimiento de opción de 10 años y vencimiento de swap de 5 años, strike 1%.
 - 2) Swaptions como pagador de interés fijo con vencimiento de opción de 5 años y vencimiento de swap de 10 años, strike 1%.
 - 3) Swaptions como receptor de interés fijo con vencimiento de opción de 5 años y vencimiento de swap de 10 años, strike 1%.
 - 4) Swaptions como receptor de interés fijo con vencimiento de opción de 5 años y plazo de swap de 10 años, strike 1,5%.

Pregunta 9. Riesgo de crédito [18 puntos]

Todos los bonos considerados tienen pagos de cupones anuales, el mismo vencimiento y ninguna opción implícita. La curva de tipos libre de riesgo es plana. La cartera del Departamento de Inversiones se compone de los bonos del cuadro 1.

- (a) (5 puntos) Ordene los bonos de la Tabla 1 de acuerdo a su Z-spread.
- (b) (3 puntos) Ningún bono de la Tabla 1 está garantizado. ¿Qué puede decir sobre su calidad crediticia?
- (c) (4 puntos) Su departamento de inversiones está considerando la posibilidad de comprar otro bono de la tabla 2. Para cada bono, analice los aspectos relacionados con el riesgo de crédito de la compra para la cartera global.
- (d) (6 puntos) El Departamento de Inversiones ha optado por el Bono 7, que considera de bajo precio, y ha comprado 10.000 nominales. Como gestor de riesgos, usted aprueba la compra con la condición de que el aumento del riesgo de crédito de la cartera se mitigue mediante la compra de un CDS (Credit Default Swap). La tabla 3 enumera los CDS disponibles. Para cada uno de ellos, analice las propiedades de cobertura en el contexto de las posiciones existentes. ¿Qué CDS y qué CDS nominales recomienda? Razone su respuesta.

Tabla 1

Bono	Nominal	Valor de mercado	Cupón	Emisor
1	20.000	22.000	2,5%	Cadena hotelera francesa xyz
2	15.000	15.750	3,0%	Banco español abc
3	25.000	26.250	2,5%	Banco español abc
4	40.000	44.000	2,0%	Cadena hotelera francesa xyz

Cuadro 2

Bono	Emisor	Cupón	MV%
5	Estado de Bélgica	2,0%	110,0%
6	Banco italiano	2,5%	110,0%
7	Cadena de restaurantes franceses	4,0%	100,0%

Cuadro 3

CDS	Obligación de referencia	Entidad de referencia
X	Bono 2	Banco español abc
Y	Bono 8	Operador turístico francés
Z	Bono 9	Estado de Alemania

Pregunta 10. *Riesgos climáticos (financieros) [18 puntos]*

Como se ha comentado en el seminario, los riesgos climáticos (financieros) se dividen generalmente en riesgos climáticos físicos y de transición.

- (a) (3 puntos) Defina estas dos subcategorías de riesgo climático.
- (b) (9 puntos) Explique cómo estos dos riesgos pueden provocar otros riesgos de las categorías de riesgo de suscripción, crédito y mercado. Describa un ejemplo de riesgo físico y un ejemplo de riesgo de transición y explique cómo pueden dar lugar a un riesgo de suscripción/crédito o riesgo de mercado (dé un ejemplo por cada combinación, es decir, seis ejemplos en total).
- (c) (3 puntos) Describa la importancia del riesgo climático físico y de transición para las aseguradoras de vida y de no vida.
- (d) (3 puntos) Analice los riesgos por plazos (a corto, medio y largo plazo) de los riesgos climáticos físicos y de transición.