

GESTIÓN DE RIESGOS FINANCIEROS

Stephanía Mosquera López

smosqueral@eafit.edu.co

Escuela de Finanzas, Economía y Gobierno
2022-I

Riesgo de Crédito

El **riesgo de crédito** se define como la pérdida potencial que se registra con motivo del incumplimiento de una contraparte en una transacción financiera.

También se concibe como un **deterioro** en la calidad crediticia de la contraparte o en la garantía o colateral pactada originalmente.

Tradicionalmente, los bancos y empresas han elaborados procedimientos o **normas de crédito** para seleccionar los clientes a quienes prestarles, montos y tasas.

Definiciones

- La **probabilidad de incumplimiento (no condicional)** es la probabilidad de incumplimiento durante un año.
- **Hazard rate** es la probabilidad de incumplimiento entre dos períodos de tiempo **condicional** a que no haya un incumplimiento anterior.
- **Recovery rate (tasa de recuperación)** es lo que reciben los tenedores de deuda como una fracción de lo que se les debe en caso de incumplimiento.
- **Loss given default** es la diferencia entre lo que se les debe a los bondholders y lo que reciben (también como una fracción del pago prometido).

Riesgo de Crédito – Tasa Libre de Riesgo

El **credit spread** es la diferencia entre el rendimiento al vencimiento de un bono que puede entrar en default y uno que no, pero que son iguales en las demás características.

La tasa libre de riesgo utilizada por los traders de bonos es usualmente una tasa del Tesoro.

Por ejemplo, un bono puede tener una tasa de rendimiento de un spread de 250 puntos básicos sobre la tasa del Tesoro.

Los **credit default swap (CDS)** spreads proveen una estimación del credit spread que no depende de la tasa libre de riesgo.

Ratings Crediticios

Calificadoras de Riesgo

- Brindan información de la calidad del crédito.
- Los ratings son estables.
- Solo cambian cuando hay razones para creer que la calidad crediticia de largo plazo de la empresa ha cambiado.
- Invariantes al ciclo económico.

Ratings Internos

- Los ratings de las calificadoras son muy estables y solo están disponibles para empresas que han emitido deuda públicamente.
- Se basan en indicadores financieros y en la capacidad de generar flujos de caja.

Ratings Crediticios



Califica la solvencia de los bonos corporativos.

	Moody's	S&P	Fitch	Rating Description
Investment grade	Aaa	AAA	AAA	Prime
	Aa1	AA+	AA+	High grade
	Aa2	AA	AA	
	Aa3	AA-	AA-	
	A1	A+	A+	Upper medium grade
	A2	A	A	
	A3	A-	A-	
	Baa1	BBB+	BBB+	Lower medium grade
	Baa2	BBB	BBB	
	Baa3	BBB-	BBB-	
Non-investment grade	Ba1	BB+	BB+	Speculative
	Ba2	BB	BB	
	Ba3	BB-	BB-	
	B1	B+	B+	Highly speculative
	B2	B	B	
	B3	B-	B-	
	Caa1 & below	CCC+ & below	CCC & below	Extremely speculative/ Default

Source: Moody's, S&P and Fitch.

Probabilidad de Default Histórica

TABLE 19.1 Average Cumulative Default Rates (%), 1970–2013

Time (years)	1	2	3	4	5	7	10	15	20
Aaa	0.000	0.013	0.013	0.037	0.104	0.241	0.489	0.910	1.073
Aa	0.022	0.068	0.136	0.260	0.410	0.682	1.017	1.871	3.167
A	0.062	0.199	0.434	0.679	0.958	1.615	2.759	4.583	7.044
Baa	0.174	0.504	0.906	1.373	1.862	2.872	4.623	8.306	11.969
Ba	1.110	3.071	5.371	7.839	10.065	13.911	19.323	28.500	35.410
B	3.904	9.274	14.723	19.509	23.869	31.774	40.560	50.275	55.892
Caa-C	15.894	27.003	35.800	42.796	48.828	56.878	66.212	73.152	74.946

Source: Moody's.

Probabilidad de Default Histórica

Ejemplo:

Table 24.1 Average cumulative default rates (%), 1970–2015 (Source: Moody's).

Term (years):	1	2	3	4	5	7	10	15	20
Aaa	0.000	0.011	0.011	0.031	0.087	0.198	0.396	0.725	0.849
Aa	0.022	0.061	0.112	0.196	0.305	0.540	0.807	1.394	2.266
A	0.056	0.170	0.357	0.555	0.794	1.345	2.313	4.050	6.087
Baa	0.185	0.480	0.831	1.252	1.668	2.525	4.033	7.273	10.734
Ba	0.959	2.587	4.501	6.538	8.442	11.788	16.455	23.930	30.164
B	3.632	8.529	13.515	17.999	22.071	29.028	36.298	43.368	48.071
Caa–C	10.671	18.857	25.639	31.075	35.638	41.812	47.843	50.601	51.319

- La probabilidad de **default** de un bono con calificación Caa o inferior durante el tercer año es $25.639\% - 18.857\% = 6.782\%$. (**probabilidad incondicional de incumplimiento**).
- La probabilidad de que el bono **sobreviva** hasta el final del año 2 es $100\% - 18.857\% = 81.143\%$.
- La probabilidad de que incumpla durante el tercer año **condicional** a que no se produzca un incumplimiento anterior es de $0.06782 / 0.81143$, o 8,36%.
- 8,36% es una **probabilidad condicional** para un período de 1 año (es una hazard rate o intensidad predeterminada, que podría definirse en cualquier otro período de tiempo).

Tasa de Recuperación

Cuando una **empresa** entra en **bancarrota** los acreedores presentan reclamaciones contra la empresa.

Con la liquidación de la empresa se busca responder a la mayor parte posible de estas reclamaciones.

La tasa de recuperación o ***recovery rate*** para un bono se define como el precio al que transa 30 días después de su default como porcentaje de su valor facial.

Las **tasas de recuperación** están **correlacionadas negativamente** con las **tasas de default**.

Tasa de Recuperación

TABLE 19.2 Recovery Rates on Corporate Bonds as a Percent of Face Value, 1982 to 2013, Issuer Weighted

Class	Average Recovery Rate (%)
Senior secured bond	52.2
Senior unsecured bond	37.2
Senior subordinated bond	31.0
Subordinated bond	31.4
Junior subordinated bond	24.7

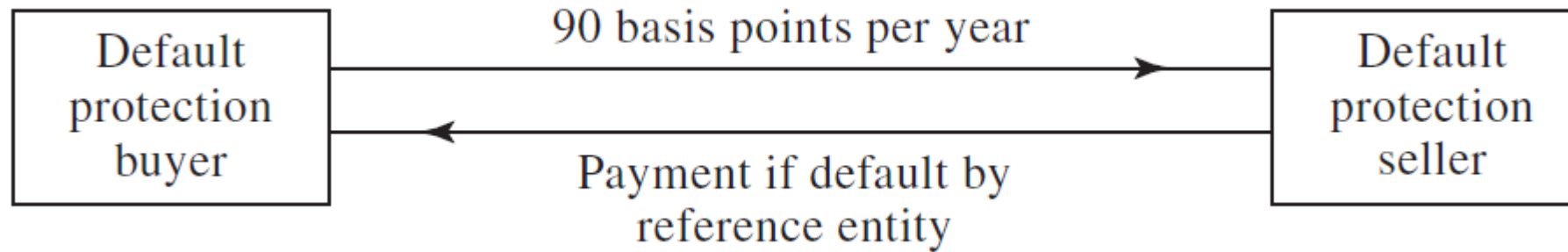
Source: Moody's.

Credit Default Swaps (CDS)

Es un derivado financiero que brinda seguro contra el riesgo de default de una empresa en particular.

- El comprador de protección crediticia (**comprador del CDS**) realiza una serie de pagos programados al vendedor de protección crediticia (**vendedor del CDS**) hasta el final de la vida del CDS o hasta que un evento de **crédito suceda** (default de la empresa).
- El vendedor no realiza ningún pago hasta que un evento de **crédito** ocurra.
- Funciona como un **seguro**.

Credit Default Swaps (CDS)



Si el valor del principal es de \$100 millones y el comprador acuerda pagar 90 puntos básicos por año en pagos trimestrales, éste debe **pagarle al vendedor trimestralmente:**

$$0.25 \times 0.0090 \times 100,000,000 = \$225,000$$

Credit Default Swaps (CDS)

El total pagado por año, como porcentaje del valor facial, para comprar protección se conoce como el **CDS spread** (en el ejemplo anterior el CDS spread es de 90 puntos básicos).

Los participantes del mercado crediticio han desarrollado **índices** para **monitorear los CDS spreads**. Los índices son el promedio de los CDS spreads de las compañías incluidas. Dos portafolios utilizados son:

- **CDX NA IG:** un portafolio de 125 empresas con grado de inversión en Norte América.
- **iTraxx Europe:** un portafolio de 125 empresas con grado de inversión en Europa.

Credit Default Swaps (CDS)



Credit Default Swaps (CDS)







Modelos Cálculo Probabilidad de Incumplimiento

Los modelos más utilizados en el mercado para medir riesgo de crédito son:

- **Modelos econométricos:** se utilizan modelos de regresión múltiple y modelos Logit y Probit para determinar las probabilidades de default. Las variables independientes son indicadores financieros o características del cliente, y variables externas que miden el comportamiento macroeconómico.
- **Modelo de Merton y Moody's KMV:** se basa en la teoría de opciones para calcular la probabilidad de default y el valor de la deuda.

Modelos Cálculo Probabilidad de Incumplimiento

Aspecto	Modelo Estructural	Forma Reducida
Principales diferencias	<p>¿Qué causa el default?</p> <p>Endógeno</p> <p>Valoración de opciones</p>	<p>¿Cuándo ocurre el default?</p> <p>Exógeno</p> <p>Estadístico</p>
Pros & Cons	<p>¿Qué causa el default?</p> <p></p> <p>Desafíos en la implementación</p> <p></p>	<p>No da información sobre la naturaleza del default</p> <p></p> <p>Riesgo de modelo</p> <p>Inputs observables </p>

El Modelo de Z-Score de Altman

- Modelo econométrico propuesto por **Edward Altman** en 1968. Se construye a partir de **razones financieras**.
- Busca obtener una calificación (**Z-score**) que **discrimina** las empresas que incumplen en sus obligaciones crediticias de las que no.
- Altman (1968) utiliza un grupo de 66 empresas manufactureras que cotizaban en bolsa, donde 33 de éstas conforman el **grupo de bancarrota** (se acogieron al capítulo X).

El Modelo de Z-Score de Altman

- En su primer modelo, Altman (1968) escogió **22 ratios financieras**. Mediante **un proceso secuencial** excluyó las ratios estadísticamente no significativas e incluyó las significativas.
- Altman (1986) escogió cinco ratios financieras y propuso la siguiente función discriminante:

$$Z = 1.2X_1 + 1.4X_2 + 3.3X_3 + 0.6X_4 + 0.999X_5 \rightarrow$$

- X_1 : Working capital/Total assets
- X_2 : Retained earnings/Total assets
- X_3 : Earnings before interest and taxes/Total assets
- X_4 : Market value of equity/Book value of total liabilities
- X_5 : Sales/Total assets

El Modelo de Z-Score de Altman

Variable	Factores	Descripción	Beta
X_1	$\frac{\text{Capital de Trabajo Neto}}{\text{Activos Totales}}$	Captura la liquidez de corto plazo de la empresa.	1,2
X_2	$\frac{\text{Utilidades Retenidas}}{\text{Activos Totales}}$	Entre más joven la empresa menos capacidad tendrá para acumular utilidades, entonces tendrá mayor probabilidad de default comparada con empresas más antiguas.	1,4
X_3	$\frac{\text{EBIT}}{\text{Activos Totales}}$	Mide la rentabilidad de la empresa.	3,3
X_4	$\frac{\text{Valor de Mercado del Patrimonio}}{\text{Pasivos Totales}}$	En la medida que el valor de mercado de la empresa disminuye, ésta tiene menor capacidad para pagar sus obligaciones financieras. Es una medida de mercado del apalancamiento de la empresa.	0,6
X_5	$\frac{\text{Ventas}}{\text{Activos Totales}}$	Indica la eficiencia con la que la empresa usa sus activos totales para generar ventas.	0,999

El Modelo de Z-Score de Altman

TABLE 1
VARIABLE MEANS AND TEST OF SIGNIFICANCE

Variable	Bankrupt Group Mean	Non-Bankrupt Group Mean	F Ratio
	n = 33	n = 33	
X ₁	— 6.1%	41.4%	32.60*
X ₂	—62.6%	35.5%	58.86*
X ₃	—31.8%	15.3%	26.56*
X ₄	40.1%	247.7%	33.26*
X ₅	150.0%	190.0%	2.84

* Significant at the .001 level.

F_{1,60} (.001) = 12.00

F_{1,60} (.01) = 7.00

F_{1,60} (.05) = 4.00

Altman (1968). "Financial Ratios, Discriminant Analysis, and the Prediction of Corporate Bankruptcy," *Journal of Finance* 23, No. 4, 589–609.

El Modelo de Z-Score de Altman

De acuerdo con Altman (1968), la situación financiera de la empresa depende del valor de Z:

Z score	Zone	Descripción
< 1.8	Distress Zone	La posibilidad de que la empresa quiebre es alta.
1.8 - 2.99	Gray Zone	La empresa tiene algún grado de problemas financieros (zona de ignorancia)
> 2.99	Safe Zone	La posibilidad de que la empresa quiebre es baja.

Modelos Probit o Logit

Se utiliza un modelo de elección cualitativa para determinar la **probabilidad** de que un individuo o empresa con **ciertas características** se declare en **incumplimiento** o degrade su calificación crediticia (probabilidad de que pertenezca a uno de dos grupos específicos).

Se busca determinar el conjunto de atributos que explican el incumplimiento del deudor.

Los **modelos Probit y Logit** asumen que la probabilidad de default es una función lineal de múltiples variables independientes (razones financieras, características del cliente, variables macro, etc).

Modelos Probit o Logit

$$P_i = a_0 + a_1x_1 + a_2x_2 + a_3x_3 + \cdots + a_nx_n$$

donde P_i es la probabilidad de incumplimiento del deudor i . Es una variable dicotómica que sólo puede tomar valores entre cero y uno.

Pasos:

- Agrupar la cartera crediticia por tipo de créditos homogéneos.
- Definir una muestra significativa por grupos, tanto de empresas que cumplen con sus obligaciones crediticias como empresas con cartera vencida.
- Calcular ratios financieras
- Estimar un modelo Probit o Logit y determinar el que se ajuste mejor de acuerdo a pruebas de bondad de ajuste.

Modelo de Merton

En 1974, Merton propuso un modelo donde el patrimonio de una empresa es una **opción sobre sus activos**.

Basándose en la teoría de valoración de opciones desarrollada por **Black & Sholes (1973)**, el modelo busca determinar el valor del capital y de la deuda de una empresa, y determinar la probabilidad de incumplimiento de ésta.

Considere una empresa que solamente tiene dos instrumentos financieros, un bono cero cupón que vence en el momento T y acciones comunes.

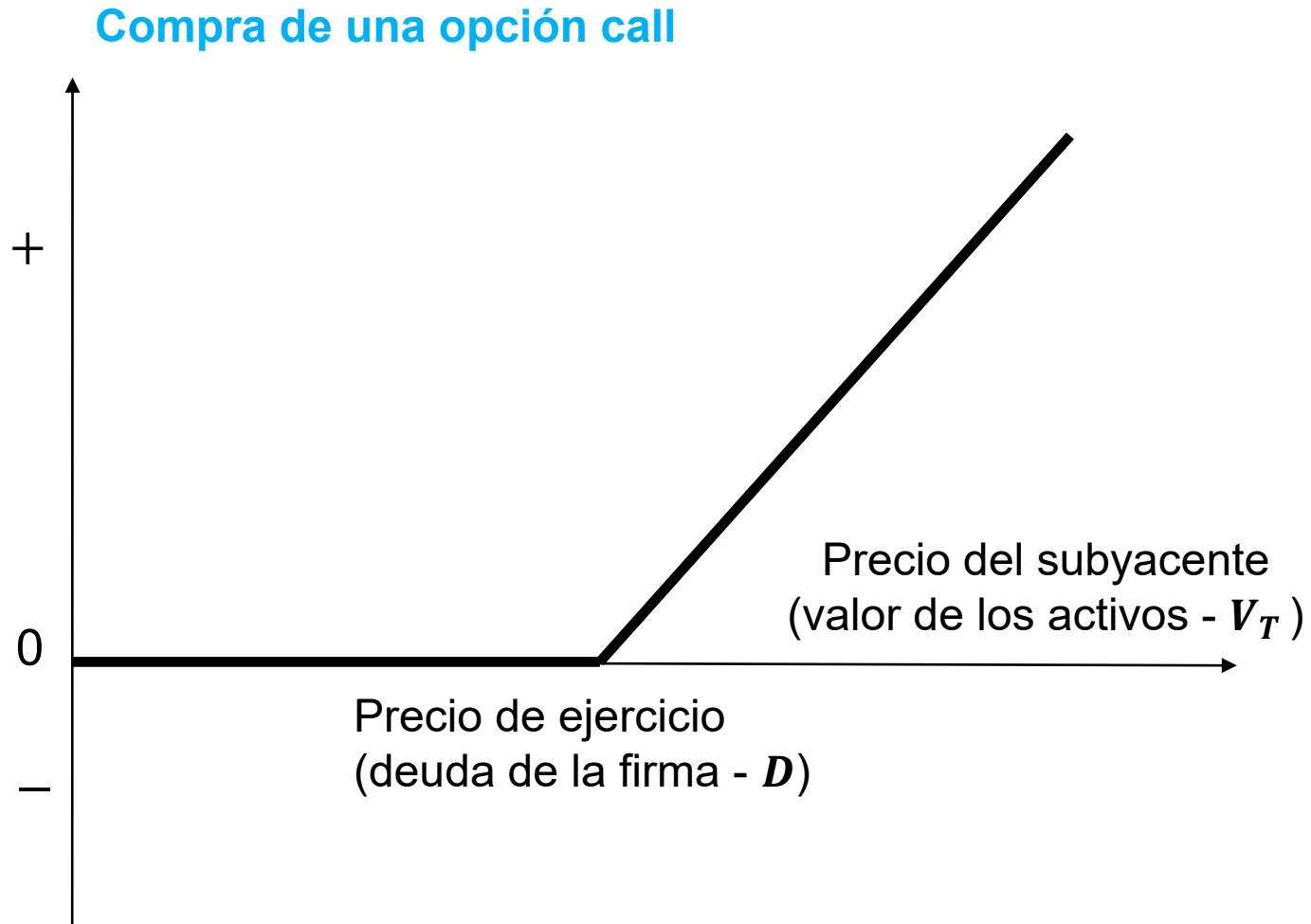
Merton (1974). "On the Pricing of Corporate Debt: The Risk Structure of Interest Rates", Journal of Finance 29, 449–470.

Modelo de Merton

Definiendo:

- V_0 : valor de los activos de la empresa hoy.
- V_T : valor de los activos de la empresa en T .
- E_0 : valor del patrimonio de la empresa hoy.
- E_T : valor del patrimonio de la empresa en T .
- D : cantidad de deuda en intereses y principal que debe ser pagado en T .
- σ_V : volatilidad de los activos (se asume constante).
- σ_E : volatilidad del patrimonio.
- r : tasa libre de riesgo.

Modelo de Merton



Si $V_T < D$, es racional para la empresa incumplir su deuda en T . En este caso, el valor del patrimonio sería 0.

Si $V_T > D$, la empresa debería pagar su deuda en T y el valor de la firma sería $V_T - D$.



$$E_T = \max(V_T - D, 0)$$

Modelo de Merton

Así, el equity de una empresa es una call option sobre el valor de los activos con un precio de ejercicio igual a la deuda.

Podemos entonces utilizar la fórmula Black-Scholes-Merton para obtener el valor del patrimonio hoy:

$$E_0 = V_0 N(d_1) - D e^{-rT} N(d_2)$$

donde:

$$d_1 = \frac{\ln(V_0/D) + (r + \sigma_V^2/2)T}{\sigma_V \sqrt{T}} \quad y \quad d_2 = d_1 - \sigma_V \sqrt{T}$$

N es la distribución normal acumulada.

Modelo de Merton

En el modelo de Merton, la empresa entra en default cuando la opción no se ejerce.

La probabilidad de que la opción no se ejerza es $N(-d_2)$. Para calcularla necesitamos V_0 y σ_V , que no conocemos directamente.

Si la compañía transa públicamente, podemos observar E_0 y podemos estimar σ_E . Del lema de Itô tenemos que:

$$\sigma_E E_0 = N(d_1) \sigma_V V_0$$

Ampliaciones Modelo de Merton

- El modelo de Merton asume que el **valor de los activos se distribuye normal** y que el **default solo puede darse en T** .
- El modelo de Moody's KMV fue introducido en la década de los 80.
- La función de distribución normal es sustituida por una función estimada empíricamente.
- El valor de la deuda, D , es sustituido por \tilde{D} para reflejar mejor la estructura de los pasivos de la empresa.