Ingeniería Financiera

Módulo 4.8

SWAPS

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo

Facultad de Contaduría y Ciencias Administrativas

Dr. Víctor G. Alfaro-García

Objetivo

El estudiante comprenderá el concepto, tipos, funcionamiento y aplicaciones de los swaps financieros, especialmente los interest rate swaps y currency swaps, como instrumentos para gestionar riesgos en contextos reales.

¿Y si pudieras intercambiar tus condiciones con alguien más?

- Don Elías tiene un crédito con tasa variable.
- Su amigo tiene uno con tasa fija.
- Ambos quieren intercambiar condiciones para mejorar su situación financiera.
- Surge el SWAP.

Definición:

- Contrato OTC para intercambiar flujos de pago futuros.
- No se intercambian activos, sino condiciones.
- Ejemplo: Tasa fija vs variable, divisas vs divisas.

LIBOR

LIBOR significa London Interbank Offered Rate:

Es la tasa promedio a la que los bancos más grandes del mundo se prestaban dinero entre ellos en Londres a corto plazo

- Se usaba como referencia mundial para:
  - Créditos grandes (como los de empresas multinacionales).
  - Hipotecas internacionales.
  - Swaps y derivados financieros.
  - Bonos flotantes.

- Ejemplo en Hull: Cemex pide un préstamo a tasa **LIBOR + 2%**, eso significa: lo que cueste pedir dinero entre bancos en Londres + 2% extra.

- Desde 2021–2023, LIBOR ha sido reemplazado por nuevas tasas, porque hubo escándalos de manipulación. Ahora se usa, por ejemplo:
  - **SOFR** (en dólares, EE.UU.)
  - **ESTR** (en euros)
  - **SONIA** (en libras, Reino Unido)

- LIBOR fue durante décadas el termómetro global del costo del dinero. Aunque hoy lo están reemplazando, los contratos antiguos y muchos libros todavía lo usan

Tipos de swaps

Por su naturaleza

- **Interest rate swap:** Acuerdo entre dos partes para intercambiar pagos de intereses: una paga tasa fija y la otra tasa variable, sobre un monto nocional. Se usa para gestionar riesgo de tasas.
- **Currency swap:** Intercambio de pagos en dos monedas diferentes, incluyendo intereses y, a veces, principal. Permite cubrir riesgo cambiario en contratos internacionales.
- **Commodity swap:** Contrato para fijar el precio de un commodity (como petróleo, café, trigo) a futuro, liquidando solo la diferencia contra el precio de mercado, sin entregar el bien físico.
- **Credit default swap:** Contrato tipo seguro donde una parte paga una prima periódica y, si ocurre un evento de crédito (como default), la contraparte paga una compensación.

Por su complejidad

- **Plain Vanilla swap:** Un swap estándar donde se intercambian pagos fijo ↔ variable, sin condiciones adicionales.
- **Swap Estructurado:** Un swap personalizado que incorpora límites, escalonamientos o fórmulas complejas según necesidades específicas.

Valor presente de un flujo

- Don Elías tiene que pagar $30,000 dentro de 6 meses.
- La tasa de descuento anual es 5%.
- ¿Cuánto vale ese pago hoy?

Fórmula del valor presente:

$$PV = C \cdot e^{-rt}$$

Variables:

- PV: valor presente del flujo
- $C = 30{,}000$: monto del pago futuro
- $r = 0.05$: tasa de descuento anual (5
- $t = 0.5$: tiempo en años (6 meses)

Cálculo paso a paso:

$$PV = 30{,}000 \cdot e^{-0.05 \cdot 0.5}$$

$$PV = 30{,}000 \cdot e^{-0.025}$$

$$PV \approx 30{,}000 \cdot 0.97531 = 29{,}259.30$$

Valor presente swap vs no swap

- Don Elías debe pagar en 6 meses una tasa variable estimada de **$31,000**. Usamos tasa de descuento 5% anual → 2.5% semestral:

Cálculo sin swap (tasa variable):
Fórmula:

$$PV = C \cdot e^{-rt}$$

Variables:

- $C = 31{,}000$
- $r = 0.05$ anual $\rightarrow 0.025$ semestral
- $t = 0.5$ años

Sustitución:

$$PV = 31{,}000 \cdot e^{-0.025 \cdot 0.5}$$

Paso a paso:

$$PV = 31{,}000 \cdot e^{-0.0125}$$

$$PV = 31{,}000 \cdot 0.98758$$

$$PV = 30{,}614.98$$

- Don Elías tiene pactado pagar fijo **$30,000** en 6 meses. Misma tasa de descuento.

Cálculo con swap (tasa fija):
Fórmula:

$$PV = C \cdot e^{-rt}$$

Variables:

- $C = 30{,}000$
- $r = 0.05$ anual $\rightarrow 0.025$ semestral
- $t = 0.5$ años

Sustitución:

$$PV = 30{,}000 \cdot e^{-0.025 \cdot 0.5}$$

Paso a paso:

$$PV = 30{,}000 \cdot e^{-0.0125}$$

$$PV = 30{,}000 \cdot 0.98758$$

$$PV = 29{,}627.47$$

• Sin swap: Don Elías tiene riesgo de pagar más si la tasa sube. Con swap: asegura un pago fijo menor en valor presente.
Diferencia hoy: $30,614.98 - $29,627.47 ≈ $987.51.

Interest Rate Swap

- Don Elías quiere convertir su préstamo de tasa variable a tasa fija. El banco le ofrece un **swap de tasas de interés**.
- El swap cubre pagos semestrales por 1 año sobre un nocional de $1,000,000 MXN.
- La tasa fija ofrecida es 6% anual.
- La tasa variable esperada es 5.5% el primer semestre y 6.2% el segundo.
- La tasa libre de riesgo es 5% anual.

Fórmula general del valor de un Interest Rate Swap (IRS):

$$V_{\text{swap}} = PV_{\text{variable}} - PV_{\text{fijo}}$$

Desglose por componentes:

$$PV_{\text{fijo}} = C_f \cdot e^{-rt_1} + C_f \cdot e^{-rt_2}$$

$$PV_{\text{variable}} = C_v^{(1)} \cdot e^{-rt_1} + C_v^{(2)} \cdot e^{-rt_2}$$

Variables del ejercicio (Don Elías):

- Nocional: $\$1{,}000{,}000$
- Tasa fija anual: $6\% \rightarrow$ semestral: $3\% \rightarrow C_f = 30{,}000$
- Tasa variable estimada:
  - Primer semestre: 5.5% anual $\rightarrow 2.75\%$ semestral $\rightarrow C_v^{(1)} = 27{,}500$
  - Segundo semestre: 6.2% anual $\rightarrow 3.1\%$ semestral $\rightarrow C_v^{(2)} = 31{,}000$
- Tasa de descuento: 5% anual $\rightarrow$ semestral $r = 0.025$
- Tiempos: $t_1 = 0.5$, $t_2 = 1$

Interest Rate Swap

- Don Elías quiere convertir su préstamo de tasa variable a tasa fija. El banco le ofrece un **swap de tasas de interés**.
- El swap cubre pagos semestrales por 1 año sobre un nocional de $1,000,000 MXN.
- La tasa fija ofrecida es 6% anual.
- La tasa variable esperada es 5.5% el primer semestre y 6.2% el segundo.
- La tasa libre de riesgo es 5% anual.

Paso 2 – Valor presente de los flujos fijos:

$$PV_{\text{fijo}} = C_f \cdot e^{-rt_1} + C_f \cdot e^{-rt_2}$$

Sustituyendo los valores del ejemplo:

$$PV_{\text{fijo}} = 30{,}000 \cdot e^{-0.025 \cdot 0.5} + 30{,}000 \cdot e^{-0.025 \cdot 1}$$

Paso a paso:

$$PV_{\text{fijo}} = 30{,}000 \cdot e^{-0.0125} + 30{,}000 \cdot e^{-0.025}$$

$$PV_{\text{fijo}} = 30{,}000 \cdot 0.98758 + 30{,}000 \cdot 0.97531$$

$$PV_{\text{fijo}} = 29{,}630.68 + 28{,}522.38 = 58{,}153.06$$

Interest Rate Swap

- Don Elías quiere convertir su préstamo de tasa variable a tasa fija. El banco le ofrece un **swap de tasas de interés**.
- El swap cubre pagos semestrales por 1 año sobre un nocional de $1,000,000 MXN.
- La tasa fija ofrecida es 6% anual.
- La tasa variable esperada es 5.5% el primer semestre y 6.2% el segundo.
- La tasa libre de riesgo es 5% anual.

Paso 3 – Valor presente de los flujos variables:

$$PV_{\text{variable}} = C_v^{(1)} \cdot e^{-rt_1} + C_v^{(2)} \cdot e^{-rt_2}$$

Sustituyendo los valores del ejemplo:

$$PV_{\text{variable}} = 27{,}500 \cdot e^{-0.025 \cdot 0.5} + 31{,}000 \cdot e^{-0.025 \cdot 1}$$

Paso a paso:

$$PV_{\text{variable}} = 27{,}500 \cdot e^{-0.0125} + 31{,}000 \cdot e^{-0.025}$$

$$PV_{\text{variable}} = 27{,}500 \cdot 0.98758 + 31{,}000 \cdot 0.97531$$

$$PV_{\text{variable}} = 27{,}178.20 + 30{,}248.74 = 57{,}426.94$$

Interest Rate Swap

- Don Elías quiere convertir su préstamo de tasa variable a tasa fija. El banco le ofrece un **swap de tasas de interés**.
- El swap cubre pagos semestrales por 1 año sobre un nocional de $1,000,000 MXN.
- La tasa fija ofrecida es 6% anual.
- La tasa variable esperada es 5.5% el primer semestre y 6.2% el segundo.
- La tasa libre de riesgo es 5% anual.

Paso 4 – Resultado final del swap:

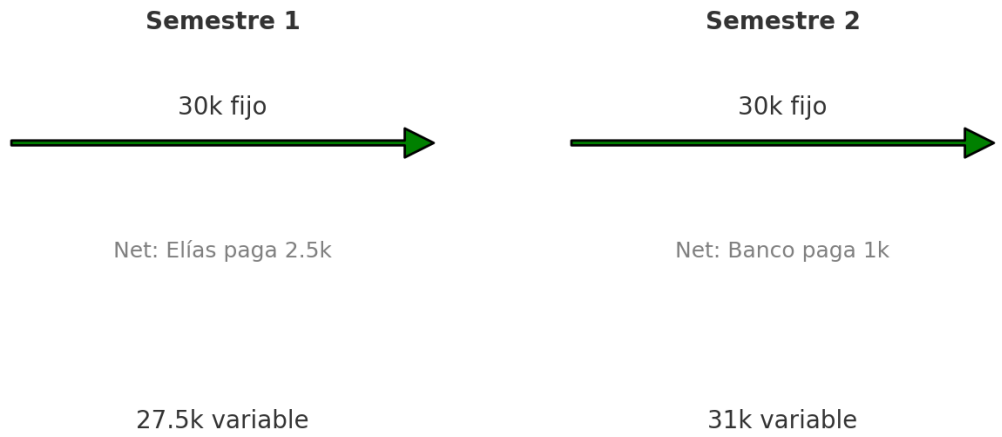
$$V_{\text{swap}} = PV_{\text{variable}} - PV_{\text{fijo}}$$

$$V_{\text{swap}} = 57{,}426.94 - 58{,}153.06$$

$$V_{\text{swap}} = -726.12$$

Interpretación: Don Elías tendría que pagar $726.12 para entrar a este swap hoy. El valor presente de lo que recibirá es menor al valor presente de lo que pagará.

Intercambio neto de flujos en Interest Rate Swap



Semestre 1
Don Elías paga fijo: $30,000 → al banco.
Banco paga variable: $27,500 → a Don Elías.
Neto: Don Elías paga $2,500.

Semestre 2
Don Elías paga fijo: $30,000 → al banco.
Banco paga variable: $31,000 → a Don Elías.
Neto: Banco paga $1,000 a Don Elías.

El millón de pesos solo es referencia, no se transfiere ni cambia de manos.

- En un Interest Rate Swap, como el de Don Elías, no se mueve el monto total del préstamo (nocional), solo se intercambian los pagos de intereses.
- Cada semestre, Don Elías paga una cantidad fija al banco (por ejemplo, $30,000), mientras que el banco le paga una cantidad variable (por ejemplo, $27,500).
- En lugar de hacer dos pagos separados, solo se liquida la diferencia:
- Si el pago fijo es mayor, Don Elías paga la diferencia al banco.
- Así, quien debe más intereses paga la diferencia al otro al final de cada periodo.
- Si el pago variable es mayor, el banco paga la diferencia a Don Elías.
- Este mecanismo simplifica las operaciones, reduce costos y permite que ambas partes cubran su riesgo sin mover el capital principal.

¿Por qué un banco realizaría esta operación?

- Diversifica riesgos: maneja muchas operaciones y puede balancearlas entre tasa fija y variable.
- Obtiene ganancia por diferencial: confía en que, en promedio, ganará con los cambios de tasas gracias a sus modelos y coberturas.
- Usa cobertura natural: tiene clientes o activos que generan pagos opuestos, así que el swap le ayuda a balancear posiciones.
- Mejora su servicio: ofrece swaps como herramienta para empresas, fortaleciendo relaciones y generando ingresos por comisiones.
- Accede a mercados secundarios: puede revender o gestionar swaps como instrumentos financieros negociables.

Currency Swap

- Don Elías exportará café a EE.UU. por USD 60,000 en 6 meses y USD 62,000 en 1 año.
- Para protegerse contra la volatilidad del tipo de cambio, firma un currency swap:
- Él recibirá pesos mexicanos (MXN) en lugar de los USD.
- Se acuerda un tipo de cambio fijo de 18.50 MXN/USD.
- La tasa de descuento en dólares es 4% anual.
- Quiere saber cuánto vale hoy ese swap si tuviera que venderlo.

Fórmula del valor de un Currency Swap:

$$V_{\text{swap}} = PV_{\text{divisa}} \times TC$$

Variables:

- V_{swap}: valor del swap expresado en MXN
- PV_{divisa}: valor presente de los flujos futuros en USD
- $TC = 18.50$: tipo de cambio pactado (MXN/USD)
- Tasa de descuento en USD: 4% anual $\rightarrow$ $r = 0.02$ semestral
- Flujos esperados:
  - En 6 meses: USD 60,000
  - En 1 año: USD 62,000

Currency Swap

- Don Elías exportará café a EE.UU. por USD 60,000 en 6 meses y USD 62,000 en 1 año.
- Para protegerse contra la volatilidad del tipo de cambio, firma un currency swap:
- Él recibirá pesos mexicanos (MXN) en lugar de los USD.
- Se acuerda un tipo de cambio fijo de 18.50 MXN/USD.
- La tasa de descuento en dólares es 4% anual.
- Quiere saber cuánto vale hoy ese swap si tuviera que venderlo.

Paso 2 – Valor presente de los flujos en dólares:

$$PV_{\text{divisa}} = F_1 \cdot e^{-rt_1} + F_2 \cdot e^{-rt_2}$$

Sustituyendo los datos del ejercicio:

$$PV_{\text{divisa}} = 60{,}000 \cdot e^{-0.02 \cdot 0.5} + 62{,}000 \cdot e^{-0.02 \cdot 1}$$

Paso a paso:

$$PV_{\text{divisa}} = 60{,}000 \cdot e^{-0.01} + 62{,}000 \cdot e^{-0.02}$$

$$PV_{\text{divisa}} = 60{,}000 \cdot 0.99005 + 62{,}000 \cdot 0.98020$$

$$PV_{\text{divisa}} = 59{,}403.21 + 60{,}772.26 = 120{,}175.47$$

Currency Swap

- Don Elías exportará café a EE.UU. por USD 60,000 en 6 meses y USD 62,000 en 1 año.
- Para protegerse contra la volatilidad del tipo de cambio, firma un currency swap:
- Él recibirá pesos mexicanos (MXN) en lugar de los USD.
- Se acuerda un tipo de cambio fijo de 18.50 MXN/USD.
- La tasa de descuento en dólares es 4% anual.
- Quiere saber cuánto vale hoy ese swap si tuviera que venderlo.

Paso 3 – Conversión a pesos mexicanos:

$$V_{\text{swap}} = PV_{\text{divisa}} \times TC$$

Sustituyendo:

$$V_{\text{swap}} = 120{,}175.47 \cdot 18.50$$

Resultado final:

$$V_{\text{swap}} = 2{,}223{,}243.20$$

Interpretación: El valor del swap para Don Elías hoy es de **$2,223,243.20 pesos mexicanos**. Este sería el monto equivalente que recibiría si vendiera hoy sus flujos futuros en USD convertidos al tipo de cambio pactado.

Commodity Swap

- Don Elías pactó vender 10 toneladas de café a **$4,500 por tonelada**
- El mercado espera que en un año esté en **$4,200**.
- ¿Cuánto vale hoy ese acuerdo si la tasa de descuento es 5% anual?

Fórmula del valor del swap:

$$V_{\text{swap}} = (P_{\text{fijo}} - P_{\text{esperado}}) \cdot Q \cdot e^{-rt}$$

Variables:

- $P_{\text{fijo}} = 4{,}500$: precio pactado por tonelada (MXN)
- $P_{\text{esperado}} = 4{,}200$: precio de mercado esperado (MXN)
- $Q = 10$: cantidad de toneladas
- $r = 0.05$: tasa de descuento anual
- $t = 1$: tiempo en años

Sustitución:

$$V_{\text{swap}} = (4{,}500 - 4{,}200) \cdot 10 \cdot e^{-0.05 \cdot 1}$$

Paso a paso:

$$V_{\text{swap}} = 300 \cdot 10 \cdot e^{-0.05}$$

$$V_{\text{swap}} = 3{,}000 \cdot 0.95123$$

$$V_{\text{swap}} = 2{,}853.69$$

Don Elías y la deuda de su primo

- Un CDS es un seguro contra el impago de una deuda.
- Tú pagas una prima periódica.
- Si el deudor no paga, el vendedor del CDS te compensa.
- Ejemplo: Don Elías le prestó $100,000 a su primo para expandir su negocio.
- Pero como su primo es medio informal, **compra un CDS con un banco**.
- A cambio de pagar **$2,000 anuales**, si su primo no paga, el banco **le devuelve el monto prestado**.

Fórmula del valor del CDS:

$$V_{\text{CDS}} = \text{Probabilidad de default} \cdot \text{Pérdida esperada} - \text{Valor de las primas}$$

Variables:

- $\text{Probabilidad de default} = 0.08$
- $\text{Pérdida esperada} = \$100{,}000$
- $\text{Prima} = \$2{,}000$

Sustitución:

$$V_{\text{CDS}} = 0.08 \cdot 100{,}000 - 2{,}000$$

$$V_{\text{CDS}} = 8{,}000 - 2{,}000 = 6{,}000$$

El CDS tiene un valor neto positivo de **$6,000**, por lo que es una cobertura valiosa para Don Elías si teme que su primo no le pague.

Principio de No Arbitraje aplicado a swaps

- El valor de un swap surge al comparar el valor presente de los flujos fijos y variables pactados.
- Según el principio de no arbitraje, no debe existir oportunidad de ganancia sin riesgo: el contrato debe estar balanceado al inicio para que ninguna de las dos partes tenga ventaja asegurada.
- Cualquier valor positivo o negativo que tome el swap con el tiempo proviene de cambios en tasas, precios o riesgos de mercado, no de un error en su diseño.

Cemex usando swaps para cubrir deuda en USD

Cemex tiene una deuda de USD 100 millones a tasa variable (LIBOR + 2%) por 5 años. Quiere protegerse del riesgo de que suba la tasa LIBOR y de que el peso se deprecie frente al dólar. Firma un swap para pagar tasa fija en MXN (10%) y recibir LIBOR + 2% en USD, durante 5 años.

- Principal (nocional): USD 100,000,000
- LIBOR actual: 3% anual
- Tasa fija pactada en MXN: 10% anual
- Tipo de cambio actual: 18.50 MXN/USD
- Tipo de cambio esperado a 5 años: 20.00 MXN/USD
- Tasa de descuento en MXN: 8% anual

- Se pide:
  - Calcular el flujo anual esperado sin swap (LIBOR + 2%, convertido a MXN al tipo esperado).
  - Calcular el flujo anual fijo con swap en MXN.
  - Explicar qué riesgo elimina Cemex al usar el swap.
  - Reflexionar: ¿qué pasaría si el dólar se deprecia en lugar de apreciarse?
  - Calcular el valor presente de los flujos con y sin swap usando la tasa de descuento en MXN.

Glosario final

- Swap: Acuerdo entre dos empresas para intercambiar flujos de efectivo en el futuro.
- Interest Rate Swap (Swap de tasas de interés): Acuerdo donde una parte paga intereses a tasa fija y recibe intereses a tasa variable (generalmente LIBOR) sobre un principal nocional, durante un periodo definido.
- Plain Vanilla Swap (Swap plain vanilla): Versión estándar y más común de swap de tasas de interés, sin condiciones adicionales; una parte paga tasa fija y la otra paga LIBOR.
- Structured Swap (Swap estructurado): Swap con modificaciones especiales, como principal variable, escalonamientos (step-up, amortizable), caps o floors.
- Currency Swap (Swap de divisas): Permite intercambiar exposición a tasas de interés y monedas diferentes; típicamente se intercambian principales e intereses al inicio y al final del contrato.
- Commodity Swap (Swap de commodities): Permite intercambiar flujos de efectivo basados en precios de commodities, sin entrega física del producto.
- Credit Default Swap (CDS; Swap de incumplimiento de crédito): Contrato de seguro donde el comprador paga una prima periódica y el vendedor paga si ocurre un evento de crédito en un activo de referencia.
- Nocional (Principal nocional): Monto referencial sobre el cual se calculan los pagos, pero que no se intercambia físicamente.
- LIBOR (London Interbank Offered Rate): Tasa interbancaria a la que bancos de Londres están dispuestos a prestarse en el mercado de eurodivisas; común en swaps de tasas de interés.
- Spread (Diferencial): Margen agregado a la tasa variable, como “LIBOR + 2%”.
- Mark-to-Market: Valoración diaria o periódica del swap según las condiciones actuales de mercado.
- Netting (Compensación neta): Práctica de compensar pagos brutos para reducir el monto efectivo intercambiado.
- Swap Dealer (Creador de mercado de swaps): Institución financiera que facilita swaps actuando como contraparte.
- Swaption (Opción sobre swap): Derecho, pero no obligación, de entrar en un swap en el futuro bajo términos acordados.
- Basis Swap (Swap de base): Intercambio entre dos tasas flotantes referenciadas a índices distintos (ej., LIBOR vs tasa de papel comercial).
- Step-up Swap (Swap escalonado): Swap donde el principal nocional aumenta con el tiempo.
- Amortizing Swap (Swap amortizable): Swap donde el principal nocional disminuye con el tiempo.
- Valuación (Valuación de swaps): Procedimiento para calcular el valor del swap, considerando bonos equivalentes de tasa fija y variable, o usando contratos a plazo (forwards).