

Estudio Económico

CAPITULO 10



10.1 Introducción

En este capítulo, se profundizarán algunas cuestiones ya mencionadas en el apartado sobre análisis de mercado, tratando de aproximar con mayor nivel de detalle la viabilidad económica del proyecto mediante un dimensionamiento de inversión, evaluación de costo, y, para concluir, una estimación de la TIR (tasa interna de retorno) mediante el cálculo de FLC (flujo libre de caja) para ser comparada con la tasa WACC (siglas en inglés: Costo medio ponderado de capital) esperada del proyecto.

10.2 Estimación del costo total de inversión

En la siguiente tabla se detallarán los distintos ítems a tener en cuenta al momento de calcular la inversión total requerida para el proyecto:

Costo de inversión total		
Inversión de capital fijo		Capital de trabajo
Relacionado con la producción	No relacionado directamente con la producción	Materia prima (adquisición, almacenamiento y deposito)
Equipos adquiridos	Ingeniería y supervisión	Producto terminado (almacenamiento y logística)
Instalación de los equipos adquiridos	Gastos de construcción	Cuentas a cobrar
Instrumentación y controles	Honorarios de contratista	Salarios
Cañerías y tuberías	Eventuales	Cuentas a pagar
Equipos y materiales eléctricos		Impuestos a pagar
Obras civiles		
Mejoras del terreno		
Instalaciones de servicios		
Terreno		

Tabla 10.2-1: Ítems del costo de inversión total

Inversión de capital fijo relacionado con la producción

Equipos adquiridos → El costo del equipo adquirido se aplica como base en diversos métodos utilizados en la etapa previa de diseño para la estimación del capital a invertir.

Instalación del equipo adquirido → La instalación del equipo requiere mano de obra, fundaciones, soportes, plataformas, gastos de construcción y otros factores directamente relacionados con los mismos.

Instrumentación y controles → El costo total de la instrumentación depende de la cantidad de controles necesarios y puede ser del orden del 6 al 30% del costo de adquisición de todos los equipos. Para procesos altamente automatizados de sólidos y líquidos se utiliza un 30%.

Cañerías y tuberías → El costo de las cañerías y tuberías en una planta de procesos químicos pueden llegar al 100% del costo de los equipos adquiridos o al 20% de la inversión de capital fijo. La mano de obra utilizada en la instalación se estima en un 46% del costo total de las cañerías y tuberías instaladas. El material y la mano de obra para la aislación de estas se sitúa entre el 1 y el 25% del costo total de la cañería instalada.

Instalaciones eléctricas → La instalación eléctrica tiene cuatro componentes importantes: conductores de potencia, iluminación, transformadores y servicios y conductores para instrumentos de control. Suele calcularse como el 10-15% del costo de los equipos adquiridos. En ciertas plantas puede alcanzar hasta un 40%.

Obras civiles, incluyendo servicios → El costo de las obras civiles, incluyendo servicios, comprende los gastos en mano de obra, materiales y suministros para la construcción de todos los edificios relacionados con la planta. Debe incluirse el costo de la plomería, calefacción, ventilación y otros servicios análogos.

Mejoras del terreno → Los costos para cercos, nivelación, caminos, desvíos para el ferrocarril, parquización y rubros similares constituyen la parte de la inversión de capital que se incluye en las mejoras del terreno. El costo de las mejoras del terreno para plantas químicas es aproximadamente 10 al 15% del costo del equipo adquirido.

Instalaciones de servicios → Las instalaciones para proveer vapor, agua, potencia, aire comprimido y combustibles forman parte de los servicios auxiliares que requiere una planta industrial. La eliminación de efluentes, las protecciones contra incendios y otros rubros requieren inversiones de capital y se incluyen junto a los servicios auxiliares en el rubro general de costo de instalación de servicios. El costo total suele encontrarse entre el 30 y 80% del costo de adquisición de los equipos. El promedio para una planta de sólidos y fluidos es de 55%.

Terreno → El costo de los terrenos, los estudios y honorarios correspondientes, depende de la ubicación de la propiedad. El costo del acre puede variar en un factor,

por acre, de 30 a 50, entre un distrito rural y una zona altamente industrializada. El costo del terreno para plantas industriales representa entre el 4 y el 8% del costo de adquisición del equipo, o del 1 al 2% de la inversión total de capital. En este capítulo, se calculará a partir del costo de las hectáreas en dólares y los metros cuadrados requeridos.

Inversión de capital fijo no relacionado directamente con la producción

Ingeniería y supervisión → Los costos para los diseños de la construcción, ingeniería, preparación de planos, compras, contaduría, ingeniería de costos y construcciones, viáticos, reproducciones, gastos de la oficina central, entre otros se consideran aproximadamente un 35% del costo de adquisición de los equipos.

Gastos de construcción → Construcciones y operaciones temporarias, herramientas utilizadas en la construcción y alquileres, traslado del personal de la oficina central a la obra, salarios de los obreros de la construcción, viajes, gastos de alimentación y vivienda, impuestos, seguros y otros gastos generales de la construcción. Para las plantas comunes de procesos químicos, los gastos de construcción son de aproximadamente un 10% de la totalidad de los costos directos de la planta.

En la siguiente tabla se mostrarán los diferentes porcentajes utilizados para cada ítem previamente mencionado:

Ítem	Porcentaje de EA
Relacionados directamente con la producción	
Equipos adquiridos (EA)	-
Instalación de los equipos adquiridos	39%
Instrumentación y controles	30%
Cañerías y tuberías	31%
Equipos y materiales eléctricos	10%
Obras civiles	29%
Mejoras del terreno	10%
Instalaciones de servicios	55%
Terreno	-
No relacionados directamente con la producción	
Ingeniería y supervisión	32%
Gastos de construcción	34%

Tabla 10.2-2: Porcentajes de los costos relacionados con los diferentes ítems

Con ayuda de la página Matches se estimó el costo de los equipos adquiridos obteniéndose los siguientes resultados:

Zona	Equipo	Características	Costo por unidad	Costo total
1	TK-101	Tanque Almacenamiento Butadieno	\$ 54.600,00	\$ 54.600,00
1	TK-102	Tanque Almacenamiento Butadieno reciclado	\$ 25.900,00	\$ 25.900,00
1	TK-103	Tanque Almacenamiento Estireno	\$ 66.100,00	\$ 66.100,00
1	TK-104	Tanque Almacenamiento Estireno reciclado	\$ 49.700,00	\$ 49.700,00
1	P-101 / P-103 / P-102 / P-104 / P-105 / P-106 / P-111 / P-113 / P-107 / P-108 / P-109 / P-112	Bombas centrifugas	\$ 4.400,00	\$105.600,00
1	TK-111	Tanque Almacenamiento TBC	\$ 38.500,00	\$38.500,00
1	T-101 / T-102	Torres de alúmina activada	\$100.000,00	\$400.000,00
1	TK-105	Tanques de Almacenamiento Agua	\$118.300,00	\$118.300,00
1	TK-106	Tanques de Almacenamiento Jabón potásico	\$46.000,00	\$46.000,00
1	M-113	Tanque Mezclador	\$ 357.900,00	\$357.900,00
1	TK-107	Tanques de Almacenamiento	\$27.400,00	\$27.400,00
1	TK-108	Tanques de Almacenamiento	\$30.800,00	\$30.800,00
1	TK-109	Tanques de Almacenamiento	\$45.000,00	\$45.000,00
1	SF-110/ SF-111	Tornillos	\$50.000,00	\$100.000,00
1	M-112	Tanque Mezclador	\$246.000,00	\$246.000,00
2	R-20n	Reactores	\$372.800,00	\$3.355.200,00
2	P-20n	Bomba Centrifuga	\$4.400,00	\$39.600,00
3	TK-301	Tanques de Almacenamiento	\$27.000,00	\$27.000,00
3	P-301/ P-304 / P-305 / P-306	Bombas Centrifugas	\$4.400,00	\$35.200,00
3	E-305/ E-306	Intercambiador de calor (enfriador)	\$37.700,00	\$75.400,00
3	E-301	Condensador	\$59.900,00	\$59.900,00
3	E-302	Intercambiador de calor (calentador)	\$23.600,00	\$23.600,00
3	JB-304	Compresor (baja potencia)	\$3.900,00	\$7.800,00
3	JB-303/ JB-306	Compresor (alta potencia)	\$14.500,00	\$58.000,00

3	V-301/ V-302	Evaporadores	\$121.900,00	\$243.800,00
3	D-301	Stripping	\$200.000,00	\$200.000,00
3	S-301/ S-305	Separadores	\$5.300,00	\$10.600,00
4	TK-401/ TK-403 / TK-404	Tanques de Almacenamiento	\$36.100,00	\$108.300,00
4	M-401	Tanque Mezclador	\$531.600,00	\$531.600,00
4	CG-401	Tanque de coagulación	\$211.500,00	\$211.500,00
4	S-401/ S-402	Separadores	\$8.500,00	\$17.000,00
4	FR-401/ FR-402	Filtro rotativo	\$75.000,00	\$150.000,00
4	W-401	Tanque de lavado	\$146.500,00	\$146.500,00
4	P-401 / P-402 / P-403 / P-404 / P-405 / P-406 / P-407	Bomba Centrífuga	\$4.400,00	\$61.600,00
4	EX-401	Extrusora	\$100.000,00	\$100.000,00
4	SC-401	Secador	\$200.000,00	\$200.000,00
4	SF-402	Transporte a tornillos	\$50.000,00	\$50.000,00
Subtotal				\$7.424.400,00
Válvulas e instrumentos				\$196.500,00
Total (Sin impuestos)				\$7.620.900,00

Tabla 10.2-3: Costo de equipos adquiridos en las diferentes áreas

Al ser la mayoría de los equipos importados, se debe calcular el F.O.B (Free on board):

Impuestos FOB	% C. T de equipos	Monto
Flete marítimo	7%	\$533.463,00
Seguro	1,5%	\$114.313,50
Impuesto al sello	0,5%	\$38.104,50
Tasa de aduana	16%	\$1.219.344,00
Flete terrestre	5%	\$381.045,00
Ganancia retenida	10%	\$762.090,00
Total, F.O.B		\$3.048.360,00

Tabla 10.2-4: Costo de los impuestos por los equipos importados

Sumando el costo de todos los equipos y el F.O.B obtengo el valor del costo de adquisición de equipos. Este es igual a \$ 10.472.760,00.

Para el cálculo del terreno, se utilizaron los metros cuadrados estimados en el layout y el precio del terreno en el mercado:

Costo de terreno (media del mercado)	
Superficie de la planta (del layout: 155X120m)	18600 m ²
Superficie total del terreno	55800 m ²
Precio promedio [USD/m ²]	\$100
Costo de terreno [USD]	\$5.580.000

Tabla 10.2-5: Costo del terreno

Con los costos de adquisición de equipos, los porcentajes previamente mencionados y el costo del terreno, se pueden calcular el resto de los ítems necesarios para la inversión total:

Costos directos: relacionados con la producción		
Ítem	Porcentaje del EA	Monto
Equipos adquiridos (EA)	-	\$10.472.760,00
Instalación de los equipos adquiridos	39%	\$ 4.084.376,40
Instrumentación y controles	30%	\$3.141.828,00
Cañerías y tuberías	31%	\$3.246.555,60
Equipos y materiales eléctricos	10%	\$1.047.276,00
Obras civiles	29%	\$3.037.100,40
Mejoras del terreno	10%	\$1.047.276,00
Instalaciones de servicios	55%	\$5.760.018,00
Terreno	-	\$5.580.000,00
Costo directo de producción		\$37.417.190,40

Tabla 10.2-6: Costos relacionados directamente con la producción para el cálculo de la inversión total

Costos indirectos: No relacionado directamente con la producción		
Ítem	Porcentaje del EA	Monto
Ingeniería y supervisión	32%	\$ 3.351.283,20
Gastos de construcción	34%	\$ 3.560.738,40
Costo indirecto de producción		\$ 6.912.021,60

Tabla 10.2-7: Costos no relacionados directamente con la producción para el cálculo de la inversión total

Total de costos directos e indirectos de producción (TCIDP) \$ 44.329.212,00

Tabla 10.2-8: Costo de directo e indirectos de la producción

Ítem	Porcentaje del TCIDP	Monto
Honorarios de contratista	5%	\$ 2.216.460,60
Eventuales	10%	\$ 4.432.921,20
Inversión de capital fijo (CF)		\$ 50.978.593,80

Tabla 10.2-9: Costos de la inversión de capital fijo

Ítem	Porcentaje del CF	Monto
Capital de trabajo	15%	\$ 7.646.789,07

Tabla 10.2-10: Costos del capital fijo

Inversión total de capital	\$ 58.625.382,87
-----------------------------------	-------------------------

Tabla 10.2-11: Costos de la inversión total

10.3 Cálculo de costos fijos y variables, ingresos por ventas y punto de equilibrio

Un paso fundamental en la evaluación económica es la determinación de la mínima capacidad productiva que dará ganancias netas. Se trata de hallar el punto de equilibrio en el cual los ingresos alcanzan a cubrir la totalidad de costos fijos y costos variables, en un periodo determinado.

Para ello se recurre al estado de resultados, que indica ingresos, costos y otras salidas a una determinada capacidad productiva.

10.3.1 Costos fijos

Los costos fijos son aquellos costos que no son sensibles a pequeños cambios en los niveles de actividad de una empresa, sino que permanecen invariables ante esos cambios. Estos son: salarios y los costos generales (de producción y de administración).

Salarios

En base al organigrama establecido en el capítulo 9 de “Estructura Organizacional”, se determinaron los siguientes puestos con sus respectivos salarios según el profesional que ocuparía el cargo o la posición en sí:

Área	Profesión	Cantidad	Salario anual bruto (USD)	Total (USD)
Gerente general		1	\$39.000,00	\$39.000,00
Auditoria	Terciarizado	2	\$19.500,00	\$39.000,00
Legales	Terciarizado	2	\$19.500,00	\$39.000,00
Gerente de logística		1	\$32.500,00	\$32.500,00
Almacenes	Ingeniero	1	\$19.500,00	\$19.500,00
	Técnico	1	\$13.000,00	\$13.000,00
Planning	Compra de materia prima	1	\$19.500,00	\$19.500,00
	Logística	1	\$19.500,00	\$19.500,00

		Técnico	4	\$13.000,00	\$52.000,00
Gerente de manufactura			1	\$32.500,00	\$32.500,00
Utilidades	Efluentes	Ingeniero	1	\$19.500,00	\$19.500,00
		Técnico	4	\$13.000,00	\$52.000,00
	Servicios auxiliares	Ingeniero	1	\$19.500,00	\$19.500,00
		Técnico	4	\$13.000,00	\$52.000,00
Producción	Mantenimiento	Ingeniero	1	\$19.500,00	\$19.500,00
		Ingeniero	1	\$19.500,00	\$19.500,00
	Mecánico	Técnico	8	\$13.000,00	\$104.000,00
	E&I	Técnico	8	\$13.000,00	\$104.000,00
	Proceso	Ingeniero	3	\$19.500,00	\$58.500,00
	Consola	Técnico	4	\$13.000,00	\$52.000,00
	Polimerización	Técnico	8	\$13.000,00	\$104.000,00
	Almacenamiento	Técnico	8	\$13.000,00	\$104.000,00
	Producto final	Técnico	8	\$13.000,00	\$104.000,00
	Logística	Técnico	8	\$13.000,00	\$104.000,00
	Laboratorio	Técnico	4	\$13.000,00	\$52.000,00
Proyecto	Proyecto	Ingeniero	2	\$19.500,00	\$39.000,00
Gerente de calidad y seguridad			1	\$32.500,00	\$32.500,00
Calidad	Metrología	Ingeniero	1	\$19.500,00	\$19.500,00
	Ing. De calidad	Ingeniero	1	\$19.500,00	\$19.500,00
	Garantía de calidad	Ingeniero	1	\$19.500,00	\$19.500,00
		Técnico	8	\$13.000,00	\$104.000,00
Seguridad e higiene	Brigada	Ingeniero	1	\$19.500,00	\$19.500,00
	Seguridad de proceso	Ingeniero	1	\$19.500,00	\$19.500,00
	Medio ambiente	Ingeniero	1	\$19.500,00	\$19.500,00
Gerente de recursos humanos			1	\$32.500,00	\$32.500,00
Selección de personal	Selección de personal	Licenciado en RRHH	1	\$15.600,00	\$15.600,00
	Reclutamiento	Terciarizado	1	\$13.000,00	\$13.000,00
Capacitación	Capacitación	Ingeniero	1	\$19.500,00	\$19.500,00
Liquidación de sueldos	Liquidación de sueldos	Contador	1	\$15.600,00	\$15.600,00
Servicios de comedor y catering		Terciarizado	3	\$7.800,00	\$23.400,00
Vigilancia		Terciarizado	8	\$7.800,00	\$62.400,00
Gerente de comercial y Contaduría			1	\$32.500,00	\$32.500,00
Mercadotecnia	Ventas	Licenciado de Marketing	1	\$14.950,00	\$14.950,00
	Distribución	Licenciado de Marketing	1	\$14.950,00	\$14.950,00

	Mercado	Licenciado de Marketing	1	\$14.950,00	\$14.950,00
	Publicidad	Licenciatura en publicidad	1	\$14.950,00	\$14.950,00
	Relaciones publicas	Licenciatura en RRPP	1	\$14.950,00	\$14.950,00
Contable	Compras	Analista de compras	1	\$14.950,00	\$14.950,00
	Contaduría	Contador	1	\$15.600,00	\$15.600,00
Soporte técnico		Terciarizado	1	\$15.600,00	\$15.600,00
			128	Mano de obra	\$1.901.900,00

Tabla 10.3.1-1: Costo de mano de obra. Detalle según cantidad, posición y tipo de profesional que se desempeñará en cada departamento

Costos generales

En base al costo de la mano de obra y a la inversión total, se calculan el resto de los ítems de los costos fijos:

Costos fijos	
Mano de obra (MO)	\$ 1.901.900,00
Inversión total (IT)	\$ 58.625.382,87
Costos generales	
Producción	
Cargas sociales (40% de MO)	\$ 760.760,00
Gastos generales de planta (50% de MO)	\$ 950.950,00
Mantenimiento y reparaciones (5% de IT)	\$ 2.931.269,14
Seguros e impuestos locales (1% de IT)	\$ 586.253,83
Total de costos de producción (CDP)	\$ 5.229.232,97
Administración	
General (4% de CDP)	\$ 209.169,32
Adicionales	
Alquiler de depósito externo	\$ 250.000
Gasto de servicios logísticos	\$ 250.000
Total de costos fijos anuales	\$ 5.938.402,29

Tabla 10.3.1-2: Costos fijos

10.3.2 Costos variables

Los costos variables son aquellos costos que se ven modificados de acuerdo a variaciones del volumen de producción (o nivel de actividad). Es decir, si el nivel de

actividad decrece, estos costos decrecen, mientras que, si el nivel de actividad aumenta, también lo hace esta clase de costos. Estos costos son los de materia prima y energía.

Materia prima

En base a al balance de materia del capítulo 5 de “Ingeniería de proceso”, se calcularon las cantidades necesarias para producir 36.000 toneladas/año de e-SBR. En la siguiente tabla se detallarán todos los compuestos necesarios y el costo de cada uno:

Compuesto	Precio (USD/Ton)	Toneladas/año	Costo (USD/año)
Estireno	\$1.022,00	5316,00	\$5.432.952,0
Butadieno	\$ 978,00	15949,00	\$15.598.122,0
Jabón de potasio	\$170,00	1772,00	\$301.240,0
Hidroperóxido de cumeno	\$3.920,00	60,20	\$235.984,0
Sulfato de hierro	\$3.700,00	6,10	\$22.570,0
SFS	\$195,00	6,10	\$1.189,5
Ter-dodecil mercaptan	\$5.540,00	70,80	\$392.232,0
EDTA	\$1.300,00	21,30	\$27.690,0
TBC	\$1.300,00	1063,00	\$1.381.900,0
Cloruro de sodio	\$520,00	5309,00	\$2.760.680,0
Ácido sulfúrico	\$35,00	3751,00	\$131.285,0
N fenil laftilamina	\$2.000,00	13398,00	\$26.796.000,0
Costo subtotal de materias primas			\$ 53.081.844,50
Insumos de Packaging (2% del costo total de materias primas)			\$ 1.061.636,89
Costo total de materias primas			\$ 54.143.481,4

Tabla 10.3.2-1: Costos de la materia prima para el cálculo de costos variables

Energía eléctrica

Para calcular el gasto mensual de energía eléctrica, se estimó la potencia utilizada en los equipos de planta. En el capítulo 5 de “Ingeniería de proceso”, se calculó la potencia utilizada por el agitador del reactor en la sección de diseño del mismo y, en la sección del isométrico, se calculó la potencia de los compresores del sistema de recuperación de butadieno. En base a los valores obtenidos, se estimaron el resto de las potencias para los diferentes equipos:

Equipo	Área 1	Área 2	Área 3	Área 4	Cantidad	Consumo por unidad kW	Total de kW
Bomba chica	8	0	1	0	9	5	45
Bomba grande	5	9	3	7	24	20	480
Compresor chico	0	0	2	0	2	2	4
Compresor grande	0	0	1	0	1	16	16
Agitador chico	3	0	0	0	3	5	15
Agitador grande	1	9	0	3	13	16	208
Tornillo chico	2	0	0	0	2	5	10
Tornillo grande	0	0	0	1	1	16	16
Extrusor	0	0	0	1	1	25	25
						Subtotal	819
Instrumentos							81,9
Oficina/iluminaria							81,9
Total							982,8
kWh mensual							589680
MWh mensual							589,68

Tabla 10.3.2-2: Potencia instalada

Se consideró un 10% del subtotal al consumo eléctrico de los instrumentos y otro 10% para la oficina/iluminaria. Además, se consideró un funcionamiento de planta de 25 días, 24 horas.

Utilizando el cuadro tarifario de Edenor, se calculó el costo anual en dólares en base a la potencia utilizada previamente calculada. Se consideró una empresa de potencia mayor a 300kW y de alta tensión:

Tarifa 3 (Grandes Demandas)		Pot < a 300 kW	Pot = > a 300 kW	Pot = > a 300 kW Org. Púb. de Educ. y Salud
Concepto	Unidad	Valor	Valor	Valor
• Baja Tensión				
Cargo Fijo	\$/mes	5.086,85	5.086,85	5.086,85
Cargo Potencia Contratada	\$/kW-mes	536,30	536,30	536,30
Cargo Potencia Adquirida	\$/kW-mes	75,88	75,88	75,88
Cargo Variable Pico	\$/kWh	2,646	8,284	3,684
Cargo Variable Resto	\$/kWh	2,537	7,938	3,536
Cargo Variable Valle	\$/kWh	2,427	7,590	3,387
• Media Tensión				
Cargo Fijo	\$/mes	5.863,59	5.863,59	5.863,59
Cargo Potencia Contratada	\$/kW-mes	292,32	292,32	292,32
Cargo Potencia Adquirida	\$/kW-mes	87,50	87,50	87,50
Cargo Variable Pico	\$/kWh	2,515	7,873	3,501
Cargo Variable Resto	\$/kWh	2,411	7,544	3,361
Cargo Variable Valle	\$/kWh	2,307	7,213	3,219
• Alta Tensión				
Cargo Fijo	\$/mes	7.615,05	7.615,05	7.615,05
Cargo Potencia Contratada	\$/kW-mes	99,66	99,66	99,66
Cargo Potencia Adquirida	\$/kW-mes	81,89	81,89	81,89
Cargo Variable Pico	\$/kWh	2,412	7,550	3,357
Cargo Variable Resto	\$/kWh	2,312	7,234	3,223
Cargo Variable Valle	\$/kWh	2,212	6,917	3,087

Figura 10.3.2-1: Tarifario de Edenor

Consumo energético		
Cargo Fijo	\$ 7.615,05	
Cargo potencia contratada	\$ 97.945,85	
Cargo potencia adquirida	\$ 80.481,49	
Cargo variable pico	\$ 4.452.084,00	
Total	Mensual en pesos	\$ 4.638.126,39
	Anual en dólares	\$ 556.575,17

Tabla 10.3.2-3: Costos de electricidad para el cálculo de costos variables

Sumando los costos variables previamente calculados y calculando los gastos de agua, gas, internet y tratamiento de efluentes en base a estos, se estimó un costo total variable para una producción de e-SBR de 36.000 toneladas por año de:

Costos variables	
Materia prima (MP)	\$ 54.143.481,4
Electricidad (E)	\$ 556.575,17
Agua (0,3% de E)	\$ 1.669,73
Gas e internet (0,5% de E)	\$ 2.782,88
Tratamiento de Efluentes (2% de MP)	\$ 1.082.869,6
Total de costos variables	\$ 55.787.378,8

Tabla 10.3.2-4: Costos variables

10.3.3 Ingreso por ventas

Los ingresos se obtienen a partir de la venta de e-SBR. Para su estimación, se utilizó el precio de venta que figura en el IPA del 2019. Se considero un 50% de la producción destinado al consumo local (precio de importación) y el resto al consumo externo (precio de exportación).

CAUCHO ESTIRENO-BUTADIENO (SBR)						
NCM: 4002.19.11/12/19 4002.19.20 (Carboxilado)						
AÑO	PRODUCCION (t)	IMPORTACION (t)	EXPORTACION (t)	CONSUMO APARENTE (t)	VALOR COMERCIO EXTERIOR (U\$\$/t) IMPORTACION (CIF)	EXPORTACION (FOB)
2009	44.804	7.528	23.754	28.578	2.259	1.681
2010	43.861	11.562	22.179	33.244	2.700	2.259
2011	43.080	11.216	23.525	30.771	3.459	3.076
2012	44.504	11.491	24.584	31.411	3.510	2.919
2013	46.887	11.705	24.651	33.941	3.038	2.394
2014	37.690	7.576	17.407	27.859	2.991	2.321
2015	29.331	9.444	11.280	27.495	2.365	1.772
2016	26.977	8.526	10.091	25.412	2.141	1.523
2017	31.378	13.889	15.674	29.593	2.801	1.830
2018	23.743	14.396	15.134	23.005	2.584	1.800

Figura 10.3.3-1: Costo del SBR para la exportación e importación según IPA

Ingreso por ventas	
Precio de importación	\$ 2.584,00
Precio de exportación	\$ 1.800,00
Precio aproximado SBR (\$/ton)	\$ 2.192,00
Ingreso anual por 36.000 tn/año (\$)	\$ 78.912.000,00

Tabla 10.3.3-1: Ingresos por ventas

10.3.4 Punto de equilibrio

El punto de equilibrio es un término utilizado en economía para definir el nivel de ventas que cubre los costos totales. Cuando una empresa llega al punto de equilibrio obtiene un beneficio, a pesar de que la remuneración monetaria sea de cero. Esto quiere decir que, aunque no haya ganado dinero, tampoco lo ha perdido. Al cubrir los costos y llegar al punto de equilibrio, la empresa puede ubicarse por encima de él y comenzar a obtener beneficios positivos.

Mediante la igualdad entre ingresos y egresos, se puede obtener una ecuación simple por la cual se calcula el punto de equilibrio, es decir, calcular la cantidad de unidades que deben venderse para no alcanzar la pérdida, y asimismo la cantidad de dinero en ventas que se necesita para llegar al equilibrio.

$$\text{Punto de equilibrio} = \frac{\text{Costos fijos totales (Cf)}}{\text{Precio} - \text{Costos variables (Cv)}}$$

$$\text{Costos totales} = \text{Ingresos por ventas}$$

$$\text{Costos fijos (Cf)} + \text{Costos variables (Cv)} = \text{Precios (P)} * \text{Producción (X)}$$

Despejando, se obtiene el punto de equilibrio de producción igual a:

$$\text{Punto de equilibrio (X)} = \frac{Cf}{P - Cv}$$

Producción (tn/año)	Costos Fijos (\$)	Costos variables (\$)	Costos totales (\$)	Ingresos por ventas (\$)	Capacidad total %
0	\$ 5.438.402,29	-	\$5.438.402,29	-	0%
1714,3	\$ 5.438.402,29	\$ 2.554.210,46	\$ 7.992.612,75	\$ 3.757.714,29	5%
3428,6	\$ 5.438.402,29	\$ 5.108.420,92	\$ 10.546.823,21	\$ 7.515.428,57	10%
5142,9	\$ 5.438.402,29	\$ 7.662.631,38	\$ 13.101.033,67	\$ 11.273.142,86	14%
6857,1	\$ 5.438.402,29	\$ 10.216.841,84	\$ 15.655.244,13	\$ 15.030.857,14	19%
8571,4	\$ 5.438.402,29	\$ 12.771.052,30	\$ 18.209.454,59	\$ 18.788.571,43	24%
10285,7	\$ 5.438.402,29	\$ 15.325.262,76	\$ 20.763.665,05	\$ 22.546.285,71	29%
12000,0	\$ 5.438.402,29	\$ 17.879.473,22	\$ 23.317.875,51	\$ 26.304.000,00	33%
13714,3	\$ 5.438.402,29	\$ 20.433.683,68	\$ 25.872.085,97	\$ 30.061.714,29	38%
15428,6	\$ 5.438.402,29	\$ 22.987.894,14	\$ 28.426.296,43	\$ 33.819.428,57	43%
17142,9	\$ 5.438.402,29	\$ 25.542.104,60	\$ 30.980.506,89	\$ 37.577.142,86	48%
18857,1	\$ 5.438.402,29	\$ 28.096.315,06	\$ 33.534.717,35	\$ 41.334.857,14	52%
20571,4	\$ 5.438.402,29	\$ 30.650.525,52	\$ 36.088.927,81	\$ 45.092.571,43	57%
22285,7	\$ 5.438.402,29	\$ 33.204.735,98	\$ 38.643.138,28	\$ 48.850.285,71	62%
24000,0	\$ 5.438.402,29	\$ 35.758.946,44	\$ 41.197.348,74	\$ 52.608.000,00	67%
25714,3	\$ 5.438.402,29	\$ 38.313.156,90	\$ 43.751.559,20	\$ 56.365.714,29	71%
27428,6	\$ 5.438.402,29	\$ 40.867.367,37	\$ 46.305.769,66	\$ 60.123.428,57	76%
29142,9	\$ 5.438.402,29	\$ 43.421.577,83	\$ 48.859.980,12	\$ 63.881.142,86	81%
30857,1	\$ 5.438.402,29	\$ 45.975.788,29	\$ 51.414.190,58	\$ 67.638.857,14	86%
32571,4	\$ 5.438.402,29	\$ 48.529.998,75	\$ 53.968.401,04	\$ 71.396.571,43	90%
34285,7	\$ 5.438.402,29	\$ 51.084.209,21	\$ 56.522.611,50	\$ 75.154.285,71	95%
36000,0	\$ 5.438.402,29	\$ 53.638.419,67	\$ 59.076.821,96	\$ 78.912.000,00	100%

Tabla 10.3.4-1: Tabla para la obtención del punto de equilibrio.

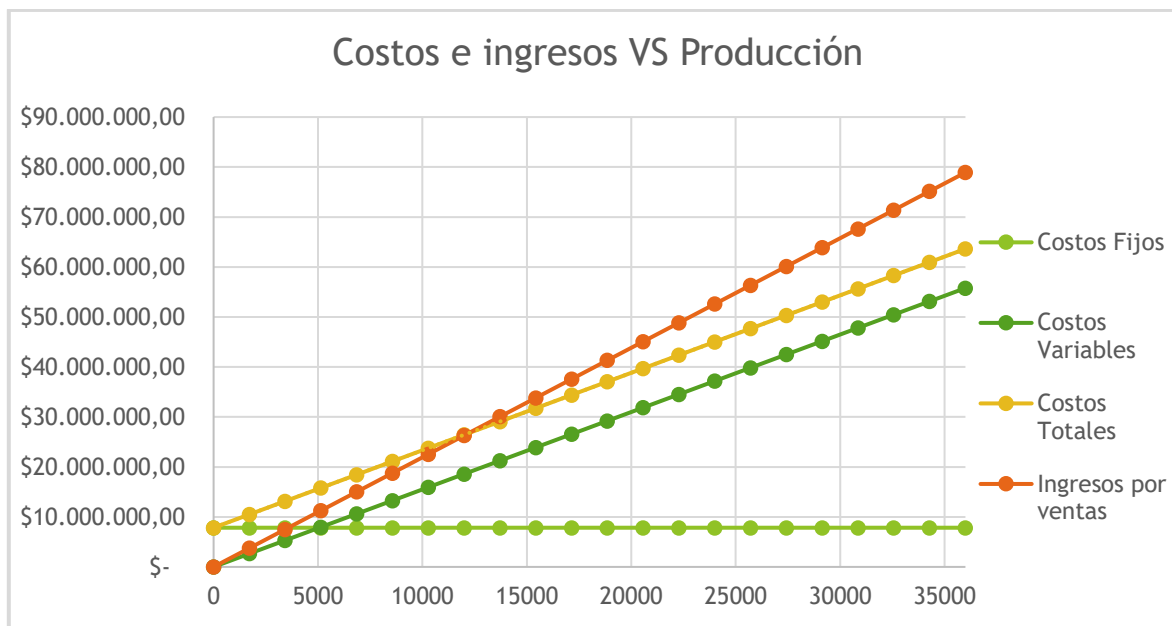


Figura 10.3.4-1: Punto de equilibrio en base a la producción

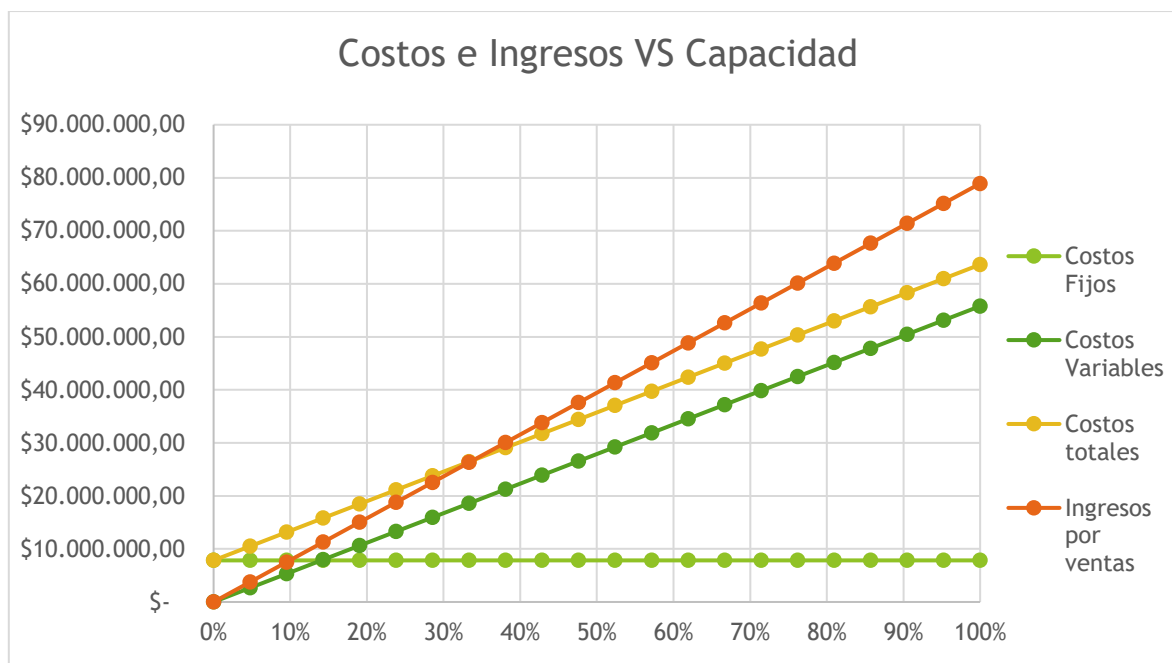


Figura 10.3.4-2: Punto de equilibrio en base a la capacidad instalada

Normalmente el punto de equilibrio real es ligeramente mayor al calculado teóricamente, pero puede apreciarse que este valor sería relativamente pequeño ya que el nivel de producción necesario para solventar los costos fijos y variables es, en este caso, aproximadamente 12000 toneladas por año.

También es útil apreciar que se consigue solventar los costos fijos y variables utilizando un 35% aproximadamente de la capacidad instalada de la planta. Finalmente, el costo unitario por la cantidad de e-SBR producido es aproximadamente 1906,67 USD por tonelada de e-SBR producido.

Ingreso por venta del punto de equilibrio	\$ 22.880.000,00
Producción del punto de equilibrio (tn/año)	12000
Precio SBR (\$/tn)	\$ 1.906,67

Tabla 10.3.4-2: Valores en el punto de equilibrio

10.4 Calculo del flujo libre de caja (FLC) y la tasa interna de retorno (TIR)

El capital total de inversión será costado en un 60% por accionistas y el otro 40% será financiado por un préstamo bancario. Hoy en día la tasa de interés anual de los bancos en dólares es de aproes del 7%. Se estima, además, una tasa de inflación del 34%. Se calcula la cuota anual de devolución al banco de acuerdo a la tasa de interés de la siguiente manera:

$$Devolución\ al\ banco = P * \left[\frac{i * (i + 1)^N}{(i + 1)^N - 1} \right]$$

Siendo P el porcentaje de la inversión total obtenida por el banco.

Inversión total (USD)	% de inversión prestado por banco	Tasa de inflación	Tasa de interés anual en dólares (i)	Total de años (N)	Devolución al banco
\$ 58.625.383	40%	34%	7%	10	\$ 3.338.774,244

Tabla 10.4-1: Intereses, montos y porcentajes tenidos en cuenta

10.4.1 Flujo libre de Caja

A continuación, se detallan algunas consideraciones tenidas en cuenta para la realización del flujo de caja:

- Se considera un primer año en donde los ingresos son un 60% de los ingresos totales que se percibirían si la planta estuviese 100% activa.
- Se considera un segundo año en donde los ingresos son un 90% de los ingresos totales que se percibirían si la planta estuviese 100% activa.
- Se considera un tercer año en donde los ingresos son los totales.

- La amortización se resta inicialmente debido a la depreciación que sufre con el tiempo la inversión en inmovilizado (equipos, maquinaria, etc). Por lo tanto, debe recogerse anualmente como un costo a descontar de los beneficios antes de calcular los impuestos que se deben pagar. Pero para calcular el flujo de caja, se vuelve a sumar de nuevo, ya que ese gasto no sale en realidad de caja.

Se entiende por flujo de caja (en inglés “cash flow”) a los flujos de entradas y salidas de caja o efectivo, en un periodo dado. El flujo de caja es la acumulación neta de activos líquidos en un periodo determinado y, por lo tanto, constituye un indicador importante de la liquidez de una empresa. El estudio de los flujos de caja dentro de una empresa puede ser utilizado para determinar muchos análisis (problemas de liquidez, viabilidad o rentabilidad de proyectos y/o crecimiento de una empresa.

Para el presente proyecto, se obtuvo el siguiente FLC:

Año	1	2	3	4
Ingreso por ventas	\$55.238.400	\$71.020.800	\$78.912.000	\$78.912.000
(-) Costo total	\$46.891.467	\$58.048.943	\$63.627.681	\$63.627.681
(-) Devolución al banco	\$3.338.774	\$3.338.774	\$3.338.774	\$3.338.774
BAAIT	\$5.008.158	\$9.633.083	\$11.945.545	\$11.945.545
(-) Amortización	\$4.774.084	\$4.774.084	\$4.774.084	\$4.774.084
BAIT	\$234.074	\$4.858.998	\$7.171.460	\$7.171.460
(-) 0,35* BAIT	\$81.926	\$1.700.649	\$2.510.011	\$2.510.011
BDI	\$152.148	\$3.158.349	\$4.661.449	\$4.661.449
(+) Amortización	\$ 4.774.084	\$4.774.084	\$4.774.084	\$4.774.084
FLC_n	\$4.926.232	\$7.932.433	\$9.435.534	\$9.435.534
FLC/(1+r)ⁱ	\$4.585.613	\$6.873.397	\$7.610.514	\$7.084.293

Tabla 10.4.1-1: Flujo libre de caja del primer año hasta el cuarto

Año	5	6	7	8	9	10
Ingreso por ventas	\$78.912.000	\$78.912.000	\$78.912.000	\$78.912.000	\$ 78.912.000	\$78.912.000
(-) Costo total	\$63.627.681	\$63.627.681	\$63.627.681	\$63.627.681	\$63.627.681	\$63.627.681
(-) Devolución al banco	\$3.338.774	\$3.338.774	\$3.338.774	\$3.338.774	\$3.338.774	\$3.338.774
BAAIT	\$11.945.545	\$11.945.545	\$11.945.545	\$11.945.545	\$11.945.545	\$11.945.545
(-) Amortización	\$4.774.084	\$4.774.084	\$4.774.084	\$4.774.084	\$4.774.084	\$4.774.084
BAIT	\$7.171.460	\$7.171.460	\$7.171.460	\$7.171.460	\$7.171.460	\$7.171.460
(-) 0,35* BAIT	\$2.510.011	\$2.510.011	\$2.510.011	\$2.510.011	\$2.510.011	\$2.510.011
BDI	\$ 4.661.449	\$4.661.449	\$4.661.449	\$4.661.449	\$4.661.449	\$4.661.449
(+) Amortización	\$4.774.084	\$4.774.084	\$4.774.084	\$4.774.084	\$4.774.084	\$4.774.084
FLC _n	\$9.435.534	\$9.435.534	\$9.435.534	\$9.435.534	\$9.435.534	\$9.435.534
FLC/(1+r)^i	\$6.594.457	\$6.138.490	\$5.714.050	\$5.318.958	\$4.951.184	\$4.608.839

Tabla 10.4.1-2: Flujo libre de caja del quinto año hasta el décimo

10.4.2 WACC, VAN y TIR

Al evaluar un proyecto de inversión, se busca la maximización del valor de la organización para sus dueños. Para esto, se debe realizar la más eficiente asignación de recursos posibles, invirtiendo en aquellos proyectos cuyo rendimiento superen el costo de capital necesario para llevarlos a cabo, de tal manera que se incremente la riqueza de los propietarios. El método por excelencia para su análisis es el Valor Actual Neto (VAN), para el cual resulta necesario determinar la tasa ‘r’ denominada tasa de descuento o WACC, la cual es la tasa que se emplea para actualizar los flujos de fondos esperados que derivan de la realización del proyecto. La mencionada tasa puede conceptualizarse como un costo de oportunidad ya que se la considera como el mínimo rendimiento exigible a una inversión. La fórmula para el cálculo del VAN es:

$$VAN = -Inversión + \left[\frac{FLC_1}{(1+r)^1} \right] + \left[\frac{FLC_2}{(1+r)^2} \right] + \dots + \left[\frac{FLC_{10}}{(1+r)^{10}} \right]$$

Donde “r” es la tasa de descuento o WACC (costo promedio ponderado del capital) y se calcula de la siguiente forma:

$$WACC = K_e * \frac{E}{E + D} + K_d * (1 - T) * \frac{D}{E + D}$$

Donde:

- $E \rightarrow$ Fondos propios
- $D \rightarrow$ Total de la deuda financiera (a costo y largo plazo)

- $K_D \rightarrow$ Tasa exigida por banco
- $T \rightarrow$ Tasa impositiva o de inflación
- $K_e \rightarrow$ Tasa exigida por accionistas. A su vez, esta se calcula en base a la rentabilidad del activo sin riesgo (R_f), la rentabilidad media del mercado (R_m) y el ratio entre la variación de la rentabilidad de un activo y la variación de la rentabilidad del mercado (β) según la siguiente fórmula:

$$K_e = R_f + (R_m - R_f) * \beta$$

Riesgo país	Interés promedio de bonos Arg. en U\$D	Para industria química
Tasa libre de riesgo (R_f)	Rentabilidad media de mercado (R_m)	Variación del mercado (β)
15%	9%	0,95
KD		7,0%
Ke		9,3%
WACC=r		7,4%

Tabla 10.4.2-1: Cálculo de la tasa de descuento

Con esta tasa, se realiza el cálculo del VAN para comprobar la rentabilidad del proyecto, obteniendo un resultado positivo y aceptable:

VAN	\$ 854.411
------------	-------------------

Tabla 10.4.2-2: Valor Actual Neto

La tasa interna de retorno (TIR) se utiliza habitualmente para evaluar la conveniencia de las inversiones o proyectos, y se define como la tasa de interés a la cual los flujos de caja negativos de la inversión se igualan a los flujos positivos de efectivo generados por el proyecto, es decir, es aquella tasa de descuento a la cual el VAN resulta nulo. El cálculo de dicha tasa se emplea como respaldo para el valor arrojado por el VAN, ya que permite comparar el proyecto en cuestión con otros proyectos existentes en el mercado que también resulten convenientes.

En caso de que el TIR sea mayor que la tasa de descuento de la empresa (cuyo valor en el presente proyecto es 7,4%), el proyecto es rentable, resultando atractivo para los inversionistas. Por lo tanto, mientras mayor sea la TIR, mayor será la rentabilidad del proyecto.

El valor de tasa obtenido para un VAN igualado a cero es:

TIR

7.725%

Tabla 10.4.2-3: Tasa interna de retorno

Como puede observarse, este porcentaje resulta levemente mayor que la tasa de descuento adoptada en el proyecto, motivo por el cual se puede afirmar que el proyecto resulta viable y rentable.

Un punto de equilibrio bajo representa una igualación de costos e ingresos a un nivel de producción bajo, es decir, que la utilización de la capacidad industrial instalada es baja. Para esta situación, la tasa de descuento es pequeña, es decir, que para la utilización del 100% de la capacidad instalada los beneficios netos a lo largo de los 10 años serán bajos. Por ende, se obtiene una tasa de retorno pequeña o muy cercana a esta tasa de descuento (tasa de descuento igual a 7,43% y tasa de retorno igual a 7,725%), indicando que el proyecto es "levemente" rentable.

Cabe mencionar, que el punto de equilibrio considera solo costos directos e indirectos. Mientras que el VAN y TIR tienen en cuenta, además, los costos de financiación más los impuestos y ambos influyen en la rentabilidad.