

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ingeniería



**Análisis de factibilidad de proveer vidrio, alfombras y vestiduras
para la industria automotriz mexicana**

Trabajo de graduación presentado por Gabriel Andrés Martínez Posse para
optar al grado académico de Licenciado en Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala
2025

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ingeniería



**Análisis de factibilidad de proveer vidrio, alfombras y vestiduras
para la industria automotriz mexicana**

Trabajo de graduación presentado por Gabriel Andrés Martínez Posse para
optar al grado académico de Licenciado en Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala
2025

Asesor



Ing. Gustavo Pineda

Vo.Bo. Director



Ing. Gustavo Barrera
Ingeniería Mecánica Industrial

Fecha de aprobación: Guatemala, 18 de noviembre de 2025.

Lista de figuras	v
Lista de tablas	vii
Resumen	x
1. Introducción	1
2. Justificación	3
3. Objetivos	5
3.1. Objetivo general	5
3.2. Objetivos específicos	5
4. Revisión del estado del arte	6
5. Metodología	9
5.1. Descripción de la metodología	9
5.2. Identificación de necesidades	10
5.3. Definición de requisitos	11
5.4. Industria automotriz mexicana	12
5.4.1. Selección de autopartes	14
5.4.2. Estudio del mercado de autopartes	15
5.4.3. Análisis de precios del mercado de autopartes	18
5.4.4. Ventajas estratégicas de Guatemala como proveedor de autopartes para México	19
5.4.5. Demanda de vehículos ligeros en México.	19
5.5. Cálculos y diseño	21

5.5.1.	Inversión inicial, costos y gastos	21
5.5.2.	Plan de distribución semanal de turnos	35
5.5.3.	Pagos por servicios	39
5.5.4.	Cálculo de productividad	42
5.5.5.	Requerimientos de materia prima y equipamiento complementario.....	55
5.5.6.	Diseño de planta de producción	60
5.5.7.	Costos de importación	62
5.5.8.	Precio de venta de autopartes.....	69
5.5.9.	Gastos de exportación.....	70
5.5.10.	Incremento de costos anuales	74
5.5.11.	Plan de financiamiento de la inversión.....	74
5.5.12.	Criterios para la evaluación de inversiones.....	75
5.5.13.	Escenarios de sensibilidad.....	76
6.	Resultados	78
6.1.	Cumplimiento de requisitos.....	78
6.2.	Capacidad productiva	79
6.2.1.	Demanda y producción de parabrisas en el escenario pesimista.....	79
6.2.2.	Demanda y producción de ventanas en el escenario pesimista	80
6.2.3.	Demanda y producción de alfombras en el escenario pesimista.....	80
6.2.4.	Demanda y producción de revestimientos interiores en el escenario pesimista.....	81
6.3.	Análisis de rentabilidad	82
6.3.1.	Inversión inicial.....	82
6.3.2.	Balance general del escenario optimista.....	83
6.3.3.	Balance general del escenario pesimista	84
6.3.4.	Estado de resultados del escenario optimista	85
6.3.5.	Estado de resultados del escenario pesimista	86
6.3.6.	Estado de flujo de efectivo del escenario optimista	87
6.3.7.	Estado de flujo de efectivo del escenario pesimista	88
6.3.8.	Evaluación financiera del escenario optimista.....	89
6.3.9.	Evaluación financiera del escenario pesimista.....	89
7.	Análisis de resultados o discusión.....	90
7.1.	Capacidad productiva y demanda	90
7.2.	Rentabilidad del proyecto.....	91
8.	Conclusiones	94
9.	Recomendaciones	96
10.	Bibliografía	97

11. Anexos	107
11.1. Cotizaciones.....	107
11.2. Evidencia fotográfica.....	123
11.3. Planos de planta de producción.....	123
12. Glosario	125

Lista de figuras

1.	Distribución de la inversión directa de Estados Unidos en la industria automotriz, (2006 – 2023).....	13
2.	Origen de las nuevas compañías de la industria automotriz en México	14
3.	Análisis comparativo de proveedores internacionales de vidrio templado de seguridad para México, 2023.	15
4.	Análisis comparativo de proveedores internacionales de alfombras y revestimientos para México, 2023.	18
5.	Parabrisas de un Chevrolet Silverado 2024.	23
6.	Ventana de un Chevrolet Silverado 2024.	23
7.	Conjunto de alfombras de un Chevrolet Silverado 2024.	26
8.	Revestimiento interior de techo de un Audi Q5 2024.....	29
9.	Revestimiento interior de suelo de un Audi Q5 2024.....	30
10.	Diagrama de operaciones del proceso de parabrisas.....	44
11.	Simulación para la producción de parabrisas.....	45
12.	Diagrama de operaciones del proceso de ventanas.....	47
13.	Simulación para la producción de ventanas.....	48
14.	Diagrama de operaciones del proceso de alfombras.....	50
15.	Simulación de producción de alfombras.....	51
16.	Diagrama de operaciones del proceso de revestimientos interiores.....	53
17.	Simulación de producción de revestimientos interiores.	54
18.	Carro de transporte interno para procesos.....	58
19.	Sistema de sujeción para manipulación de vidrio y parabrisas.....	58
20.	Estantería para almacenamiento y transporte de vidrio.	59
21.	Estanterías para materia prima y producto terminado.	59
22.	Planta de producción propuesta para arrendamiento.	62
23.	Cotización de cortadora de vidrio.....	107
24.	Cotización de máquina de biselado de vidrio.	108
25.	Cotización de lavadora y secadora de vidrio.	108
26.	Cotización de maquina impresora de fritas.....	109
27.	Cotización de horno de curvado de vidrio.	109
28.	Cotización de horno de laminado de vidrio.	110
29.	Cotización de máquina de termoformado para alfombras.	111
30.	Cotización de molde para proceso de termoformado de alfombras.....	111

31.	Cotización de prensa hidráulica de termoformado para revestimientos interiores.	112
32.	Cotización de molde para proceso de termoformado para revestimientos interiores. ...	112
33.	Cotización de tres montacargas de 5 toneladas.	113
34.	Costo de recolección de basura durante tres meses en una vivienda habitada por cinco personas.	114
35.	Cotización de hojas de vidrio flotado.	114
36.	Cotización de película polivinilo butiral (PVB).	115
37.	Cotización de elastómeros termoplásticos (TPE).	115
38.	Cotización de tejido de techo de esponja.	115
39.	Cotización de tela no tejida de poliéster.	116
40.	Cotización de estanterías para vidrio.	116
41.	Cotización de flete marítimo para la importación de maquinaria y materia prima como inversión inicial.	117
42.	Cotización de flete marítimo para la importación de materia prima cada 7 semanas. ...	118
43.	Cotización de flete terrestre en territorio guatemalteco.	119
44.	Cotización de embalaje para autopartes.	120
45.	Cotización de flete marítimo para la exportación de autopartes hacia México.	121
46.	Cotización de flete terrestre en territorio mexicano para la exportación de autopartes hacia las plantas ensambladoras.	122
47.	Mediciones de revestimientos interiores de techo y suelo de Audi Q5 2016.	123
48.	Propuesta de planta de producción de autopartes.	124

Lista de tablas

1.	Identificación de códigos.	11
2.	Definición de requisitos.	11
3.	Principales proveedores internacionales de vidrio laminado para México (2024).	16
4.	Rangos de precios unitarios de autopartes en el mercado automotriz.	19
5.	Demanda de unidades de Chevrolet Silverado.	20
6.	Demanda de unidades de Audi Q5.	20
7.	Costos de personal administrativo.	22
8.	Costos de personal de servicios.	22
9.	Valores de dimensionamiento de parabrisas de un Chevrolet Silverado 2024.	23
10.	Inversión en maquinaria para la producción de vidrio laminado y templado.	25
11.	Costos de mano de obra directa para la producción de vidrio templado y laminado de vehículos.	26
12.	Valores de dimensionamiento de alfombras de un Chevrolet Silverado 2024.	27
13.	Inversión en maquinaria para la producción de alfombras.	28
14.	Inversión en molde para el proceso de fabricación de alfombras.	28
15.	Costos de mano de obra directa para la producción de alfombras de vehículos.	29
16.	Valores de dimensionamiento de techo y suelo de un Audi Q5 2024.	30
17.	Inversión en maquinaria para la producción de revestimientos interiores de techos y suelos automotrices.	31
18.	Inversión de moldes para el proceso de fabricación de revestimientos interiores de techos y suelos automotrices.	31
19.	Costos de mano de obra directa para la producción de revestimientos interiores de techos y suelos automotrices.	32
20.	Inversión en montacargas.	32
21.	Costos de operación de montacargas.	32
22.	Costos asociados al uso y conservación de maquinaria.	33
23.	Costos de personal de mantenimiento de maquinaria.	33
24.	Plan de mantenimiento preventivo mensual.	34
25.	Plan de distribución semanal de turnos operativos.	35
26.	Salarios mensuales totales por jornada y área de producción.	36
27.	Salarios mensuales totales por jornada y área de mantenimiento.	37
28.	Salarios mensuales totales por jornada y servicio.	37

29.	Costos salariales mensuales consolidados por área de trabajo.	38
30.	Costo anual total del personal con bonificaciones incluidas.	38
31.	Seguro de vida para los empleados.	38
32.	Pagos mensuales por servicios esenciales para la operación de la empresa.	40
33.	Consumo mensual de energía eléctrica por máquina requerida.	41
34.	Costo total mensual del consumo de energía eléctrica en las máquinas utilizadas para la producción.	41
35.	Plan de producción mensual.	42
36.	Capacidad de procesamiento y tiempos por etapa en la producción de vidrio laminado.	43
37.	Plan de producción de parabrisas.	45
38.	Capacidad de procesamiento y tiempos por etapa en la producción de ventanas.	46
39.	Plan de producción de ventanas.	48
40.	Capacidad de procesamiento y tiempos por etapa en la producción de alfombras.	49
41.	Plan de producción de alfombras.	51
42.	Capacidad de procesamiento y tiempos por etapa en la producción de revestimientos interiores de techo y suelo.	52
43.	Plan de producción de revestimientos interiores.	54
44.	Costo de la materia prima por unidad para la fabricación de autopartes.	55
45.	Costo de la materia prima por lote de bobina para la fabricación de autopartes.	56
46.	Costos de almacenamiento para materia prima y producto terminado.	56
47.	Costos de equipo complementario para la inversión inicial.	57
48.	Gastos de depreciación del equipo adicional.	60
49.	Resumen del inmueble seleccionado para la estimación de renta.	61
50.	Costos asociados a la planta de producción.	61
51.	Costo total de equipos según clasificación arancelaria incluyendo IVA.	63
52.	Costo total de materia prima según clasificación arancelaria incluyendo IVA.	64
53.	Restricciones de carga para contenedores de 20 y 40 pies.	64
54.	Características de máquinas y materia prima para su importación.	65
55.	Contenedores de 40 pies requeridos para la importación de mercancía en la inversión inicial.	65
56.	Contenedores de 20 pies requeridos para la importación de mercancía en la inversión inicial.	66
57.	Detalle de servicio logístico marítimo de importación para la inversión inicial.	67
58.	Contenedores de 40 pies requeridos para la importación de materia prima en un periodo de producción de siete semanas.	67
59.	Contenedores de 20 pies requeridos para la importación de materia prima en un periodo de producción de siete semanas.	68
60.	Detalle de servicio logístico marítimo para la importación de materia prima.	68
61.	Detalle de servicio de transporte terrestre para la importación de equipo y materia prima.	69
62.	Precio de venta unitario de cada autoparte.	70
63.	Ubicación geográfica de las plantas de producción.	70
64.	Detalles del proveedor para el embalaje de autopartes.	71
65.	Costo mensual total de embalaje.	71
66.	Contenedores de 40 pies requeridos para la exportación de autopartes hacia la planta de General Motors.	72

67.	Contenedores de 40 pies requeridos para la exportación de autopartes hacia la planta de Audi.....	72
68.	Gasto por flete terrestre para la importación de autopartes.....	73
69.	Detalle de servicio logístico marítimo para la exportación de autopartes.	73
70.	Detalle de servicio logístico terrestre para la exportación de autopartes a sus respectivas plantas ensambladoras.	74
71.	Costos prioritarios para el arranque de la planta de producción.....	75
72.	Incrementos progresivos en costos de producción.....	77
73.	Ajuste de producción y precio de venta de autopartes.....	77
74.	Verificación de cumplimiento de requisitos.....	78
75.	Plan de producción de parabrisas.....	79
76.	Plan de producción de ventanas.....	80
77.	Plan de producción de alfombras.....	80
78.	Plan de producción de revestimientos interiores.....	81
79.	Desglose de la inversión inicial.....	82
80.	Balance general proyectado a 5 años del escenario optimista.....	83
81.	Balance general proyectado a 5 años del escenario pesimista.....	84
82.	Estado de resultados proyectado a 5 años del escenario optimista.....	85
83.	Estado de resultados proyectado a 5 años del escenario pesimista.....	86
84.	Estado de flujos de efectivo proyectado a 5 años del escenario optimista.....	87
85.	Estado de flujos de efectivo proyectado a 5 años del escenario pesimista.....	88
86.	Indicadores de la rentabilidad del proyecto en el escenario optimista.....	89
87.	Indicadores de la rentabilidad del proyecto en el escenario pesimista.....	89
88.	Definiciones de términos utilizados en el estudio.....	125

La industria automotriz mexicana enfrenta un déficit crítico de proveedores de autopartes *tier 2*, particularmente para componentes como vidrio, alfombras y revestimientos interiores, lo que representa una oportunidad estratégica para Guatemala. El presente estudio tuvo como objetivo general analizar la factibilidad técnica, operativa y financiera de establecer una planta manufacturera en Guatemala para suplir esta demanda. La metodología integró un análisis de mercado en los modelos de Chevrolet Silverado y Audi Q5 en México, la evaluación de capacidades industriales locales, la cotización de maquinaria y materia prima importada, y el diseño de procesos productivos simulados en software especializado como Simio. El análisis financiero se realizó mediante proyecciones de estados de flujo de efectivo, VAN, TIR, *payback*, WACC y TMAR, considerando un escenario optimista y otro pesimista. Los resultados demuestran que, con una inversión inicial de Q51.1 millones, la planta podría abastecer un segmento de la demanda, produciendo anualmente 23,916 parabrisas, 29,040 ventanas, 17,424 conjuntos de alfombras y 24,504 revestimientos interiores. Los indicadores financieros confirman su viabilidad, con un *payback* de 1.62 años, VAN de Q25 millones, una TIR del 27.55%, un WACC de 23.26% y una TMAR de 13.08% en el escenario optimista; y un *payback* de 3.71 años, VAN de Q12 millones, una TIR del 17.87%, un WACC de 15.47% y una TMAR de 13.08% en el escenario pesimista. Se concluye que el proyecto es técnica y financieramente viable. La proximidad geográfica, el TLC, la mano de obra guatemalteca, así como el contexto geopolítico global constituyen ventajas competitivas sólidas para posicionar a Guatemala como un proveedor confiable, rentable y estratégico para la industria automotriz mexicana, al tiempo que se generan 197 empleos directos y se desarrolla capital humano especializado.

CAPÍTULO 1

Introducción

La industria automotriz a nivel global se caracteriza por su alta integración en cadena de suministro, donde la eficiencia y confiabilidad de los proveedores de componentes son críticas para la producción continua. México se ha consolidado como uno de los principales centros manufactureros de este sector, ocupando el séptimo lugar a nivel mundial en producción de vehículos ligeros (OICA, 2023). No obstante, este éxito ha revelado una vulnerabilidad estructural: una significativa dependencia de insumos importados y un déficit de proveedores locales *tier 2* y *tier 3*. Manuel Montoya, presidente de la Red Nacional de Clústeres de la Industria Automotriz, señala que el país requiere al menos 2,500 plantas de estas proveedoras para satisfacer la demanda interna, una brecha que representa tanto un riesgo para la competitividad mexicana como una oportunidad para naciones con ventajas logísticas y comerciales.

Para el caso de los parabrisas se consultaron patentes y procesos de fabricación. Mediante la combinación de calor, presión y el uso de láminas de polivinil butiral, así como estándares de calidad internacionales que garantizan la homogeneidad y resistencia del producto final (Clearly, 2020). En lo que respecta a los textiles y revestimientos, se realizaron investigaciones en patentes sobre materiales termoplásticos como el TPE para la fabricación de alfombras automotrices resistentes y ligeras (MacNeil, 2015). Los métodos de termoformado y moldeo por compresión se fueron analizados mediante patentes que describían el proceso para la fabricación de revestimiento de techo y suelo (Gómez, 2005; Hattori, 2017). Con la información extraída se logran validar los procesos y establece los parámetros de calidad y seguridad que deben cumplirse para ser un proveedor confiable para armadoras internacionales.

Tomando en cuenta el Tratado de Libre Comercio entre México y Centroamérica, que elimina aranceles para el 97% de los productos, y la proximidad geográfica que reduce costos y tiempos de logística, Guatemala se postula como un candidato ideal para suplir esta necesidad industrial. Sin embargo, para transformar esta oportunidad teórica en una propuesta concreta y accesible, es importante determinar si el país cuenta con la capacidad técnica, operativa, financiera para establecer y operar una planta manufacturera que cumpla con los estándares de calidad, volumen y competitividad de precio que exige el sector.

Abordando esta problemática mediante un estudio integral de factibilidad. El objetivo general es analizar la viabilidad técnica, operativa y financiera de establecer en Guatemala una planta dedicada a la producción de autopartes de vidrio (laminados y templados), alfombras y revestimientos para vehículos ligeros, destinados específicamente para las plantas ensambladoras en México. La investigación se delimita geográficamente al mercado mexicano y técnicamente a los componentes mencionados para los modelos Chevrolet Silverado y Audi Q5, seleccionados por representar los vehículos de mayores dimensiones en su categoría producidos en México, lo que permite dimensionar la maquinaria y los insumos para el peor caso.

El presente trabajo contiene una estructura que se divide en cuatro fases secuenciales e integradoras. La primera fase consiste en un análisis de mercado exhaustivo para cuantificar la demanda real y los precios de referencia, tomando como base los volúmenes de producción de los modelos de vehículos ligeros mencionados, reportados por el INEGI. La segunda fase evalúa las capacidades industriales locales disponibles en Guatemala, identificando brechas tecnológicas y de inversiones en infraestructura y maquinaria. La tercera fase implica el diseño detallado de los procesos productivos, incluyendo la selección y cotización de maquinaria especializada, materia prima requerida, mano de obra necesaria, la distribución de planta, la simulación de la capacidad productiva mediante el software especializados determinar la capacidad de producción e identificar cuellos de botella. Finalmente, la cuarta fase comprende el modelo financiero, donde se calcula la inversión inicial y se realiza un análisis de rentabilidad para determinar la factibilidad de proyecto.

Justificación

México enfrenta una insuficiencia en el suministro de autopartes de *tier 2* para la industria automotriz. La creciente demanda de vehículos y la proyección de incremento en la producción de vehículos eléctricos han generado la necesidad de expandir y diversificar la cadena de suministro de autopartes en el país. México enfrenta desafíos relevantes para satisfacer esta demanda debido a la escasez de proveedores confiables y eficientes para componentes específicos como vidrios, alfombras y vestiduras. La falta de estos componentes retrasa la producción y afecta directamente la competitividad global de México en la industria automotriz. Este sector representa el 3.6% del PIB de México y genera más de 900,000 empleos directos e indirectos. Sin embargo, la falta de importaciones y la escasez de proveedores locales han sido problemas persistentes. Hasta la fecha, no se ha explorado en profundidad la capacidad de Guatemala para suplir esta carencia, a pesar de su proximidad geográfica y su potencial competitivo en costos de producción (INEGI, 2023).

Este proyecto aborda la necesidad crítica que enfrenta México en la industria automotriz, dada la importancia de este sector para el PIB del país y su rol en la generación de empleo. Se busca fortalecer la cadena de suministro automotriz de México proporcionando una solución viable y sostenible. El objetivo es demostrar no solo la factibilidad técnica y económica de Guatemala para suministrar vidrio, alfombras y vestiduras, sino también impulsar el desarrollo industrial en Guatemala, generando empleo para la población guatemalteca. El mercado de autopartes en México cerró el año 2021 con un valor superior a 94 millones de dólares, con una demanda creciente de componentes electrónicos y materiales avanzados. En Guatemala, existen oportunidades no explotadas que podrían contribuir al desarrollo industrial del país, aprovechando sus recursos disponibles y su proximidad a uno de los mayores mercados automotrices del mundo (INA, 2021).

La investigación evalúa la capacidad de Guatemala para producir y exportar vidrio, alfombras y vestiduras a la industria automotriz en México. Se busca obtener una comprensión clara de las capacidades industriales actuales de Guatemala, identificar las inversiones necesarias en infraestructura, en mano de obra y maquinaria para desarrollar estudios de viabilidad económica para la producción de estas autopartes en Guatemala de forma rentable. También se evaluarán los beneficios económicos y sociales para ambos países. Esta investigación proporcionará una fuente confiable y cercana de producción de autopartes, reduciendo los tiempos de entrega y costos de producción para la industria automotriz mexicana. Para Guatemala, se abrirán nuevas oportunidades económicas y laborales, promoviendo el desarrollo industrial y tecnológico del país.

Dado que Guatemala es uno de los principales socios comerciales de México en Centroamérica y América Latina, este proyecto contribuirá a la integración económica regional, fortaleciendo aún más la relación entre Guatemala y México y mejorando la competitividad de la región en el mercado global (GOB. MX, 2023).

3.1. Objetivo general

Analizar la factibilidad de Guatemala para proveer vidrio, alfombras y vestiduras a la industria automotriz en México.

3.2. Objetivos específicos

1. Evaluar la infraestructura, la maquinaria y equipos especializados actuales disponibles en Guatemala.
2. Analizar las capacidades industriales presentes en Guatemala para la producción de autopartes de vidrio, alfombras y vestiduras.
3. Identificar las inversiones necesarias en la infraestructura, mano de obra, tecnología, maquinaria y equipos especializados para la producción de autopartes.
4. Realizar un análisis de viabilidad económica y financiera para determinar los costos iniciales, costos anuales, ingresos proyectados y el tiempo estimado de retorno de inversión del proyecto.
5. Determinar los beneficios sociales que tendrá la población guatemalteca al introducirse a la industria automotriz.

Revisión del estado del arte

Para la industria automotriz mexicana se resalta el protagonismo de las empresas proveedoras, siendo considerada una nueva forma de organización industrial (R. Arciniega, 2020). México se postula como el sexto producto de vehículos y el quinto exportador de autopartes a nivel mundial y el primer país latino americano productor de vehículos y el exportador de autopartes (R. R. Arciniega, 2021).

México posee una significativa capacidad para atraer inversión extranjera hacia su mercado automotriz. El sector con mayor influencia es la industria manufacturera, que representa más del 50% del total. Dentro de este porcentaje, destacan los subsectores de fabricación de equipo de transporte, con un 41.28%, y la fabricación de partes para vehículos automotores, que supera el 17%. (M. Guizar, 2020).

El material interior del suelo de automóviles utiliza una capa de resina con un punto de solidificación específico (82°C - 190°C) medido por calorimetría diferencial de barrido (DSC). Esta formulación permite un desmoldeo a temperaturas más altas durante la termo formación. Esto reduce significativamente el tiempo de enfriamiento necesario antes del desmoldeo, lo que acorta el ciclo de producción y mejora la productividad sin comprometer la forma moldeada del material (T. Hattori, 2017).

La aplicación del paradigma OLI (Ownership, Location, Internalization) permite comprender los aspectos clave de la inversión china en estos tres pilares, así como en las economías de aglomeración en microrregiones mexicanas. La inversión extranjera directa de China en la industria automotriz en México se ve impulsada por perspectivas favorables de demanda, la proximidad geográfica con Estados Unidos y los beneficios comerciales derivados del T-MEC (Tratado entre México, Estados Unidos y Canadá). Aunque estas condiciones pueden aumentar las oportunidades de mercado, también imponen restricciones y elevan los costos operativos debido a requisitos más estrictos de contenido regional (S. Ortiz, J. Prudencio, 2022).

En el subsector de ensamble de automóviles en México, los salarios más altos inicialmente mostraron un impacto positivo debido a la aglomeración; sin embargo, con el tiempo, se observó un efecto negativo. Por otro lado, en el subsector de autopartes, las economías de aglomeración tuvieron

efectos positivos, gracias a la proximidad geográfica entre proveedores y fabricantes, lo que genera beneficios en términos de productividad, según un modelo econométrico espacial (J. Mendoza, 2021).

El uso de un algoritmo heurístico combinado con una búsqueda Tabú permite optimizar la asignación de piezas a los lotes y de los lotes a los hornos, logrando resultados mayores en comparación con las decisiones tomadas en planta durante una semana de producción real. Los resultados, en las horas de uso de los hornos, demuestran una mejora significativa en el proceso de producción, con una reducción del 32.03% y una disminución del 7.42% en el tiempo de entrega de los pedidos (F. Felipe, R. Nait-Abdallah, A. Lozano, C. Montoya, R. Otero -Caicedo, 2020).

Los textiles dinámicos desarrollados para la tapicería no solo ofrecen mayor comodidad, sino que también son capaces de adaptarse a las posturas y movimientos del cuerpo durante la conducción. Esta mejora en la comodidad se logró mediante el uso de textiles avanzados que responden a la presión y al movimiento, permitiendo un ajuste real y automático. A través del uso de sensores de presión, análisis térmicos, pruebas de durabilidad y encuestas, se determinó que este tipo de tapicería es preferido por los usuarios (J. González, M. Ardanuy, P. Jovancic, 2024).

La fabricación de la capa central del headliner utilizando al menos dos capas de material fibroso de baja densidad (200 - 600 g/m²) impregnadas superficialmente con una resina termo endurecible. El proceso permite la formación y unión de las capas en una sola etapa, simultáneamente, dentro de una prensa caliente. En comparación con procesos anteriores que requieren etapas separadas para la unión y la formación, o que emplean espuma en la capa central (lo cual limita la rigidez y las formas), este método unifica la producción, reduciendo el espacio en la planta, disminuyendo costos y permitiendo una mayor flexibilidad en el diseño y mejor resistencia mecánica del producto final. Además, el control superficial de la resina termo endurecible en las capas fibrosas es un aspecto importante del proceso, permitiendo que la presión en la prensa cause la penetración controlada de la resina y logre la adhesión deseada sin la necesidad de cantidades excesivas de resina (R. M. Gómez, 2005).

Los fabricantes pueden influir en la calidad de las autopartes por medio de incentivos estratégicos y regulaciones. La reducción de los costos de certificaciones para los proveedores, el aumento de penalidades para los que no certifican y una distribución correcta de pérdidas de riesgo entre los fabricantes y proveedores, fomentan el motivo para adquirir certificaciones de calidad por parte de los proveedores de autopartes (X. Cai, D. Li y C. Wang, 2024).

La adición de fibras de vidrio a pueden aumentar la resistencia mecánica, el módulo de elasticidad, el módulo de flexión, la resistencia a la flexión y la resistencia al impacto de los compuestos, mientras que las fibras de celulosa, aunque mejoraron la rigidez, tendieron a reducir la resistencia y aumentar la absorción de agua. Una combinación adecuada puede superar las limitaciones de las fibras individuales y ofrecer propiedades mejoradas materiales del capó de un automóvil (C. Annandarajah, A. Langhorst, A. Kiziltas, D. Grewell, D. Mielewski, R. Montazami, 2019).

La importancia de manejar situaciones de emergencia, el trabajo en equipo, la toma de decisiones críticas y la adaptación a nuevas tecnologías y estándares internacionales son desafíos a los que la industria automotriz se enfrenta diariamente. Los juegos de negocios permiten a los usuarios simular actividades productivas, mejorar sus habilidades técnicas y resolver problemas con mayor facilidad en un entorno laboral de alta presión. Esto proporciona una experiencia de

aprendizaje que se ajusta más a la realidad de los ingenieros y especialistas en el área de transporte (S. Yekimov , A. Tsyna, V. Tytarenko, E. Kulyk, I. Vazhenina, y V. Kluger, 2023).

El diseño de la alfombra, para el piso de vehículos, incorpora un reservorio con deflectores huecos en el panel central que elevan el pie del ocupante y limitan el movimiento del líquido, minimizando derrames. Los paneles de la bandeja tienen un alto grado de conformidad entre ellas y las superficies del vehículo, asegurando un ajuste firme y una sensación más sólida. Adicionalmente, la opción de triextrusión permite una capa superior con alto coeficiente de fricción para prevenir resbalones y una capa central con rigidez y resistencia (D. F. MacNeil, 2015).

Una mezcla compuesta por un 85% de PET reciclado y un 15% de fibras bicomponentes de PET ofrece una resistencia a la abrasión similar a la de las alfombras fabricadas con un 80% de PET virgen y un 20% de fibras bicomponentes. Es posible utilizar una mayor proporción de materiales reciclados sin comprometer la calidad, lo que conlleva a una reducción en los costos de materia prima y a un proceso más amigable con el medio ambiente. (R. Atakan, S. Sezer, H. Karakas, 2020).

La combinación de una capa central de vidrio con un coeficiente de expansión térmica superior y una capa de revestimiento con un CTE inferior, que genera una tensión compresiva en las capas de revestimiento y una tensión de tracción en la capa central. Este diseño permite obtener una mayor resistencia en comparación con los vidrios templados o intercambiados iónicamente convencionales, y además se consigue una temperatura efectiva relativamente baja, lo que facilita la formación de formas 3D complejas en el vidrio. La selección cuidadosa de los materiales y sus espesores permite controlar la tensión y el comportamiento de fractura del vidrio resultante, mejorando su durabilidad y seguridad en aplicaciones diversas, como componentes automotrices (T. M. Clearly, 2020).

5.1. Descripción de la metodología

Se llevó a cabo un análisis estructurado dividido en cuatro fases principales, integrando la recopilación de información, evaluación técnica e industrial, y cálculos financieros para determinar la viabilidad del proyecto.

Se realizó un análisis del mercado de autopartes en México. Se recopilaron datos estadísticos sobre la demanda de vehículos ligeros en México, tomando en cuenta el volumen de vehículos producidos anualmente, las especificaciones técnicas y los estándares de calidad requeridos por el sector automotriz mexicano. La información fue obtenida a través de reportes de mercado, patentes y bases de datos especializadas.

Se llevó a cabo una evaluación de las capacidades industriales y de la infraestructura existente en Guatemala para la producción de vidrio automotriz, alfombras y vestiduras. Este análisis incluyó visitas a empresas locales y una investigación exhaustiva sobre la disponibilidad de maquinaria en el mercado nacional. Se identificaron las máquinas y equipos actualmente disponibles en el país, así como las tecnologías necesarias para adaptar las líneas de producción a las exigencias del sector automotriz. Los costos asociados con la adquisición de maquinaria, equipos, materia prima, infraestructura, logística y embalaje fueron estimados a partir de cotizaciones de proveedores, estudios de caso internacionales y entrevistas con representantes de empresas locales.

Se desarrollaron los cálculos de factibilidad económica y financiera. Para este análisis, se consideraron las siguientes variables:

- *Costos de inversión inicial*: incluyendo maquinaria, instalaciones, tecnologías, capacitación y gastos administrativo.
- *Costos operativos*: como materias primas, mano de obra, energía y mantenimiento de

equipos.

- *Proyección de ingresos*: basada en la demanda estimada del mercado mexicano, considerando el volumen de autopartes requerido y los precios de venta por unidad.
- *Análisis de productividad*: evaluar el rendimiento y eficiencia de procesos, recursos o empleados, identificando el tiempo de producción de cada autoparte.
- *Análisis de rentabilidad*: utilizando herramientas financieras como la tasa interna de retorno y el periodo de recuperación de la inversión.
- *Escenarios de sensibilidad*: evaluar el comportamiento de la empresa al enfrentarse a una situación distinta.

Se identificaron los beneficios en términos de alianzas estratégicas, generación de empleo y desarrollo de competencias técnicas en la fuerza laboral guatemalteca.

5.2. Identificación de necesidades

Las normativas, especificaciones y estándares desempeñan un papel crucial en la producción destinada a proveer a otras empresas, ya que garantizan la calidad, seguridad y consistencia del producto. Asimismo, facilitan la comunicación y el cumplimiento de las expectativas entre el proveedor y el cliente. Por consiguiente, el proceso de verificación de productos debe ser automatizado mediante máquinas capaces de analizar datos y reconocer patrones, complementado por inspecciones realizadas por personal capacitado (Dr. E. Ordoñez, comunicación personal, 22 de agosto de 2024).

La importancia de establecer relaciones sólidas con proveedores internacionales de materia prima radica en la necesidad de garantizar la calidad, la disponibilidad constante y precios competitivos. Resulta prioritario identificar proveedores fuera del continente americano, dado que ciertas materias primas presentan una oferta más robusta y especializada en otras regiones del mundo. Es fundamental enfatizar la relevancia de establecer contratos de suministro que aseguren la continuidad operativa de la producción, eviten interrupciones logísticas y permitan negociar condiciones comerciales más favorables a largo plazo (Dr. E. Ordoñez, comunicación personal, 22 de agosto de 2024).

La adquisición de maquinaria de calidad y alta durabilidad representa una inversión estratégica que impacta directamente en la eficiencia operativa, la estabilidad del proceso productivo y la reducción de costos a largo plazo. Equipos industriales robustos requieren menos mantenimiento, presentan menores probabilidades de fallos y permiten mantener estándares de calidad constantes, lo que resulta fundamental en la fabricación de autopartes para la industria automotriz. Además, la elección de maquinaria de calidad contribuye a optimizar los ciclos de producción y a minimizar los tiempos muertos por fallos técnicos, lo que se traduce en una mayor competitividad frente a otros proveedores plazo (Dr. E. Ordoñez, comunicación personal, 22 de agosto de 2024).

El cumplimiento de los decretos establecidos en el Código de Trabajo garantiza condiciones laborales justas y seguras, promoviendo relaciones equitativas entre empleador y trabajador. Respetar los derechos y obligaciones definidos en esta normativa fortalece la estabilidad interna de la empresa, mejora el clima organizacional y reduce el riesgo de conflictos legales o sanciones administrativas. Además, una gestión laboral alineada con la legislación vigente incrementa la reputación institucional, facilita la atracción y retención de talento calificado (S. Obregón,

comunicación personal, 29 de agosto de 2024).

La norma OHSAS 18001 se centra en la gestión de seguridad y la salud ocupacional. La implementación de esta norma crea un entorno más seguro para los empleados asegurando el cumplimiento de las leyes de seguridad laboral, reduciendo la probabilidad de sanciones legales. Un proveedor certificado con la norma OHSAS 18001 cuenta con una mayor productividad y reputación positiva, resultado de un ambiente laboral seguro y ético (S. Obregón, comunicación personal, 29 de agosto de 2024).

La capacitación del personal es una parte integral del proceso de producción, ya que garantiza que esta se lleve a cabo de manera segura, eficiente y con alta calidad. Un equipo de trabajo bien entrenado reduce la cantidad de errores, mejora la productividad, fomenta prácticas sostenibles y motiva a otros empleados, lo que contribuye al éxito de la empresa. Estas prácticas de formación deben ser impartidas por el personal de la misma organización. Los empleados con más experiencia deben instruir a los nuevos en la forma correcta de realizar las tareas, evitando así confusiones derivadas de prácticas aprendidas en otros entornos ajenos a la empresa (Dr. E. Ordoñez, comunicación personal, 22 de agosto de 2024) (S. Obregón, comunicación personal, 29 de agosto de 2024).

5.3. Definición de requisitos

Tabla 1. Identificación de códigos

ID	Significado
MAQ	Maquinaria
PRD	Producción
PRV	Proveedores
LOG	Logística
IMP	Importación
INF	Infraestructura
PER	Personal
CPL	Cumplimiento legal
EXP	Exportación

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 2. Definición de requisitos

Código	Descripción
MAQ-PRD-001	La maquinaria adquirida debe operar de manera automatizada o semiautomática para garantizar precisión y un flujo continuo de producción y evitar tiempos muertos en el proceso.
MAQ-PRD-002	El sistema de producción debe ser capaz de cubrir al menos un 3% de la demanda.
IMP-PRV-001	Negociar un término de comercio internacional diferente al de <i>Ex Works</i> (EXW), ya que no se cuenta con el conocimiento completo sobre los aspectos logísticos en el extranjero y permite reducir riesgos, facilitar la gestión del transporte y la entrega de la mercancía.

Código	Descripción
LOG-IMP-001	El modelo logístico debe asegurar la reducción al mínimo posible del número de contenedores necesarios para la importación de maquinaria y materia prima, estableciendo un límite máximo de 15 contenedores en total.
LOG-IMP-002	Contratar una naviera especializada para la importación de la mercancía desde el país de origen a Guatemala, asegurando una logística eficiente, cumplimiento de trámites aduaneros, y la llegada de los bienes en óptimas condiciones y en el tiempo previsto.
PRD-INF-001	Cada línea de producción debe integrar un control de calidad capaz de identificar defectos en las autopartes antes de que estas sean clasificadas como producto terminado.
PRD-INF-002	La planta debe contar con zonas diferenciadas para almacenamiento, procesamiento y embalaje de autopartes.
INF-LOG-001	La infraestructura debe contar con suficiente espacio que permita la maniobrabilidad de vehículos pesados, facilitando las operaciones de carga y descarga, al menos del tamaño de un contenedor de 40 pies
PER-MAQ-001	El personal contratado debe recibir la capacitación adecuada, la práctica necesaria para la correcta operación y manejo de la maquinaria.
PER-CPL-001	La empresa debe operar en estricto cumplimiento de los decretos establecidos en el Código de Trabajo vigente en Guatemala.
PER-CPL-002	La empresa debe implementar un sistema de gestión laboral que contemple la administración de contratos, la rotación de turnos, los salarios y las prestaciones conforme a la legislación vigente en Guatemala.

Fuente: Elaboración propia.

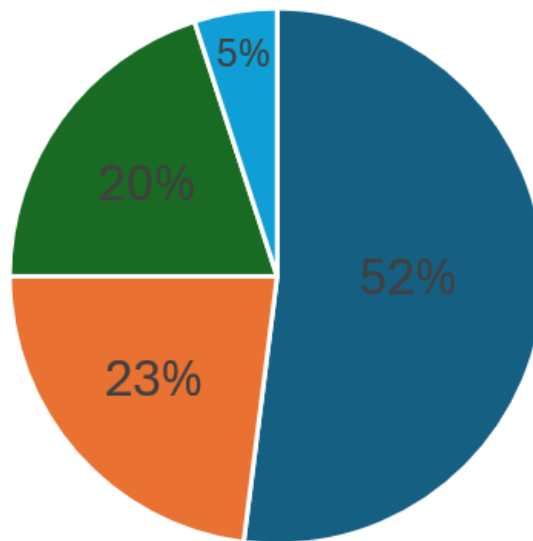
5.4. Industria automotriz mexicana

México es uno de los principales productores de vehículos ligeros y pesados a nivel mundial, ocupando el séptimo lugar en el ranking global. La industria automotriz mexicana representa el 3.5 % del PIB nacional y genera aproximadamente 979,235 empleos. El país cuenta con una extensa red de más de 2,000 proveedores de autopartes, tanto nacionales como internacionales.

Actualmente, operan entre 500 y 600 plantas de autopartes de nivel *tier 2*. Sin embargo, según el Dr. Manuel Montoya, presidente de la Red Nacional de Clústeres de la Industria Automotriz, se requieren al menos 2,500 plantas *tier 2* para satisfacer la demanda del sector. Este déficit constituye un desafío estratégico para fortalecer la cadena de suministro nacional y consolidar a México como un actor clave en la manufactura automotriz global. Al mismo tiempo, representa una oportunidad para Guatemala de integrarse a esta cadena mediante el suministro de autopartes *tier 2* y *tier 3*, aprovechando su cercanía geográfica. Asimismo, se abren posibilidades para establecer alianzas estratégicas con organismos internacionales y construir un ecosistema nacional orientado a la industria automotriz (Montoya, 2022) (OICA, 2023).

China y Estados Unidos son los principales inversores en la industria automotriz mexicana, concentrando aproximadamente el 90 % de la inversión. Esta dependencia presenta una oportunidad adicional para Guatemala de posicionarse como una alternativa viable para la atracción de parte de estas inversiones y su incorporación en la cadena de valor regional.

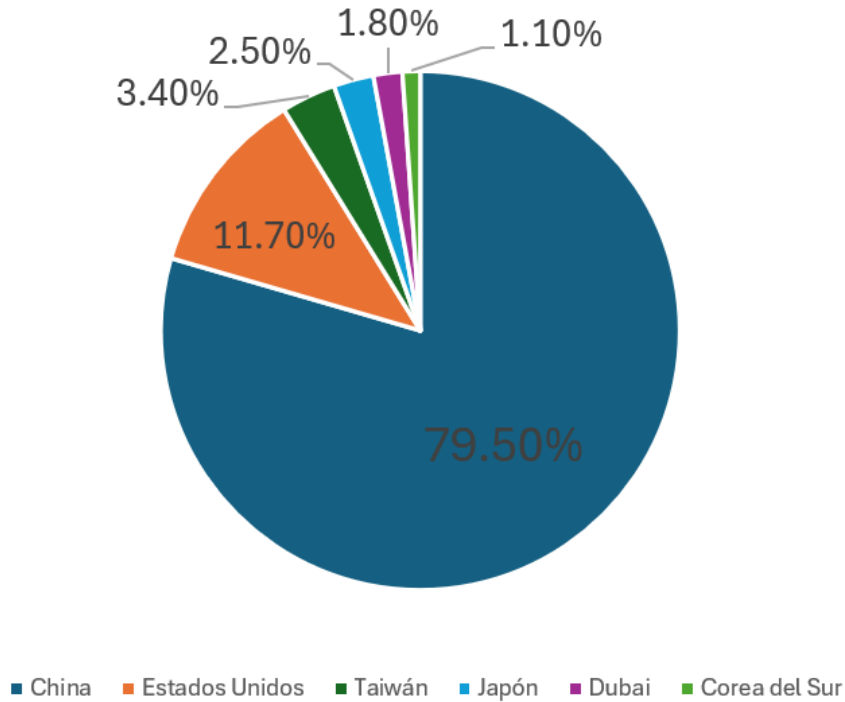
Figura 1. Distribución de la inversión directa de Estados Unidos en la industria automotriz, (2006 – 2023)



■ Autopartes ■ Ligeros ■ Pesados ■ Servicios automotrices

Fuente: México Industry, 2023.

Figura 2. Origen de las nuevas compañías de la industria automotriz en México



Fuente: México Industry, 2023.

Se estima que el 76 % de la demanda total de procesos en México es cubierta mediante importaciones, lo que representa una oportunidad significativa de inversión para empresas extranjeras. Ante la escasez de proveedores *tier 2*, se realizará un análisis de los principales fabricantes internacionales de autopartes con el objetivo de identificar a la competencia y evaluar la viabilidad de la participación de Guatemala como proveedor para el mercado mexicano.

5.4.1. Selección de autopartes

Tras un análisis integral de la infraestructura industrial disponible en Guatemala, el acceso a materias primas, la complejidad técnica y la viabilidad operativa de cada autoparte incluida en el listado *tier 2*, se seleccionaron como objeto de estudio las autopartes correspondientes a vidrio automotriz, alfombras y revestimientos interiores (techo y piso).

La decisión se fundamenta en dos pilares estratégicos. En primer lugar, estos componentes presentan procesos de fabricación tecnológicamente accesibles y con materias primas de adquisición viable para el contexto guatemalteco, lo que reduce el riesgo técnico y financiero de la inversión inicial. En segundo lugar, y más importante, se priorizó la factibilidad de implementación exitosa sobre la complejidad del componente. El objetivo de este proyecto es demostrar la viabilidad de que Guatemala se vuelva un proveedor atractivo de autopartes para la industria automotriz mexicana. Para ello, resulta estratégico iniciar con componentes de manufactura robusta, que faciliten el establecimiento de una operación confiable y competitiva. Dicha base sentará el prestigio necesario para considerar, en una fase posterior, la integración de autopartes con mayor valor agregado y complejidad técnica.

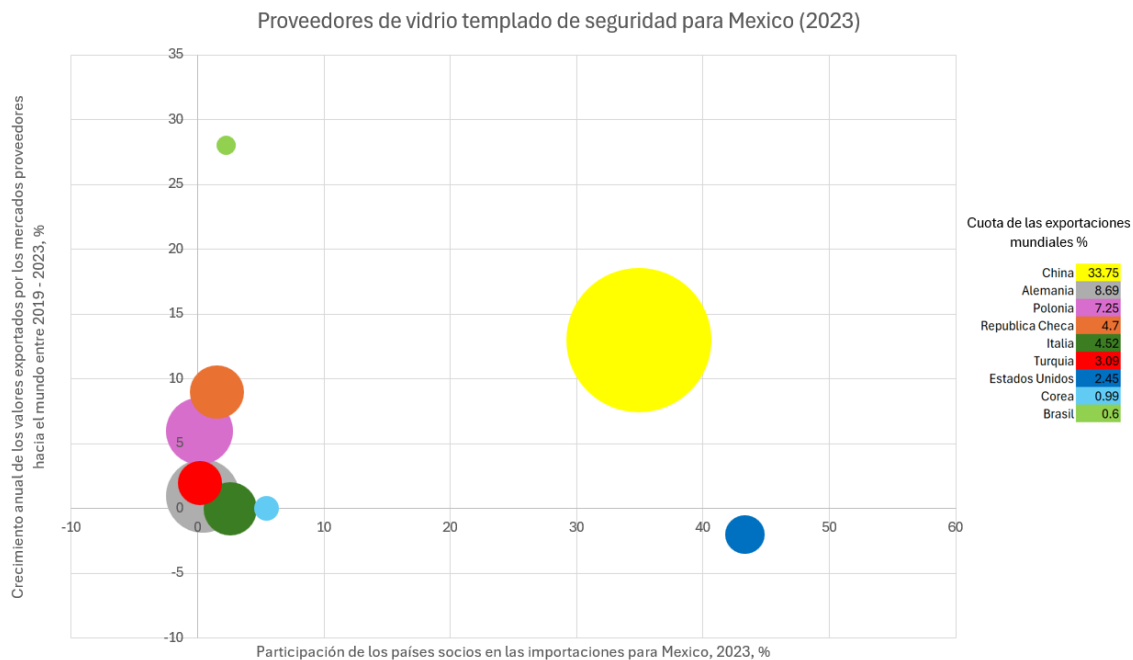
5.4.2. Estudio del mercado de autopartes

Vidrio templado

China se posiciona como un proveedor dominante, con una participación del 34.0% en las importaciones de México y una cuota del 33.75% en las exportaciones globales. De manera similar, Estados Unidos representa el 43.3% de las importaciones mexicanas. Sin embargo, sus exportaciones registran una tasa de crecimiento anual negativa del -2%, lo que sugiere una posible pérdida de dinamismo en el mercado global. Estos datos reflejan la alta dependencia de México respecto a China y Estados Unidos para el abastecimiento de vidrio laminado.

Por otro lado, Brasil presenta un alto crecimiento anual en sus exportaciones con un 28%, aunque su participación en las importaciones mexicanas y su cuota de mercado global son relativamente bajas, 2.23% y 0.6% respectivamente. Esto indica un potencial significativo de crecimiento como proveedor alternativo para México. Asimismo, Alemania y Polonia muestran un crecimiento positivo en sus exportaciones, aunque con una participación menor en las importaciones de México en comparación con China y Estados Unidos.

Figura 3. Análisis comparativo de proveedores internacionales de vidrio templado de seguridad para México, 2023



Fuente: ITC, 2023.

Vidrio laminado

En 2024, Estados Unidos se posicionó como el principal proveedor de vidrio laminado para México, con un valor comercial de \$316,948,331 y un peso neto exportado de 65,919,041 kg. Esto sugiere una dependencia significativa de México respecto a Estados Unidos para el abastecimiento de vidrio laminado.

Canadá y Alemania ocupan los siguientes lugares en importancia, tanto en valor comercial como en volumen de exportación. Sin embargo, la relación entre estos dos factores varía considerablemente entre los distintos proveedores, posiblemente debido a diferencias en el tipo de vidrio laminado o en los costos asociados a impuestos, transporte y producción.

El Salvador, el único país centroamericano en la lista, presenta un peso neto relativamente alto en comparación con su valor comercial, lo que podría indicar una especialización en vidrio laminado de menor costo o valor agregado. Por otra parte, Japón, el único país asiático en el listado, muestra un valor comercial elevado en relación con su peso neto, lo que sugiere una oferta de vidrio laminado de mayor calidad, tecnología o valor agregado.

Brasil y Paraguay, los otros dos países americanos en la lista, son proveedores menores de vidrio laminado para México. Su presencia podría estar relacionada con la proximidad geográfica o con la oferta de tipos específicos de vidrio que no se encuentran fácilmente en otros mercados. No obstante, su contribución total a las importaciones mexicanas de este material es relativamente baja.

Tabla 3. Principales proveedores internacionales de vidrio laminado para México (2024)

Proveedor	Socio	Valor comercial (\$)	Peso Neto (kgs)
Estado Unidos	México	\$316,948,331	65,919,041
Canadá	México	\$3,712,800	1,922,603
Alemania	México	\$4,305,879	383,355
El Salvador	México	\$440,245	370,821
Turquía	México	\$491,480	48,552
Israel	México	\$210,000	33,607
Brasil	México	\$318,209	21,237
Japón	México	\$864,531	18,275
Republica Checa	México	\$519,292	16,248
Malasia	México	\$189,355	8,483
Reino Unido	México	\$82,834	3,707
Suiza	México	\$48,926	1,539
Paraguay	México	\$28,240	1,480
Noruega	México	\$28,219	1,096
Estonia	México	\$25,387	941

Fuente: UN, 2024.

Alfombras y revestimientos

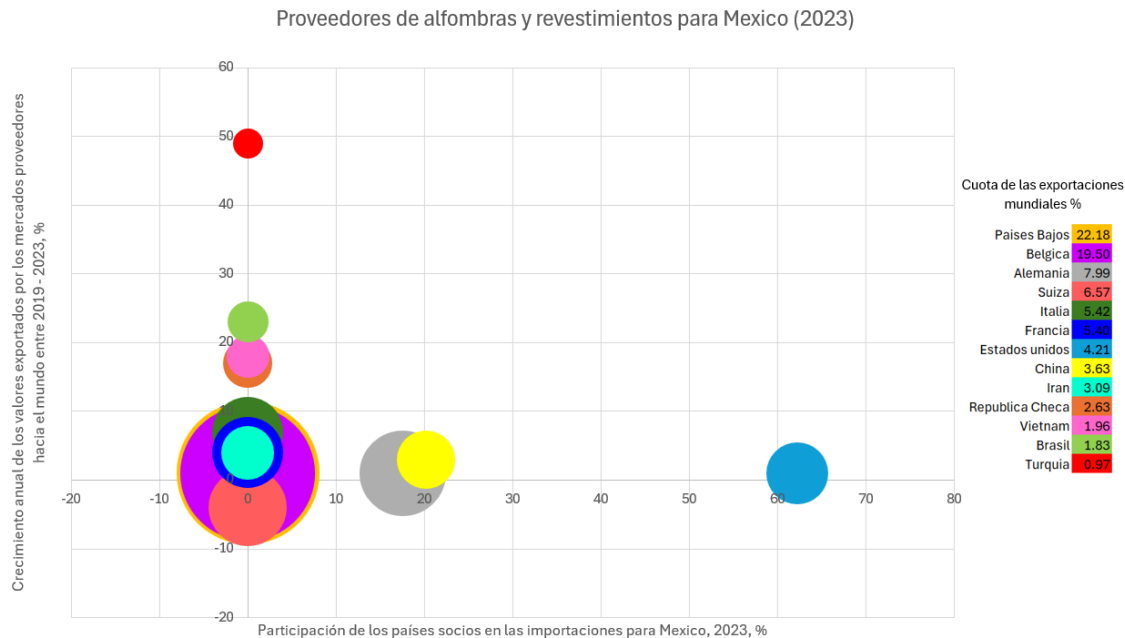
La mayoría de los principales proveedores internacionales de alfombras y revestimientos para México no poseen un dominio absoluto en términos de participación de mercado ni en el crecimiento de los valores exportados. Sin embargo, Estados Unidos destaca con una participación del 62% en las importaciones mexicanas, superando significativamente a otros proveedores. No obstante, su crecimiento anual en valores exportados y su cuota de exportaciones es baja, posiblemente debido a la incursión de nuevos competidores.

China, el segundo proveedor más relevante, representa el 20% de las importaciones mexicanas y constituye una alternativa significativa a la dependencia de Estados Unidos. Sin embargo, su crecimiento anual en valores importados indica una expansión limitada en comparación con mercados emergentes como Turquía o Brasil. Con una cuota del 4% en las exportaciones mundiales China mantiene una presencia global estable en el sector.

Alemania, con una participación del 18 % en las importaciones mexicanas y una cuota del 8 % en las exportaciones mundiales, se posiciona como un proveedor clave. Sin embargo, estos factores no se traducen en un mayor dinamismo en sus envíos hacia México. El bajo crecimiento anual en los valores importados sugiere que Alemania da prioridad a productos de mayor valor agregado o dirigidos a nichos de mercado especializados, enfocándose en calidad y diferenciación en lugar de volumen. Esta estrategia limita su expansión en el mercado mexicano.

Por otro lado, Turquía, Brasil, Vietnam y la República Checa, aunque actualmente no participan en las importaciones mexicanas de alfombras y revestimientos, presentan un alto potencial de crecimiento. Estos países han demostrado una capacidad exportadora en aumento, lo que representa una oportunidad para México de diversificar sus fuentes de suministro. Si bien sus cuotas de exportación mundial aún son bajas, su crecimiento ascendente indica que podrían convertirse en proveedores clave en el mercado mexicano, especialmente si se establecen acuerdos comerciales favorables o se superan barreras existentes.

Figura 4. Análisis comparativo de proveedores internacionales de alfombras y revestimientos para México, 2023



Fuente: ITC, 2023.

5.4.3. Análisis de precios del mercado de autopartes

Para competir en la industria automotriz, es fundamental analizar el mercado y la competencia en la producción de autopartes. En este estudio, se busca proveer autopartes nuevas y auténticas, excluyendo el mercado de piezas usadas y de segunda mano. Para ello, se han analizado los precios vigentes en el mercado con el objetivo de establecer una estrategia de asignación de precios adecuada para los productos que la empresa planea fabricar. En estos precios del mercado, no se considerará el costo de importación debido a la falta de transparencia y la variabilidad en los costos asociados. Muchas autopartes *OEM* requieren cuentas empresariales, direcciones en el extranjero y procesos logísticos adicionales, lo que impide establecer un precio de importación estándar. Como resultado, cualquier estimación de estos costos sería poco representativa y potencialmente engañosa en una comparación de mercado. Asimismo, es importante destacar que este análisis se centrará en las autopartes de los modelos Chevrolet Silverado y Audi Q5, ya que estos vehículos presentan las mayores dimensiones dentro de la categoría de automóviles ligeros ensamblados en México.

Tabla 4. Rangos de precios unitarios de autopartes en el mercado automotriz

Autoparte	Rango de precio (Q)
Parabrisas	4,737.26 – 5,278.76
Ventanas laterales	1,023.11 – 2,760.55
Conjunto de alfombras	1,349.60 – 1,503.84
Revestimiento interior de techo	3,251.18 – 13,809.54
Revestimiento interior de suelo	721.42 – 1,473.92

(Chevrolet, 2025) (Audi, 2025) (BT Cars, 2025).

Fuente: Elaboración propia.

5.4.4. Ventajas estratégicas de Guatemala como proveedor de autopartes para México

El Tratado de Libre Comercio entre Centroamérica y México, ha eliminado las barreras arancelarias, permitiendo que un 97% de los productos guatemaltecos entren al mercado mexicano con un 0% de arancel. Dada la proximidad geográfica, la consolidada relación comercial y los aranceles favorables, Guatemala se presenta como un potencial proveedor estratégico para la industria automotriz mexicana. Particularmente, las autopartes como parabrisas, ventanas laterales, alfombras y revestimientos interiores podrían beneficiarse significativamente de esta dinámica, especialmente en un contexto global donde la diversificación de proveedores es crucial (MINECO, 2024).

México mantiene una fuerte dependencia de Estados Unidos y China para el abastecimiento de vidrio, alfombras y revestimientos automotrices. Dado el deterioro reciente en las relaciones políticas entre México y Estados Unidos, así como las grandes distancias que separan a México de los mercados europeos y asiáticos, Guatemala se presenta como una gran alternativa estratégica, tanto desde el punto de vista logístico como político. Su ubicación geográfica privilegiada le permite competir con los proveedores tradicionales, ofreciendo menores tiempos de entrega, reducción en costos de transporte y una menor exposición a riesgos geopolíticos. Además, al aprovechar su acceso preferencial a través del Tratado de Libre Comercio y su cercanía con México, Guatemala tiene el potencial de convertirse en un socio clave para la industria automotriz mexicana, asegurando un suministro confiable y competitivo de autopartes esenciales.

5.4.5. Demanda de vehículos ligeros en México.

México presenta una demanda significativa de autopartes, particularmente de *tier 2*, debido a su escasez en el mercado. Aunque no existen estadísticas precisas sobre la cantidad exacta de autopartes requeridas anualmente en el país, es posible realizar una estimación basada en la demanda total de los vehículos mencionados anteriormente. Según el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), en el año 2024, la demanda del modelo de Audi Q5 alcanzó un total de 140,114 unidades y todos los modelos de Chevrolet Silverado alcanzaron un total de 191,292 unidades en México. A partir de esta cifra, pueden desarrollarse estimaciones que permitan cuantificar la demanda de autopartes en función del número de componentes requeridos por cada vehículo y las necesidades del mercado de reposición. Para el análisis, se considera que cada vehículo está compuesto por un vidrio laminado siendo este el parabrisas y 4 vidrios templados distribuidos de la siguiente manera: dos vidrios laterales para el conductor y copiloto, y dos vidrios laterales para los pasajeros. En el caso de las alfombras, se asume que cada automóvil requiere un total de cuatro unidades, correspondientes al conductor, copiloto y pasajeros. No obstante, estas alfombras pueden producirse y comercializarse en conjuntos completos, por lo que un conjunto de alfombras será considerado como una única autoparte. En cuanto a los revestimientos interiores, se incluyen los correspondientes al techo y al suelo (INEGI, 2024).

Tabla 5. Demanda de unidades de Chevrolet Silverado

Periodo	Demanda	Parabrisas	Ventanas	Alfombras
Año 2024				
Enero	18,062	18,062	72,248	18,062
Febrero	17,505	17,505	70,020	17,505
Marzo	17,308	17,308	69,232	17,308
Abril	17,329	17,329	69,316	17,329
Mayo	17,165	17,165	68,660	17,165
Junio	15,412	15,412	61,648	15,412
Julio	11,443	11,443	45,772	11,443
Agosto	6,731	6,731	26,924	6,731
Septiembre	25,441	25,441	101,764	25,441
Octubre	17,466	17,466	69,864	17,466
Noviembre	16,702	16,702	66,808	16,702
Diciembre	10,728	10,728	42,912	10,728
TOTAL	191,292	191,292	765,168	191,292

(INEGI, 2024).

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 6. Demanda de unidades de Audi Q5.

Periodo	Demanda	Vestiduras
Año 2024		
Enero	12,738	25,475
Febrero	5,705	11,410
Marzo	11,558	23,116
Abril	15,341	30,682
Mayo	17,474	34,948
Junio	16,003	32,006
Julio	17,359	34,718
Agosto	9,964	19,928
Septiembre	15,647	31,294
Octubre	13,358	26,716
Noviembre	10,989	21,978
Diciembre	6,716	13,432
TOTAL	140,114	305,703

(INEGI, 2024).

Fuente: Elaboración propia.

5.5. Cálculos y diseño

5.5.1. Inversión inicial, costos y gastos

Con el fin de asegurar la solidez de los cálculos y supuestos presentados en este capítulo, se considerará un proceso de validación mediante la consulta de académicos expertos en la materia. Esta revisión externa permitirá comparar, ajustar los análisis financieros, para generar una mayor confianza en los resultados y asegurar su utilidad práctica.

Para el desarrollo de los cálculos de viabilidad económica, se establecerán suposiciones con el objetivo de enfocar el análisis en los costos de producción de autopartes evitando detalles que no afectan significativamente la evaluación financiera del proyecto.

Se asumirá que la empresa cuenta con el mobiliario básico, equipo de cómputo y servicios de telecomunicaciones necesarios para las operaciones administrativas y de gestión de producción. Asimismo, no se incluirán en el análisis costos indirectos menores como papelería, suministros de oficina o gastos administrativos no asociados directamente a la producción. En el caso de los gastos administrativos, únicamente se considerarán los salarios del personal administrativo. Estas suposiciones permiten excluir partidas de bajo impacto financiero y concentrar el análisis en los costos clave de producción, lo que asegura un estudio más realista, enfocado en la viabilidad operativa.

Partiendo con la inversión inicial, para garantizar la legalidad, seguridad y sostenibilidad de las operaciones de la planta, es importante adquirir los permisos y licencias que exige la normativa guatemalteca. Estos requisitos aseguran el cumplimiento de las disposiciones ambientales, laborales, fiscales y de seguridad industrial, evitando sanciones y asegurando la continuidad de la producción.

Los permisos y licencias que se deben considerar son los siguientes:

- Inscripción en el Registro Mercantil.
- Inscripción y obligaciones fiscales en la SAT.
- Licencia sanitaria.
- Licencia ambiental.
- Permisos de construcción y uso de suelo.
- Afiliación patronal.
- Permisos de seguridad e higiene ocupacional.
- Registro y autorización de importación y exportación.
- Registro de marcas, patentes y propiedad industrial.

Dado que los costos específicos de cada permiso y licencia dependen de factores como el tamaño de la planta, ubicación y capacidad instalada, no es posible establecer un monto exacto en este análisis. Por lo tanto, se estimará su valor como el equivalente al 5% de los costos operativos anuales.

Se analizarán las áreas de la planta de producción para determinar la cantidad de empleados necesarios para operar la empresa de manera eficiente. En este caso al tratarse de una empresa que está comenzando a operar, solamente se tomaron en cuenta la cantidad de empleados necesarios. El salario mensual de cada empleado fue determinado mediante una media salarial dependiendo del puesto de trabajo en Guatemala (Computrabajo, 2024).

Tabla 7. Costos de personal administrativo

Empleados administrativos	Empleados requeridos	Salario por empleado (Q/mes)	Salario total por puesto (Q/mes)
Jefe de producción	1	16,976.00	16,976.00
Gerente de ventas	1	20,687.00	20,687.00
Gerente de planta	1	20,687.00	20,687.00
Gerente de recursos humanos	1	20,687.00	20,687.00
Contador general	1	13,896.00	13,896.00
Supervisor de producción	3	9,877.00	29,631.00
Coordinador de logística	1	12,930.00	12,930.00
Analista de reclutamiento y selección	1	6,702.00	6,702.00
Especialista de nominas	1	8,009.00	8,009.00
Especialista en capacitaciones y auditorias	2	7,163.00	14,326.00
TOTAL			164,531.00

(Computrabajo, 2024) (MINTRAB, 2025).

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8. Costos de personal de servicios

Servicios	Empleados requeridos	Salarios por operador (Q/mes)	Salario total por etapa (Q/mes)
Conserje	4	3,278.59	13,114.36
Guardia de seguridad	6	3,278.59	19,671.54
Enfermería	2	4,063.00	8,126.00
TOTAL			40,911.90

(Computrabajo, 2024) (MINTRAB, 2025).

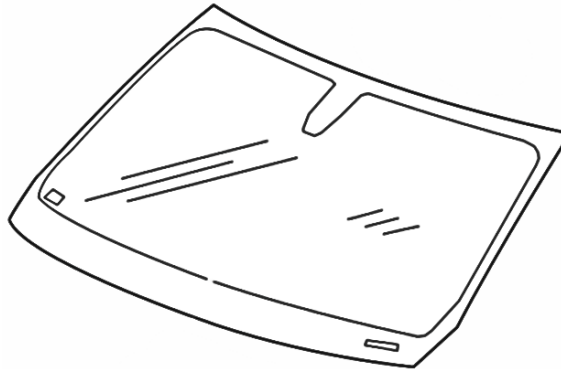
Fuente: Elaboración propia.

Para determinar los costos totales asociados con la fabricación de autopartes de vidrio, vestiduras y alfombras, se realizó un análisis del mercado de ensamblaje en México. Actualmente, en el país se ensamblan 12 marcas diferentes de vehículos, y existen 22 plantas dedicadas a este proceso. Además, hay 10 fábricas especializadas en el ensamblaje de motores y 7 plantas enfocadas en el ensamblaje de transmisiones. México ensambla aproximadamente 57 modelos distintos de automóviles, destacando en esta lista el Chevrolet Silverado de doble cabina, que cuenta con las mayores dimensiones de parabrisas y alfombras. Por otro lado, el Audi Q5 se distingue por su techo y piso interior más espaciosos (INEGI, 2024).

Parabrisas y ventanas

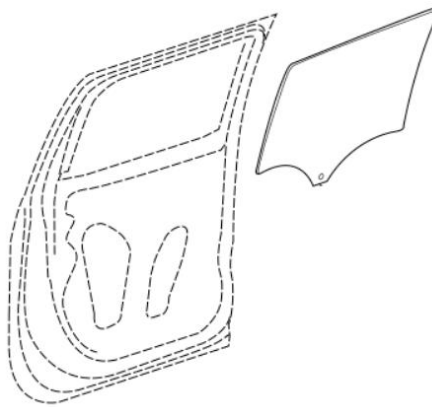
El Chevrolet Silverado se utilizará como referencia para determinar el tamaño adecuado de las máquinas y la materia prima destinadas a la fabricación de autopartes de vidrio. El análisis para la adquisición de materia prima de maquinaria se realizó tomando como base las dimensiones de un parabrisas y ventanas del Chevrolet Silverado, al ser el vehículo de mayor tamaño producido en México. En este caso se tomarán las dimensiones del parabrisas para la fabricación de vidrio laminado y la ventana más grande para vidrio templado. De esta manera, se considera que las máquinas seleccionadas tendrán la capacidad de fabricar piezas para los demás modelos ensamblados en el país, cuyas dimensiones son menores (Chevrolet, 2024).

Figura 5. Parabrisas de un Chevrolet Silverado 2024



Fuente: Chevrolet, 2024.

Figura 6. Ventana de un Chevrolet Silverado 2024



Fuente: Chevrolet, 2024.

Tabla 9. Valores de dimensionamiento de parabrisas de un Chevrolet Silverado 2024

Autoparte	Dimensión
Longitud de parabrisas	0.75 m
Ancho de parabrisas	1.48 m
Longitud de ventana	0.68 m
Ancho de ventana	0.87 m
Grosor de ventana	5.00 mm
Grosor de parabrisas	5.00 mm

(Chevrolet, 2024).

Fuente: Elaboración propia.

La fabricación de parabrisas para automóviles se lleva a cabo mediante las siguientes etapas (T. Clearly, 2020):

1. Corte y biselado del vidrio

El proceso inicia con la selección de las hojas de vidrio flotado, las cuales son transportadas al área de corte por un operador mediante el uso de ventosas especializadas, con el fin de evitar daños o contaminación en la superficie. Una vez en la estación de corte, las hojas se colocan sobre una máquina CNC equipada con dos herramientas de corte (superior e inferior), las cuales realizan el trazado y corte con precisión según las dimensiones especificadas en el diseño.

Posteriormente, los bordes del vidrio se someten a un proceso de biselado utilizando una máquina biseladora, la cual emplea herramientas de corte especiales para eliminar aristas filosas y garantizar un ajuste preciso en la estructura del vehículo. Durante esta etapa, intervienen uno operador para realizar el biselado manual y un operador para programar y supervisar el proceso de corte CNC.

2. Lavado y secado

Las hojas de vidrio cortadas y biseladas son trasladadas por el operador hasta la máquina de lavado y secado la cual elimina residuos de polvo, refrigerante y partículas de vidrio. Luego un sistema de aire caliente de alta presión elimina la humedad, asegurando una superficie completamente limpia antes de la laminación.

3. Ensamblaje de las hojas de vidrio

Dos operarios especializados colocan una hoja de vidrio sobre otra, asegurando una alineación precisa. Este ensamblaje preliminar es fundamental para que ambas hojas de vidrio obtengan la misma curvatura en la siguiente etapa.

4. Inspección dimensional

Antes de continuar con el proceso, se realiza una inspección precisa para verificar que el vidrio cumple con las especificaciones dimensionales establecidas.

5. Impresión de fritas

Ambas hojas de vidrio son procesadas mediante una máquina de serigrafía, la cual se encarga de aplicar fritas en el borde del parabrisas, con el fin de garantizar una adecuada protección, estética y resistencia del producto final.

6. Curvado térmico del vidrio

Las hojas de vidrio que cumplen con los estándares dimensionales se introducen en el horno de curvado el cual se encarga de dar la curvatura específica según el diseño del vehículo.

El horno de curvado opera a temperaturas entre 600 °C y 650 °C. Durante el proceso de calentamiento, el vidrio se vuelve maleable y adopta la forma del molde. Posteriormente, se aplica un enfriamiento controlado, asegurando que la curvatura quede fijada sin generar tensiones internas que puedan provocar fracturas.

7. Horno de laminado con película PVB

Las hojas de vidrio curvadas se transportan a la etapa de horno de laminadora de PVB, donde antes de ser ingresadas se inserta una película de polivinil butiral entre ellas y luego son pasadas a la cámara de la máquina que alcanza temperaturas de 90 °C a 140 °C, con una presión de 1 MPa. Este tratamiento elimina posibles burbujas de aire atrapadas entre las capas y mejora la adhesión del PVB, asegurando la integridad estructural del vidrio laminado.

8. Inspección final y control de calidad

Una vez finalizado el proceso de laminación, el vidrio pasa por una última inspección para garantizar su conformidad con los estándares de calidad y seguridad exigidos en la industria automotriz.

Es importante resaltar que para la elaboración de ventanas se omiten los pasos 3, 5 y 7.

Para determinar el costo de operación de esta autoparte, se considerarán las dimensiones de las máquinas a fin de establecer el espacio que ocuparán en el área de producción. Asimismo, se tomará en cuenta el costo de cada máquina y la potencia que generan para calcular el consumo de energía eléctrica (T. Clearly, 2020).

Tabla 10. Inversión en maquinaria para la producción de vidrio laminado y templado

Equipo	Dimensiones de la máquina (m)	Costo por máquina (Q)	Potencia (kW)
Máquina cortadora de vidrio	2.50 × 1.90	92,367.48	9.00
Máquina de biselado de vidrio	1.50 × 1.50	30,789.16	2.60
Lavadora y secadora de vidrio	2.70 × 2.10	12,190.66	7.50
Máquina para serigrafía de fritas	6.50 × 1.60	197,023.88	5.00
Horno de curvado	13.89 × 3.48	1,296,039.86	520.00
Horno de laminado de PVB	2.60 × 4.00	254,013.22	38.00

(A. Ren, 2024) (G. Dong, 2024) (A. Hu, 2025) (Z. Liang, 2025) (A. Song, 2025) (S. Wang, 2025) (T. Clearly, 2020).

Fuente: Elaboración propia.

Los automóviles se fabrican con dos tipos de vidrio: templado y laminado. El vidrio laminado se utiliza exclusivamente en el parabrisas del vehículo, ya que, en caso de impacto, proporciona mayor seguridad al evitar que el vidrio se fracture en múltiples fragmentos. Para el vidrio templado, el proceso es similar, aunque omite las etapas de laminado. Se determinó la cantidad de operadores requeridos por turno para la mano de obra directa, así como sus salarios, según la etapa del proceso en la que participen en la fabricación del vidrio automotriz. La misma línea de producción de vidrio laminado será utilizada para la producción de vidrio templado (T. Clearly, 2020).

Tabla 11. Costos de mano de obra directa para la producción de vidrio templado y laminado de vehículos

Etapa	Operadores requeridos	Salarios por operador (Q/mes)	Salario total por etapa (Q/mes)
Manejo y transporte de materia prima	6	3,634.59	21,807.54
Máquina cortadora de vidrio	2	3,997.00	7,994.00
Máquina de biselado de vidrio	2	3,997.00	7,994.00
Lavadora y secadora de vidrio	2	3,815.00	7,630.00
Máquina para serigrafía de fritas	2	4,180.00	8,360.00
Horno de curvado	2	4,180.00	8,360.00
Horno de laminado de PVB	2	3,815.00	7,630.00
Remoción y transporte	2	3,634.59	7,269.18
Inspección y control de calidad	2	4,509.00	9,018.00
TOTAL			86,062.72

(T. Clearly, 2020) (Computrabajo, 2024) (MINTRAB, 2025).

Fuente: Elaboración propia.

Alfombras

El Chevrolet Silverado se utilizará como referencia para determinar el tamaño adecuado de las máquinas y materia prima destinadas a la fabricación de alfombras. Como se mencionó previamente, el Chevrolet Silverado, al ser el vehículo de mayor tamaño producido en México se considera que las máquinas seleccionadas tendrán la capacidad de fabricar piezas para los demás modelos ensamblados en el país, cuyas dimensiones son menores. En este caso, se busca fabricar alfombras capaces de resistir diversas condiciones climáticas. Para ello, se ha determinado que el material más adecuado son los elastómeros termoplásticos (TPE) (Chevrolet, 2024).

Figura 7. Conjunto de alfombras de un Chevrolet Silverado 2024



Fuente: Chevrolet, 2024.

Tabla 12. Valores de dimensionamiento de alfombras de un Chevrolet Silverado 2024

Autoparte	Dimensión
Longitud de alfombras frontales	0.66 m
Ancho de alfombras frontales	0.52 m
Longitud de alfombras traseras	0.62 m
Ancho de alfombras traseras	0.62 m
Espesor	3.00 mm

(Chevrolet, 2024).

Fuente: Elaboración propia.

La fabricación de alfombras para automóviles se lleva a cabo a través de las siguientes etapas (M. Tang, 2025) (Lins Machinery, 2020) (D. MacNeil, 2015):

1. Recepción y preparación del material TPE

El proceso inicia con la recepción de elastómeros termoplásticos (TPE), el cual es trasladado mediante un sistema de un carrito transportador de almacén hasta la zona de alimentación de la máquina de termoformado.

En esta etapa, dos operadores se encargan de posicionar el material en la plataforma de alimentación de la máquina, garantizando un flujo continuo y uniforme para el correcto inicio del proceso.

2. Termoformado

Una vez colocado en la máquina, el TPE es alimentado de forma automática a la zona de precalentamiento, donde se somete a temperaturas controladas que oscilan entre 140 °C y 200 °C. Este rango de temperatura permite que el material alcance un estado de maleabilidad adecuado para el posterior moldeo, sin comprometer su integridad estructural.

El material precalentado es transferido automáticamente hacia un molde especializado, el cual se encuentra en la zona de conformado de la máquina. En esta etapa, se aplica una combinación de presión y vacío que permite que el TPE adopte la forma requerida para las alfombras automotrices.

Tras el proceso de termoformado, el conjunto de alfombras se somete a un enfriamiento controlado mediante un sistema de flujo de aire forzado o refrigeración por contacto. Este paso es esencial para fijar la forma del producto, reducir las tensiones internas y prevenir deformaciones.

3. Corte final y acabado del producto

El conjunto de alfombras es retirado de la máquina por un operador, quien realiza un corte final individual utilizando herramientas de corte de alta precisión. Este procedimiento permite obtener los contornos exactos requeridos para cada modelo vehicular, asegurando un ajuste preciso en el automóvil.

4. Inspección final y control de calidad

El proceso concluye con una inspección de las dimensiones, acabados y propiedades físico-mecánicas del producto. Este control de calidad asegura que las alfombras de TPE cumplan con las especificaciones establecidas en la industria automotriz, garantizando durabilidad, resistencia y funcionalidad en su uso final.

Al igual que el vidrio, se consideran las dimensiones de las máquinas a fin de establecer el espacio que ocuparán en el área de producción. Asimismo, se tomará en cuenta el costo de cada máquina y la potencia que generan para calcular el consumo de energía eléctrica.

Tabla 13. Inversión en maquinaria para la producción de alfombras

Equipo	Dimensiones de la maquina (m)	Costo (Q)	Potencia (kW)
Máquina de termoformado	7.30 × 1.50	308,570.78	80.00

(M. Tang, 2025).

Fuente: Elaboración propia.

Como se mencionó anteriormente, durante el proceso de termoformado, la materia prima debe ser colocada en un molde para adquirir la forma deseada. Los moldes, que serán importados desde China, las cuales se utilizarán según lo que se planea producir semanalmente.

Tabla 14. Inversión en molde para el proceso de fabricación de alfombras

Herramienta de manufactura	Costo (Q)
Molde para un conjunto de alfombras	18,500.49

(S. Liu, 2025).

Fuente: Elaboración propia.

Las alfombras desempeñan un papel crucial en la protección del interior del vehículo, manteniéndolo limpio y libre de daños que pueden ser causados por elementos externos o por el uso de los pasajeros. Estas alfombras evitan que los contaminantes se adhieran a la base del automóvil. Además, su función incluye el aislamiento de vibraciones y ruido. Al igual que en la elaboración de vidrio, se evaluará la cantidad de operadores requeridos por turno para la mano de obra directa, así como sus salarios, según la etapa del proceso en la que participen en la fabricación de las alfombras (Lins Machinery, 2020) (D. MacNeil, 2015).

Tabla 15. Costos de mano de obra directa para la producción de alfombras de vehículos

Etapa	Operadores requeridos	Salarios por operador (Q/mes)	Salario total por etapa (Q/mes)
Manejo de materia prima	2	3,634.59	7,269.18
Termoformado	2	3,997.00	7,994.00
Corte y acabos finales	2	3,815.00	7,630.00
Transporte y colocación en estanterías	1	3,634.59	3,634.59
Control de calidad	1	4,509.00	4,509.00
TOTAL			31,036.77

(D. MacNeil, 2015) (Computrabajo, 2024) (MINTRAB, 2025).

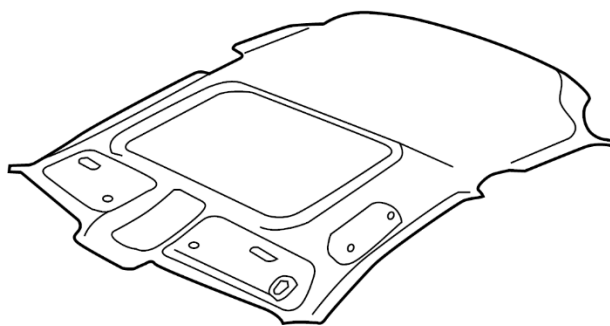
Fuente: Elaboración propia.

Revestimientos interiores de techo y suelo

El Audi Q5 se empleó como referencia para determinar el tamaño óptimo de las máquinas y la materia prima destinadas a la producción del revestimiento interior. El Chevrolet Silverado no fue seleccionado para este propósito debido a que, al tratarse de un vehículo tipo pickup, su cabina es más reducida debido a la presencia del área de carga, ubicada externamente al habitáculo.

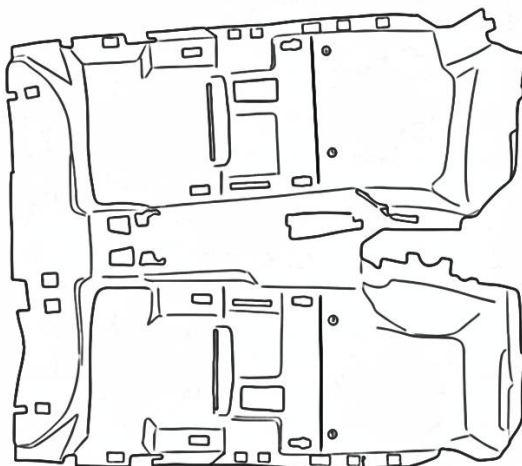
Para este análisis, se dispuso de un Audi Q5 modelo 2016, el cual fue utilizado para realizar mediciones y determinar con precisión las dimensiones adecuadas del revestimiento interior. Los resultados indicaron que las diferencias dimensionales entre ambas piezas fueron mínimas y no representaron una variación significativa. Dado que estas diferencias no generaban un impacto relevante, se utilizarán las mismas dimensiones para la estimación de costos. Esta decisión permitió optimizar el análisis sin comprometer su precisión, al igual que mantener la coherencia metodológica y garantizar un enfoque eficiente en la comparación de costos sin introducir desviaciones insignificantes en el análisis.

Figura 8. Revestimiento interior de techo de un Audi Q5 2024



Fuente: Audi, 2025.

Figura 9. Revestimiento interior de suelo de un Audi Q5 2024



Fuente: BT Cars, 2025.

Tabla 16. Valores de dimensionamiento de techo y suelo de un Audi Q5 2024

Magnitud	Dimensión
Longitud de techo	2.08 m
Ancho de techo	1.23 m
Longitud de piso	2.08 m
Ancho de piso	1.23 m
Grosor de revestimiento de techo	3.00 mm
Grosor de revestimiento de suelo	2.00 mm

Fuente: Elaboración propia.

La fabricación de alfombras para automóviles se lleva a cabo a través de las siguientes etapas (R. Gomez, 2005) (T. Hattori, 2017):

1. **Recepción y preparación de materias primas**
El proceso inicia con la recepción de tejido de techo de esponja/ tela no tejida de poliéster. Posteriormente, los materiales se trasladan mediante un carrito transportador de almacén hasta el área de la prensa hidráulica de termoformado.
2. **Proceso de termoformado por compresión**
El material preparado es colocado cuidadosamente en el molde correspondiente, diseñado específicamente para el revestimiento del techo o del suelo del vehículo. Dos operadores especializados intervienen en esta etapa para asegurar una distribución uniforme del material dentro del molde.

La prensa hidráulica de termoformado aplica una combinación controlada de presión y temperatura para moldear el material, permitiendo que adopte la geometría requerida. Este proceso garantiza la obtención de un producto con la forma, textura y dimensiones precisas, cumpliendo con los estándares de calidad automotriz.

3. Enfriamiento y estabilización del producto

Una vez finalizado el termoformado, el revestimiento es sometido a un proceso de enfriamiento controlado para estabilizar su forma y prevenir deformaciones.

4. Corte final y acabado del producto

Una vez estabilizado, el revestimiento es trasladado a una estación de corte final, donde un operador especializado realiza el ajuste de contornos y cortes necesarios para garantizar que el producto cumpla con las dimensiones y especificaciones, asegurando que el producto esté listo para su instalación en el vehículo.

5. Inspección final y control de calidad

El proceso concluye con una inspección que verifica la precisión dimensional, la integridad estructural y la calidad del acabado superficial del revestimiento. Esta inspección garantiza que el producto final cumpla con los estándares exigidos por la industria automotriz.

Al igual que con las demás autopartes, se consideran las dimensiones de las máquinas a fin de establecer el espacio que ocuparán en el área de producción. Asimismo, se tomará en cuenta el costo de cada máquina y la potencia que generan para calcular el consumo de energía eléctrica.

Tabla 17. Inversión en maquinaria para la producción de revestimientos interiores de techos y suelos automotrices

Equipo	Dimensiones de la maquina (m)	Costo (Q)	Potencia (kW)
Prensa hidráulica de termoformado	4.05 × 2.20	62,580.00	23.00

(K. Min, 2025).

Fuente: Elaboración propia.

De manera similar a las alfombras, durante el proceso de compresión, la materia prima debe colocarse en un molde para adquirir la forma deseada. Los moldes serán importados desde China: uno con la forma del techo y otro con la del suelo de un automóvil.

Tabla 18. Inversión de moldes para el proceso de fabricación de revestimientos interiores de techos y suelos automotrices

Herramienta de manufactura	Costo (Q)
Molde para revestimiento de techo	275,469.81
Molde para revestimiento de suelo	275,469.81

(V. Liao, 2025).

Fuente: Elaboración propia.

El revestimiento interior de los autos mejora la estética, el confort y la seguridad del vehículo. Actúa como aislante térmico y acústico, reduce ruidos y vibraciones, y protege la estructura interna contra el desgaste. Al igual que en el proceso de fabricación de alfombras y vidrio, se evaluará la cantidad de operadores requeridos para la mano de obra directa, así como sus salarios, considerando las distintas etapas del proceso involucradas en la producción de los revestimientos para techo y suelo automotriz (R. Gomez, 2005) (T. Hattori, 2017).

Tabla 19. Costos de mano de obra directa para la producción de revestimientos interiores de techos y suelos automotrices

Etapa	Operadores requeridos	Salarios por operador (Q/mes)	Salario total por etapa (Q/mes)
Transporte y colocación en estanterías	1	3,634.59	3,634.59
Prensa hidráulica de termoformado	2	4,000.00	8,000.00
Corte y acabados finales	1	3,815.00	3,815.00
Control de calidad	1	4,509.00	4,509.00
TOTAL			19,958.59

(R. Gomez, 2005) (T. Hattori, 2017) (Computrabajo, 2024) (MINTRAB, 2025).

Fuente: Elaboración propia.

Costos de montacargas

Debido a la necesidad de descargar contenedores durante la inversión inicial, importar materia prima cada siete semanas y cargar contenedores con producto terminado mensualmente, es indispensable la adquisición de montacargas para optimizar las operaciones logísticas.

Considerando que la demanda de autopartes es considerablemente alta, la estrategia de producción está orientada a maximizar la eficiencia y rentabilidad. Esto implica manejar volúmenes considerables de materia prima y de producto terminado. Por esta razón, se cotizó la adquisición de tres montacargas con una capacidad de carga de 5 toneladas cada uno, con el objetivo de facilitar las labores de carga y descarga tanto de materia prima como de producto terminado. La capacidad seleccionada garantiza la versatilidad necesaria para operar con distintos tipos de contenedores y materiales, asegurando un flujo logístico continuo y confiable en la planta de producción.

Tabla 20. Inversión en montacargas

Equipo	Dimensiones de la máquina (m)	Unidades	Costo por unidad (Q)
Montacargas de 5 toneladas	3.30 × 1.40	3	103,621.97
TOTAL			310,865.92

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 21. Costos de operación de montacargas

Etapa	Operadores requeridos	Salarios por operador (Q/mes)	Salario total por etapa (Q/mes)
Operadores de montacargas	3	3,913.59	11,740.77
TOTAL			11,740.77

(Computrabajo, 2024) (MINTRAB, 2025).

Fuente: Elaboración propia.

Costos asociados a maquinaria

Debido a la cantidad de maquinaria y equipo utilizados, es fundamental considerar los costos asociados a su uso intensivo, especialmente en lo relativo a la depreciación, el mantenimiento y el consumo de herramientas. La depreciación representa la pérdida de valor de los activos por desgaste y obsolescencia, lo cual permite planificar su reemplazo y reflejar de manera más precisa el costo real de producción. El uso constante incrementa el riesgo de fallos y la necesidad de intervenciones técnicas. Asimismo, el uso intensivo conlleva un mayor desgaste de herramientas, consumibles y componentes en sistemas automatizados, lo que representa un costo recurrente que debe ser previsto.

De acuerdo con el Decreto 10 del Congreso de la República de Guatemala, y conforme a prácticas contables comúnmente aceptadas, se asumen los siguientes porcentajes sobre el valor total de la maquinaria:

Tabla 22. Costos asociados al uso y conservación de maquinaria

Costos operativos de maquinaria		Porcentajes	Costo operativo (Q/anual)	Costo operativo (Q/mes)
Depreciación maquinaria	de	20%	539,957.65	44,996.47
Mantenimiento maquinaria	de	10%	269,978.83	22,498.24
Costo de herramientas		5%	134,989.41	11,249.12
TOTAL			944,925.89	78,743.82

(CONGRESO DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA, 2012).

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, es importante considerar un departamento de mantenimiento que sea responsable de ejecutar y supervisar todas las actividades relacionadas a la conservación y el correcto funcionamiento de las máquinas.

Tabla 23. Costos de personal de mantenimiento de maquinaria

Etapa	Operadores requeridos	Salarios por operador (Q/mes)	Salario total por etapa (Q/mes)
Jefe de mantenimiento	1	16,976.00	16,976.00
Supervisor de mantenimiento	3	9,459.00	28,377.00
Mecánicos de mantenimiento	6	4,140.00	24,840.00
TOTAL			70,193.00

(Computrabajo, 2024) (MINTRAB, 2025).

Fuente: Elaboración propia.

Plan mantenimiento preventivo básico

Con el fin de garantizar la calidad y prolongar la vida útil de la maquinaria, se implementará un plan de mantenimiento preventivo básico, que consistirá en detener la línea de producción durante un día para realizar las intervenciones necesarias. Considerando que se opera con máquinas térmicas y de corte por 24 horas, 5 días a la semana, 22 días al mes, se realizarán mantenimientos preventivos mensuales programados de forma escalonada en cada línea de producción. De esta manera, se busca minimizar la probabilidad de fallas inesperadas y asegurar una producción continua.

Tabla 24. Plan de mantenimiento preventivo mensual

Línea	Fecha de mantenimiento	Cantidad de operadores requeridos
Producción de vidrio	Primer día de cada mes	2 mecánicos + 1 supervisor
Producción de alfombras	Segundo lunes de cada mes	2 mecánicos + 1 supervisor
Producción de revestimientos	Último día de cada mes	2 mecánicos + 1 supervisor

Fuente: Elaboración propia.

5.5.2. Plan de distribución semanal de turnos

Se planea operar de manera continua durante 24 horas al día, de lunes a viernes, con el objetivo de cubrir la mayor demanda posible. La mayoría de las máquinas utilizadas en la producción de autopartes funcionan mediante la aplicación de calor y requieren un periodo de precalentamiento previo a su utilización. Realizar este procedimiento diariamente implicaría una pérdida significativa de tiempo de producción, por lo que mantener la operación continua resulta más eficiente. Según lo establecido en el Decreto 1441, artículos 116 al 121 del Código de Trabajo de Guatemala, que regulan las jornadas laborales y recargos por horas extraordinarias, se implementó un sistema de turnos rotativos semanales que asegura el cumplimiento normativo y la continuidad operativa (MCD, 2022).

Tabla 25. Plan de distribución semanal de turnos operativos

Día	Turno	Horario	Tipo de jornada	Empleados por jornada	Observaciones
Lunes	A	12:00 a.m. - 8:00 a.m.	Mixta	62	7 horas ordinarias de trabajo + 1 hora extra
Lunes	B	8:00 a.m. - 4:00 p.m.	Diurna	62	8 horas ordinarias de trabajo
Lunes	C	4:00 p.m. - 12:00 a.m.	Nocturna	62	6 horas ordinarias de trabajo + 2 horas extras
Martes	A	12:00 a.m. - 8:00 a.m.	Mixta	62	7 horas ordinarias de trabajo + 1 hora extra
Martes	B	8:00 a.m. - 4:00 p.m.	Diurna	62	8 horas ordinarias de trabajo
Martes	C	4:00 p.m. - 12:00 a.m.	Nocturna	62	6 horas ordinarias de trabajo + 2 horas extras
Miércoles	A	12:00 a.m. - 8:00 a.m.	Mixta	62	7 horas ordinarias de trabajo + 1 hora extra
Miércoles	B	8:00 a.m. - 4:00 p.m.	Diurna	62	8 horas ordinarias de trabajo
Miércoles	C	4:00 p.m. - 12:00 a.m.	Nocturna	62	6 horas ordinarias de trabajo + 2 horas extras
Jueves	A	12:00 a.m. - 8:00 a.m.	Mixta	62	7 horas ordinarias de trabajo + 1 hora extra
Jueves	B	8:00 a.m. - 4:00 p.m.	Diurna	62	8 horas ordinarias de trabajo
Jueves	C	4:00 p.m. - 12:00 a.m.	Nocturna	62	6 horas ordinarias de trabajo + 2 horas extras
Viernes	A	12:00 a.m. - 8:00 a.m.	Mixta	62	7 horas ordinarias de trabajo + 1 hora extra
Viernes	B	8:00 a.m. - 4:00 p.m.	Diurna	62	8 horas ordinarias de trabajo
Viernes	C	4:00 p.m. - 12:00 a.m.	Nocturna	62	6 horas ordinarias de trabajo + 2 horas extras

(MCD, 2022).

Fuente: Elaboración propia.

Con el objetivo de que los operadores y los empleados de servicios experimenten los diferentes turnos de manera equitativa y para evitar la fatiga ocasionada por trabajar repetidamente en el mismo horario, se implementará un sistema de rotación semanal de turnos. Este sistema consiste en que los empleados asignados al Turno A durante la semana 1 pasarán al Turno B en la semana 2, y posteriormente al Turno C en la semana 3, siguiendo el mismo ciclo para los empleados que inicien en un turno distinto.

Cabe mencionar que, debido a esta rotación de turnos, cada grupo de operadores y personal de servicios percibirá el recargo correspondiente por trabajo en horario extraordinario, conforme a lo establecido en el artículo 121 del Código de Trabajo de Guatemala. Por lo tanto, es fundamental ajustar el costo mensual del personal de servicios y de los operadores en cada etapa del proceso de producción de autopartes establecidos previamente (ver tabla 8, tabla 11, tabla 15 y tabla 19) (MCD, 2022).

Tabla 26. Salarios mensuales totales por jornada y área de producción

Etapas de proceso	Salario total de jornada mixta (Q/mes)	Salario total de jornada nocturna (Q/mes)
Área administrativa		
Supervisor de producción	29,923.25	30,215.50
TOTAL	29,923.25	30,215.50
Transporte interno		
Operadores de montacargas	11,856.57	11,972.37
TOTAL	11,856.57	11,972.37
Producción de parabrisas y ventanas		
Manejo y transporte de materia prima	22,022.63	22,237.72
Máquina cortadora de vidrio	8,072.84	8,151.69
Máquina de biselado de vidrio	8,072.84	8,151.69
Lavadora y secadora de vidrio	7,705.25	7,780.51
Máquina para serigrafía de fritas	8,442.45	8,524.91
Horno de curvado	8,442.45	8,524.91
Horno de laminado de PVB	7,705.25	7,780.51
Remoción y transporte	7,340.88	7,412.57
Inspección y control de calidad	9,106.94	9,195.89
TOTAL	86,911.56	87,760.39
Producción de alfombras		
Manejo de materia prima	7,340.88	7,412.57
Termoformado	8,072.84	8,151.69
Corte y acabos finales	7,705.25	7,780.51
Transporte y colocación en estanterías	3,670.44	3,706.29
Control de calidad	4,553.47	4,597.94
TOTAL	31,342.89	31,649.00

Etapas de proceso	Salario total de jornada mixta (Q/mes)	Salario total de jornada nocturna (Q/mes)
Producción de revestimientos de techo y suelo		
Transporte y colocación en estanterías	3,670.44	3,706.29
Prensa hidráulica de termoformado	8,078.90	8,157.81
Corte y acabados finales	3,852.63	3,890.25
Control de calidad	4,553.47	4,597.94
TOTAL	20,155.44	20,352.29

(MCD, 2022).

Fuentes: Elaboración propia.

Tabla 27. Salarios mensuales totales por jornada y área de mantenimiento

Servicios	Salario total de jornada mixta (Q/mes)	Salario total de jornada nocturna (Q/mes)
Supervisor de mantenimiento	28,656.88	28,936.77
Mecánicos de mantenimiento	25,085.00	25,329.99
TOTAL	53,741.88	54,266.76

(MCD, 2022).

Fuentes: Elaboración propia.

Tabla 28. Salarios mensuales totales por jornada y servicio

Servicios	Salario total de jornada mixta (Q/mes)	Salario total de jornada nocturna (Q/mes)
Conserjes	13,243.71	13,373.05
Guardia de seguridad	19,865.56	20,059.58
Enfermería	8,206.15	8,286.29
TOTAL	41,315.41	41,718.93

(MCD, 2022).

Fuentes: Elaboración propia.

Es importante mencionar que el personal administrativo laborará únicamente en el turno B, correspondiente al turno diurno (Tabla 25). Con base en el plan semanal de rotación de turnos diseñado para operar de manera continua las 24 horas del día, de lunes a viernes, se realizó el cálculo total de los salarios mensuales correspondientes a la planta de producción de autopartes.

Tabla 29. Costos salariales mensuales consolidados por área de trabajo

Área de trabajo	Salarios totales por área de trabajo (Q/mes)
Administrativa	224,669.75
Producción de parabrisas y ventanas	260,734.67
Producción de alfombras	94,028.66
Producción de revestimientos de techo y suelo	60,466.33
Área de mantenimiento	178,201.64
Operadores de montacargas	35,569.71
Servicios	123,946.24
TOTAL	977,617.00

(MCD, 2022).

Fuentes: Elaboración propia.

Es importante considerar las bonificaciones anuales que reciben los trabajadores del sector privado, conforme a lo establecido por el Congreso de la República de Guatemala. Se calculó el costo anual total de los 197 empleados de la planta de producción, incluyendo las bonificaciones correspondientes según la normativa vigente.

Tabla 30. Costo anual total del personal con bonificaciones incluidas

Bonificación	Monto total (Q)	Costo total (Q/anual)
Bono incentivo	250	591,000.00
Bono 14	977,617.00	977,617.00
Aguinaldo	977,617.00	977,617.00
		11,731,403.98
TOTAL		14,277,637.98

(Congreso de la república de Guatemala, 2025).

Fuente: Elaboración propia.

Cobertura de seguros y protección social para los empleados

Los empleados al estar expuestos constantemente a riesgos debido a las maquina con las que trabajan deben sentirse protegidos en todo momento. Por esta misma razón, se les dará un seguro de vida con muchos beneficios. Se resalta por brindar cobertura por fallecimiento, doble o triple indemnización por accidentes, anticipo por invalidez total y permanente, renta diaria por hospitalización y anticipo de gastos funerarios. Se planea ofrecer este seguro a todos los empleados, por lo que se deben considerar los costos mensuales de seguro de vida.

Tabla 31. Seguro de vida para los empleados

Beneficios	Plan de aseguramiento (Q)
Prima mensual a pagar	200.00
Total de empleados	197
TOTAL	39,400.00

(Banco Promerica, 2025).

Fuente: Elaboración propia.

5.5.3. Pagos por servicios

Existen otros servicios mensuales esenciales para la producción de la empresa. En este análisis, se consideran los servicios de:

- Recolección de basura
- Suministro de agua

Con el objetivo de simplificar el cálculo, se asumió que la recolección de basura es directamente proporcional al número de personas en un hogar. Este supuesto permite facilitar el análisis, aunque en la realidad dichos gastos pueden verse influenciados por factores adicionales como el consumo per cápita, tarifas escalonadas y cargos fijos. En el caso del suministro de agua, se utilizarán tarifas reales de empresas proveedoras en Guatemala para estimar el costo en la planta, considerando que una persona utiliza aproximadamente 200 litros de agua al día (D. Ortuño, 2021).

Estimación del servicio de recolección de basura

Se utilizó como referencia una factura de una residencia habitada por cinco personas. Con base en esta información, se estimaron los desechos mensuales promedio en quetzales por persona (ver figura 34).

$$\text{Monto por persona al mes} = \frac{\text{Costo mensual de recolección de basura}}{\text{Cantidad de habitantes}}$$

$$\text{Monto por persona al mes} = \frac{Q263.25}{5} = Q52.65$$

Posteriormente, se consideraron los días del mes en los que se acumulan residuos tanto en el hogar como en la planta de producción, con el propósito de ajustar el consumo mensual individual al contexto laboral.

$$\text{Desechos por persona por día} = \frac{\text{Monto por persona}}{30 \text{ días}}$$

$$\text{Desechos por persona por día} = \frac{Q52.65}{30 \text{ días}} = 1.76$$

$$\text{Desecho mensual por persona en la planta} = \text{Desechos por persona por día} * 22 \text{ días}$$

$$\text{Desecho mensual por persona en la planta} = 1.76 * 22 \text{ días} = 38.61$$

Finalmente, se determinó el número promedio diario de empleados, considerando la rotación semanal de turnos (Tabla 25). A partir de esta información, se estimaron el consumo mensual total de agua y la generación mensual total de desechos en la planta de producción.

$$\text{Total de empleados diarios} = 62 + 73 + 62 = 197 \text{ empleados}$$

$$\text{Gasto mensual} = \text{Desecho mensual por persona en la planta} * 197 \text{ empleados}$$

$$\text{Gasto mensual} = 38.61 * 197 \text{ empleados}$$

Estimación del servicio de suministro de agua

El primer paso consiste en convertir los 200 L/día por persona a m³/día, con el fin de poder calcular el consumo total según la cantidad de empleados de la empresa. Tomando en cuenta que se producen aproximadamente 22 días al mes y las tarifas proporcionadas por el proveedor (Empagua, 2024).

$$\text{Consumo de agua mensual} = \text{consumo promedio por persona} * 197 \text{ empleados} * 22 \text{ dias}$$

$$\text{Consumo de agua mensual} = 0.20 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} * 197 \text{ empleados} * 22 \text{ dias} = 866.80 \frac{\text{m}^3}{\text{día}}$$

A partir de las tarifas de Empagua, es posible estimar el costo mensual asociado al servicio de suministro de agua de la planta.

$$\text{Costo mensual} = \text{Consumo de agua mensual} * Q16.34/\text{mes}$$

$$\text{Costo mensual} = 866.80 \frac{\text{m}^3}{\text{día}} * Q16.34/\text{mes}$$

Tabla 32. Pagos mensuales por servicios esenciales para la operación de la empresa

Servicios	Pago por servicio (Q/mes)
Recolección de basura	7,367.80
Suministro de agua	14,163.51

Fuente: Elaboración propia.

Consumo de energía eléctrica

Una vez establecida la planta de producción y las horas mensuales de operación, se puede estimar el consumo de energía eléctrica de cada máquina utilizada en la fabricación de autopartes. Como se mencionó previamente, al momento de cotizar cada máquina también se solicitó su potencia, con el fin de calcular su consumo energético. Considerando el plan de distribución semanal de turnos, se determinó el consumo mensual de cada equipo (Tabla 10, Tabla 13 y Tabla 17).

Tabla 33. Consumo mensual de energía eléctrica por máquina requerida

Equipo	Potencia (kW)	Horas de operación (h)	Consumo de energía (kWh/día)	Consumo de energía (kWh/mes)
Máquina cortadora de vidrio	9.00	24	216.00	4,752.00
Máquina cortadora de vidrio	9.00	24	216.00	4,752.00
Máquina de biselado de vidrio	2.60	24	62.40	1,372.80
Máquina de biselado de vidrio	2.60	24	62.40	1,372.80
Lavadora y secadora de vidrio	7.50	24	180.00	3,960.00
Lavadora y secadora de vidrio	7.50	24	180.00	3,960.00
Máquina para serigrafía de fritas	5.00	24	120.00	2,640.00
Hornos de curvado	520.00	24	12,480.00	274,560.00
Horno de laminado de PVB	38.00	24	912.00	10,032.00
Máquina de termoformado	80.00	24	1,920.00	42,240.00
Prensa hidráulica de termoformado	23.00	24	552.00	12,144.00
TOTAL	704.20			361,785.60

Fuente: Elaboración propia.

Según los cargos tarifarios vigentes de la Comisión Nacional de Energía Eléctrica, la tarifa de energía eléctrica varía en función del tipo de usuario que recibe el servicio. Se seleccionó la tarifa de Media Tensión con Demanda en Punta (MTDP), ya que la planta de producción de autopartes opera 24 horas diarias, de lunes a viernes, lo que implica una demanda energética continua y significativa. Considerando la potencia total instalada, es probable que la planta requiera una conexión en media tensión. Además, es razonable suponer que la demanda máxima se registra durante las horas pico, cuando la mayoría de los equipos y maquinarias están en operación. La tarifa MTDP, comúnmente utilizada en industrias de este tipo, se considera la opción más adecuada y realista. En base a estas suposiciones se calculó el costo mensual de energía eléctrica para las máquinas considerando el IVA (CNEE, 2025).

Tabla 34. Costo total mensual del consumo de energía eléctrica en las máquinas utilizadas para la producción

Detalles de cargos	Tarifa	Consumo/Potencia total	Costo (Q/mes)
Cargo por energía	1.13 Q/kWh	361,785.60	407,732.37
Carga por potencia máxima	34.14 Q/kW	704.20	24,041.39
Carga por potencia contratada	79.31 Q/kW	704.20	55,850.10
Cargo por consumidor			4,278.57
TOTAL			550,930.72

(CNEE, 2025).

Fuente: Elaboración propia.

5.5.4. Cálculo de productividad

Plan de producción

Como se mencionó anteriormente, debido a la elevada demanda de los vehículos mencionados en México, se determinó que la producción de autopartes debe operar las 24 horas del día, 5 días a la semana, 22 días al mes distribuyéndose en tres turnos diarios (Tabla 25). Para todos los productos, se estableció un plan de producción, el cual consiste en producir de forma alternada por semana, asegurando un uso equilibrado de las líneas, la optimización de la capacidad instalada y el cumplimiento oportuno de los requerimientos del mercado. Esto se debe a que existe una línea exclusiva para autopartes de vidrio, otra para alfombras y otra para revestimientos. Por lo tanto, cada semana se deben realizar cambios de moldes y de materia prima para producir la autoparte correspondiente.

Tabla 35. Plan de producción mensual

Semana	Parabrisas y ventanas	Alfombras	Revestimientos
Semana 1 (Días 1–5)	Día 1 → Mantenimiento Días 2–5 → Parabrisas	Todos los días → Alfombras	Días 1–5 → Techo
Semana 2 (Días 6–10)	Días 6–10 → Ventanas	Lunes → Mantenimiento Días 7–10 → Alfombras	Días 6–10 → Suelo
Semana 3 (Días 11–15)	Días 11–15 → Parabrisas	Todos los días → Alfombras	Días 11–15 → Techo
Semana 4 (Días 16–20)	Días 16–20 → Ventanas	Todos los días → Alfombras	Días 16–20 → Suelo
Semana 5 (Días 21–22)	Días 21–22 → Parabrisas	Todos los días → Alfombras	Día 22 → Mantenimiento

Fuente: Elaboración propia.

En el caso de la producción de alfombras, se aplicará la misma metodología de planificación. Sin embargo, el proceso se organizará de manera que cada semana se fabrique exclusivamente un tipo específico de alfombra. De este modo, al completar el ciclo de cuatro semanas, se dispondrá del conjunto completo correspondiente.

Para evaluar la producción semanal de cada tipo de autoparte, se utilizó el software de simulación Simio LLC. Es importante considerar el paro de líneas por mantenimiento preventivo de las máquinas, previamente programado. Por lo tanto, debe descontarse un día de producción cada mes debido al tiempo requerido para dichas labores.

Se realizó un análisis de producción mediante la recopilación de tiempos de ciclo de cada máquina, utilizando fichas técnicas, datos de fabricantes, referencias académicas y, en última instancia, mediciones a partir de videos. Las actividades manuales fueron evaluadas con la Técnica Secuencial de Operación Maynard (MOST) para estimar su duración. Además, se consideraron las capacidades de procesamiento por unidad de cada máquina, obtenidas de fichas técnicas o estimadas según las dimensiones del producto y la mesa de trabajo. En caso de rangos de capacidad, se empleó un valor intermedio para garantizar una estimación representativa y minimizar sesgos en el cálculo de productividad (B. Niebel & A. Freivalds, 2009).

Simulación de productividad semanal de parabrisas

Para optimizar la producción de vidrio laminado, se estableció un flujo de entrada de materia prima de una hoja de vidrio flotado cada 6 minutos. Esto permite maximizar el uso de las horas de producción, evitar la acumulación de material en las estaciones y minimizar los tiempos de espera, reduciendo así el riesgo de cuellos de botella. En una etapa del proceso, se introduce una demora para conformar un lote de 20 parabrisas ensamblados, dado que la siguiente fase utiliza una máquina con capacidad para procesar hasta un máximo de 36 m^2 por ciclo y el transporte de un lote de vidrios laminados terminados facilita su inspección y colocación en el almacén de productos terminados (ver figura 28). No obstante, se determinó que un lote de 20 unidades maximiza la eficiencia productiva durante 5 días completos de operación.

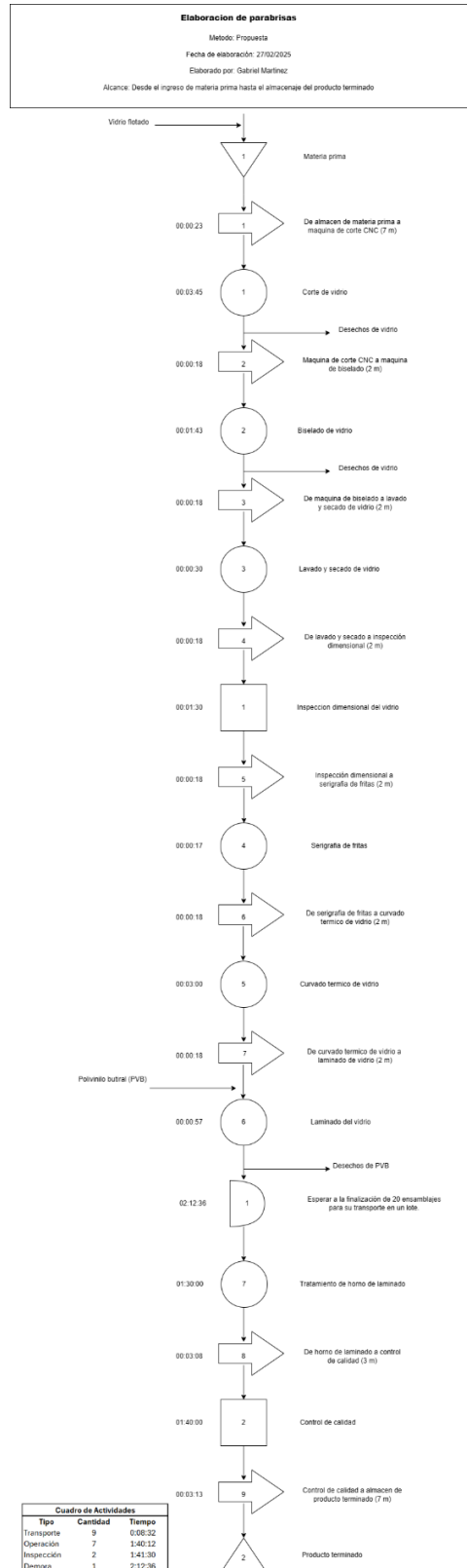
Tabla 36. Capacidad de procesamiento y tiempos por etapa en la producción de vidrio laminado

Etapa	Capacidad de procesamiento por ciclo	Tiempo de procesamiento
Traslado de materia prima	1	00:00:23
Máquina cortadora de vidrio	1	00:03:45
Manejo de materia prima	1	00:00:18
Máquina de biselado de vidrio	1	00:01:43
Manejo de materia prima	1	00:00:18
Lavado y secado de vidrio	1	00:00:30
Manejo de materia prima	1	00:00:18
Inspección dimensional	1	00:01:30
Manejo de materia prima	1	00:00:18
Máquina para serigrafía de fritas	1	00:00:17
Manejo de materia prima	1	00:00:18
Hornos de curvado	1	00:03:00
Manejo de materia prima	1	00:00:18
Laminado de vidrio	1	00:00:57
Demora para transportar 20 ensambles a la vez	20	02:12:36
Tratamiento de horno de laminado	20	01:30:00
Manejo de materia prima	20	00:03:08
Control de calidad	20	01:40:00
Transporte y colocación en almacenaje	20	00:03:13

(A. Ren, 2024) (A. Hu, 2025) (G. Dong, 2024) (S. Wang, 2025) (Z. Liang, 2025) (A. Song, 2025) (L. Lee, 2025) (B. Niebel & A. Freivalds, 2009) (T. Clearly, 2020) (FISUMO, 2014) (Fanding, 2009) (E-World, 2025).

Fuente: Elaboración propia.

Figura 10. Diagrama de operaciones del proceso de parabrisas.



Fuente: Elaboración propia.

En la simulación de producción de parabrisas, se dividió el proceso en dos líneas de producción, ya que la fabricación de esta autoparte requiere dos hojas de vidrio. Sin embargo, ambas líneas solo llegan hasta la etapa de lavado y secado, y no hasta el horno de curvado. Esto se debe a que, para agrupar un lote de 20 ensambles y moverlo como una sola entidad, se utilizó un Combiner en Simio, el cual solo funciona correctamente con dos líneas de producción. Por esta razón, la simulación asume que las líneas de producción de cada hoja de vidrio flotado terminan en el horno de curvado, aunque en la producción real solo se requiere un inspector de dimensiones y un único horno de curvado. Para representar con mayor precisión este flujo, se ajustaron los tiempos de procesamiento en las etapas de inspección y horno de curvado, con el fin de simular el comportamiento de una única línea de producción. Además, para mejorar la visualización, se implementó una nomenclatura en la simulación: Las etapas con un número al final de su nombre indican que se necesitan dos máquinas del mismo tipo, mientras que aquellas con un guion bajo al final representan una única máquina para esa etapa.

Figura 11. Simulación para la producción de parabrisas

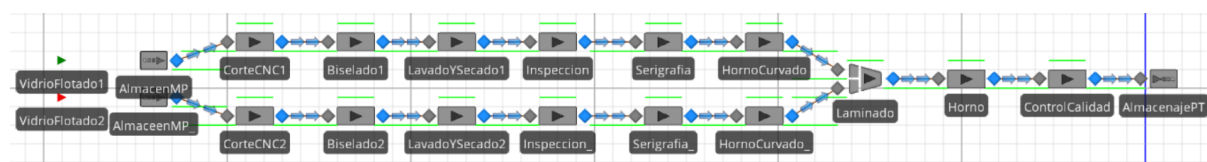


Imagen utilizada por cortesía de Simio LLC.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 37. Plan de producción de parabrisas

Periodo Año 2024	Demanda (unidades)	Producción (unidades)	Porcentaje cubierto
Enero	18,062	2,214	12.26%
Febrero	17,505	2,214	12.65%
Marzo	17,308	2,214	12.79%
Abril	17,329	2,214	12.78%
Mayo	17,165	2,214	12.90%
Junio	15,412	2,214	14.37%
Julio	11,443	2,214	19.35%
Agosto	6,731	2,214	32.89%
Septiembre	25,441	2,214	8.70%
Octubre	17,466	2,214	12.68%
Noviembre	16,702	2,214	13.26%
Diciembre	10,728	2,214	20.64%
Total	191,292	26,568	13.89%

(INEGI, 2024).

Fuente: Elaboración propia.

Simulación de productividad semanal de ventanas

Para optimizar la producción de vidrio templado, se estableció un flujo de entrada de materia prima consistente en una hoja de vidrio flotado cada 4 minutos. Este enfoque permite maximizar el uso de las horas de producción, evitar la acumulación de material en las estaciones de trabajo y minimizar los tiempos de espera, reduciendo así el riesgo de cuellos de botella. Después de la etapa de curvado en horno, se introduce una demora para conformar un lote de 22 parabrisas ensamblados, ya que el transporte de un lote de vidrios templados terminados facilita su inspección y colocación en el almacén de productos terminados. Se determinó que un lote de 22 unidades optimiza la eficiencia productiva durante los 5 días completos de operación.

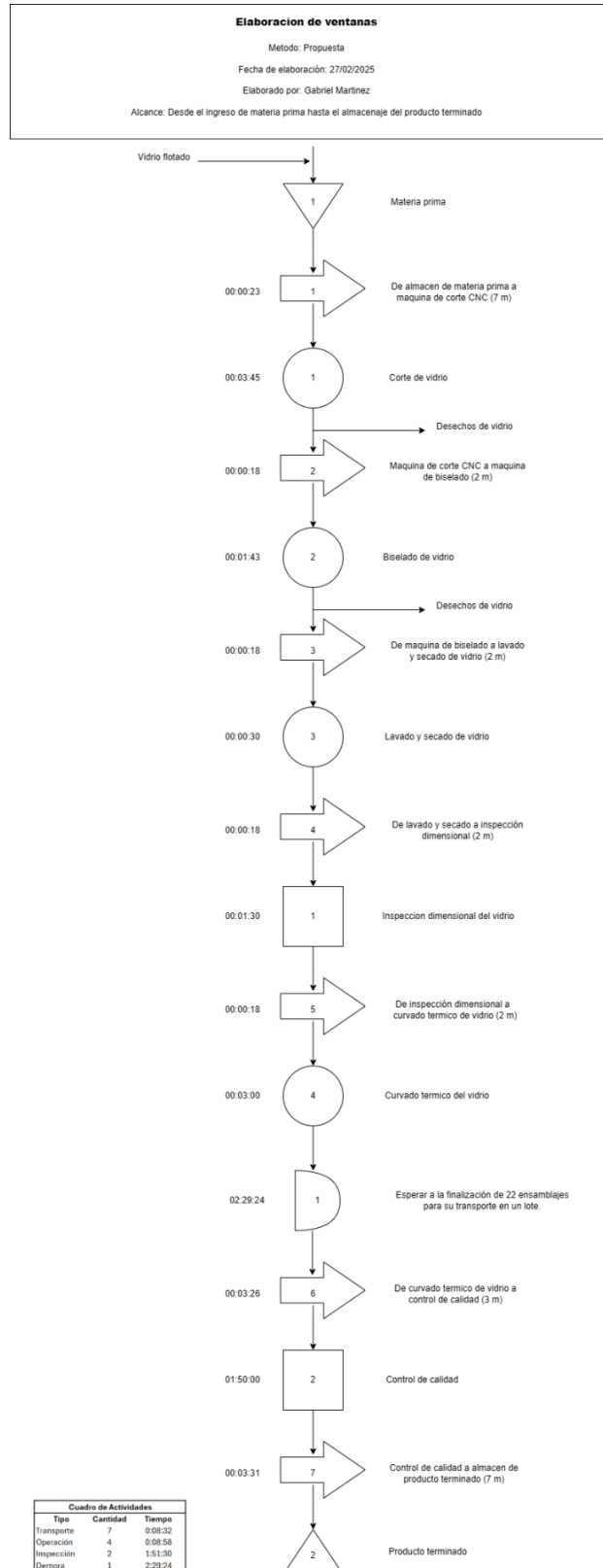
Tabla 38. Capacidad de procesamiento y tiempos por etapa en la producción de ventanas

Etapa	Capacidad de procesamiento por ciclo	Tiempo de procesamiento
Traslado de materia prima	1	00:00:23
Máquina cortadora de vidrio	1	00:03:45
Manejo de materia prima	1	00:00:18
Máquina de biselado de vidrio	1	00:01:43
Manejo de materia prima	1	00:00:18
Lavado y secado de vidrio	1	00:00:30
Manejo de materia prima	1	00:00:18
Inspección dimensional	1	00:01:30
Manejo de materia prima	1	00:00:18
Hornos de curvado	1	00:03:00
Demora para transportar 22 ensamblados a la vez	22	02:29:24
Manejo de materia prima	22	00:03:26
Control de calidad	22	01:50:00
Transporte y colocación en almacenaje	22	00:03:31

(A. Ren, 2024) (A. Hu, 2025) (G. Dong, 2024) (S. Wang, 2025) (A. Song, 2025) (L. Lee, 2025) (B. Niebel & A. Freivalds, 2009) (T. Clearly, 2020) (FISUMO, 2014) (E-World, 2025).

Fuente: Elaboración propia.

Figura 12. Diagrama de operaciones del proceso de ventanas



Fuente: Elaboración propia.

La fabricación de vidrio templado no requiere el ensamblaje de dos hojas de vidrio, la impresión de fritas y una lámina de PVB, como en el caso del vidrio laminado. No obstante, al utilizar la misma línea de producción que el vidrio laminado, es posible aprovechar las etapas que emplean dos máquinas para aumentar la producción de vidrio templado. En la simulación de ventanas, se adopta la misma suposición aplicada a la producción de parabrisas. Se mantiene la misma nomenclatura utilizada en la producción de parabrisas para la denominación de las etapas.

Figura 13. Simulación para la producción de ventanas

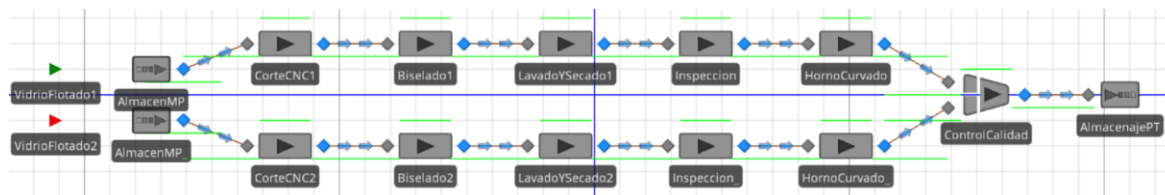


Imagen utilizada por cortesía de Simio LLC.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 39. Plan de producción de ventanas

Periodo Año 2024	Demanda (unidades)	Producción (unidades)	Porcentaje cubierto
Enero	72,248	2,688	3.72%
Febrero	70,020	2,688	3.84%
Marzo	69,232	2,688	3.88%
Abril	69,316	2,688	3.88%
Mayo	68,660	2,688	3.91%
Junio	61,648	2,688	4.36%
Julio	45,772	2,688	5.87%
Agosto	26,924	2,688	9.98%
Septiembre	101,764	2,688	2.64%
Octubre	69,864	2,688	3.85%
Noviembre	66,808	2,688	4.02%
Diciembre	42,912	2,688	6.26%
Total	765,168	32,256	4.22%

(INEGI, 2024).

Fuente: Elaboración propia.

Simulación de productividad semanal de alfombras

Para optimizar la producción de alfombras, se determinó que el flujo de entrada de materia prima debía consistir en lotes de 8 piezas de TPE cada 17 minutos (Figura 29). Este tamaño se estableció considerando que la máquina de termoformado opera a una capacidad de 8 ciclos por minuto, lo que permite maximizar su rendimiento y reducir el tiempo de procesamiento de cada alfombra. Tras el control de calidad, se implementó una estrategia para mejorar la eficiencia productiva durante los 5 días completos de producción: Elaborar lotes de 26 alfombras antes de su traslado al almacén de productos terminados. Esta práctica optimiza el transporte y la disposición en estanterías en comparación con el traslado unitario. Este enfoque maximiza el aprovechamiento de las horas de producción, evita la acumulación de material en las estaciones de trabajo y minimiza los tiempos de espera, reduciendo así el riesgo de cuellos de botella.

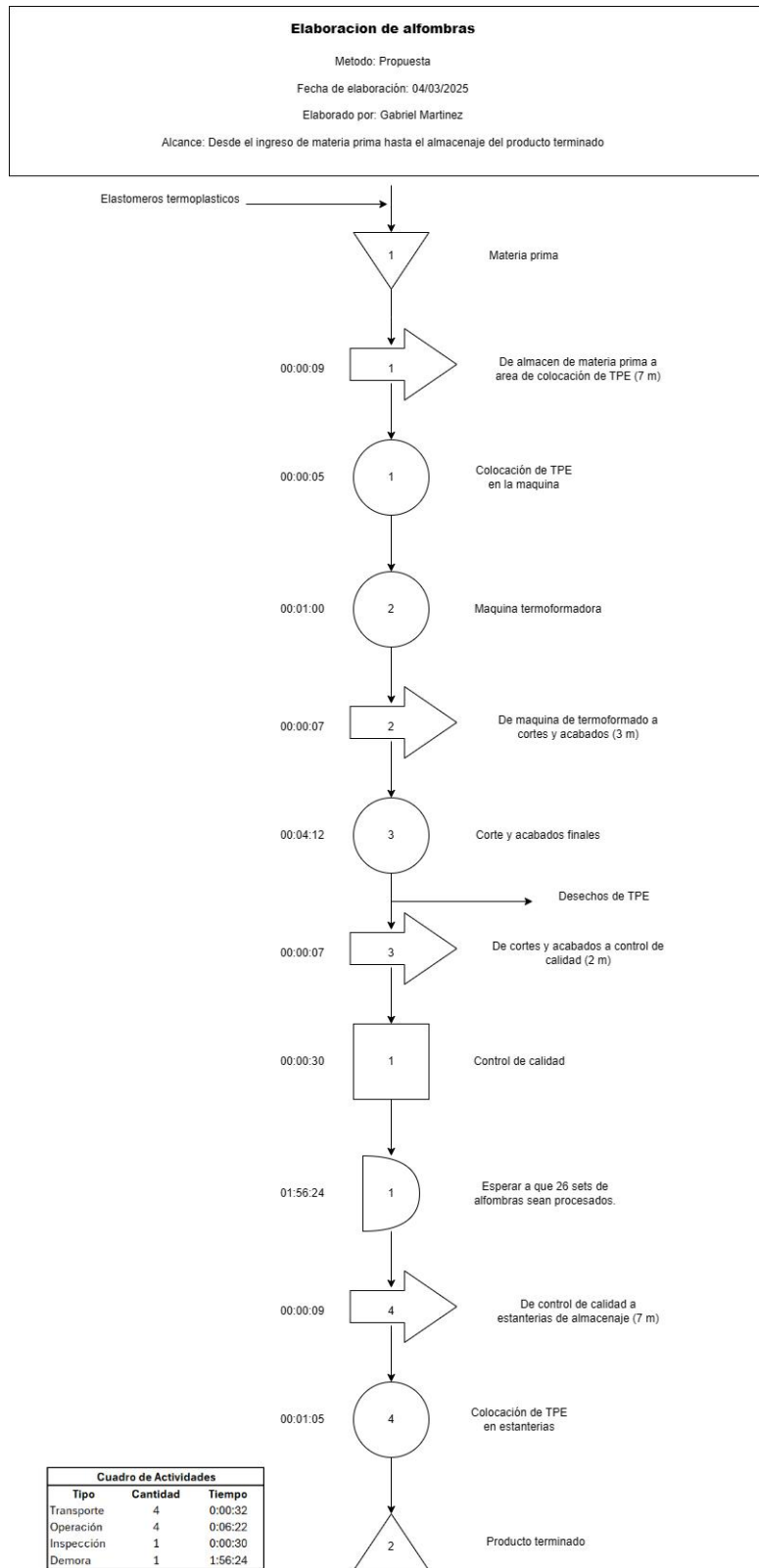
Tabla 40. Capacidad de procesamiento y tiempos por etapa en la producción de alfombras

Etapa	Capacidad de procesamiento por ciclo	Tiempo de procesamiento
Traslado de materia prima	8	00:00:09
Manejo y colocación de materia prima	1	00:00:05
Ciclo de termoformado	8	00:01:00
Manejo de materia prima	1	00:00:07
Corte y acabos finales	2	00:04:12
Manejo de materia prima	1	00:00:07
Control de calidad	1	00:00:30
Demora para transportar 26 alfombras a la vez	26	01:56:24
Traslado de alfombras a almacenaje	26	00:00:09
Colocación en estanterías	26	00:01:05

(Lins Machinery, 2020) (D. MacNeil, 2015) (B. Niebel & A. Freivalds, 2009).

Fuente: Elaboración propia.

Figura 14. Diagrama de operaciones del proceso de alfombras



Fuente: Elaboración propia.

Para la simulación de alfombras se adopta la misma suposición que se utilizó en las simulaciones de producción de las auto partes anteriores. En este caso toda la línea de producción es duplicada de manera ficticia hasta llegar a la etapa de control de calidad. Dado que el proceso de fabricación de todas las alfombras es idéntico, resulta más viable utilizar una misma línea de producción, realizando únicamente el cambio del molde correspondiente cada semana, según el tipo de alfombra que se requiera producir. De igual manera se ajustaron los tiempos y las capacidades de procesamiento de cada etapa simular de manera más precisa el comportamiento de una única línea de producción.

Figura 15. Simulación de producción de alfombras

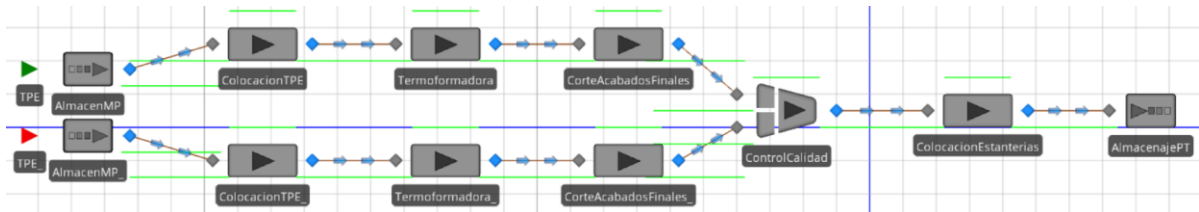


Imagen utilizada por cortesía de Simio LLC.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 41. Plan de producción de alfombras

Periodo Año 2024	Demanda (unidades)	Producción (conjuntos)	Porcentaje cubierto
Enero	18,062	1,613	8.93%
Febrero	17,505	1,613	9.21%
Marzo	17,308	1,613	9.32%
Abril	17,329	1,613	9.31%
Mayo	17,165	1,613	9.40%
Junio	15,412	1,613	10.47%
Julio	11,443	1,613	14.10%
Agosto	6,731	1,613	23.96%
Septiembre	25,441	1,613	6.34%
Octubre	17,466	1,613	9.24%
Noviembre	16,702	1,613	9.66%
Diciembre	10,728	1,613	15.04%
Total	191,292	19,356	10.12%

(INEGI, 2024).

Fuente: Elaboración propia.

Simulación de productividad semanal de revestimientos de techo y suelo

Para optimizar la producción de revestimientos interiores de techo y suelo, se determinó que el flujo de entrada de materia prima debía consistir en 1 pieza de revestimiento, dependiendo de la pieza, cada 3 minutos. Este tamaño permite maximizar la producción y eliminar los tiempos de espera de las materias primas por estación durante los 5 días completos de producción. Tras el control de calidad, se implementó la misma estrategia utilizada en la producción de alfombras, con un tamaño de lote 22 unidades.

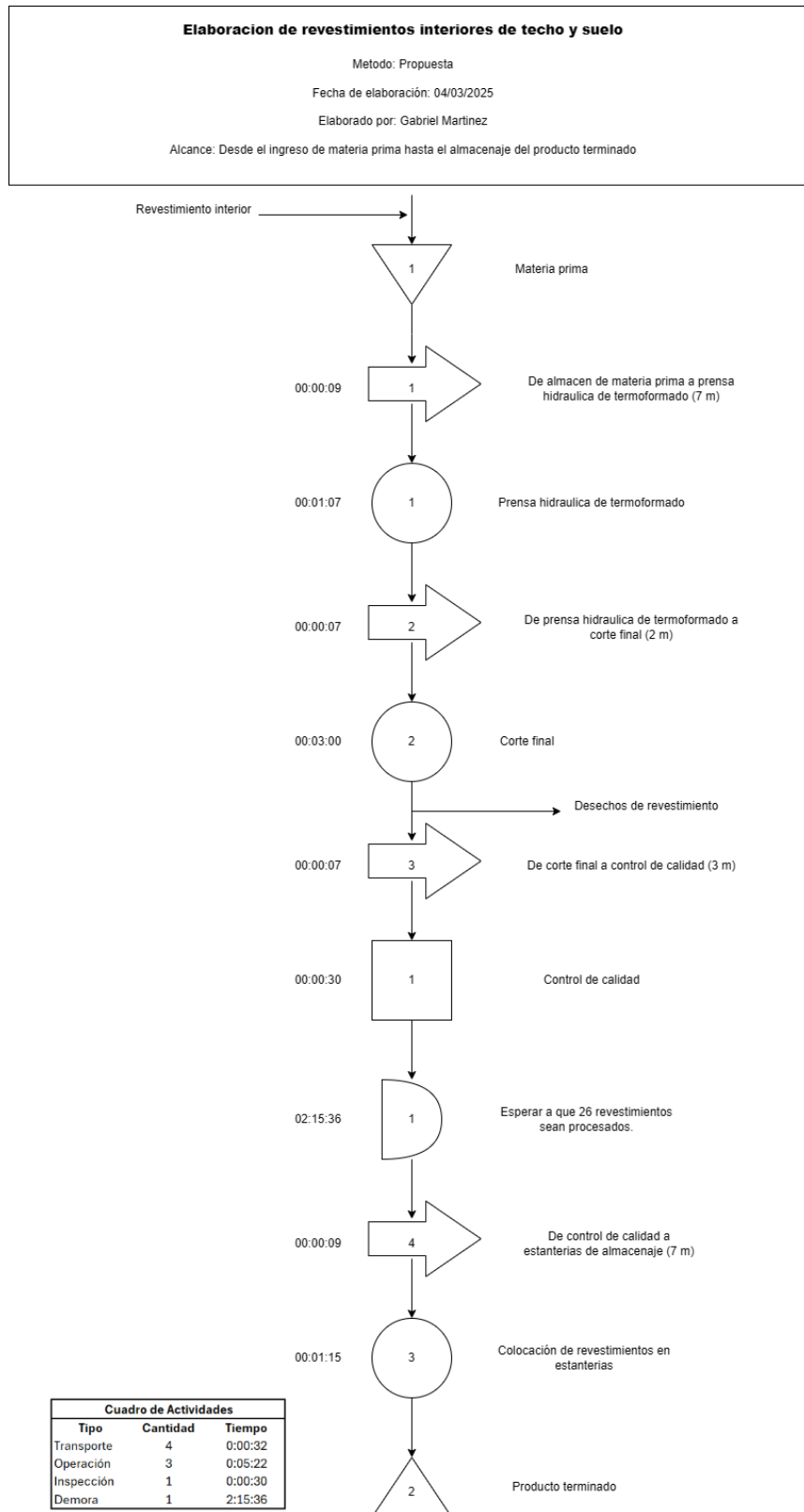
Tabla 42. Capacidad de procesamiento y tiempos por etapa en la producción de revestimientos interiores de techo y suelo

Etapa	Capacidad de procesamiento por ciclo	Tiempo de procesamiento
Traslado de materia prima	1	00:00:09
Prensa hidráulica de termoformado	1	00:01:07
Traslado de materia prima	1	00:00:07
Corte y acabados finales	1	00:03:00
Manejo de materia prima	1	00:00:07
Control de calidad	1	00:00:30
Demora para transportar 22 revestimientos a la vez	22	02:15:36
Traslado de revestimientos a almacenaje	22	00:00:09
Colocación en estanterías	22	00:01:15

(R. Gomez, 2005) (T. Hattori, 2017) (FISUMO, 2014) (Santec Exim Pvt Ltd, 2018) (B. Niebel & A. Freivalds, 2009).

Fuente: Elaboración propia.

Figura 16. Diagrama de operaciones del proceso de revestimientos interiores



Fuente: Elaboraci3n propia.

De manera similar a la producción de las autopartes mencionadas anteriormente, se adopta la suposición de duplicar ficticiamente ciertas etapas del proceso, la prensa hidráulica, los cortes y los acabados finales para este caso. Dado que el proceso de fabricación de ambos revestimientos es idéntico, resulta más viable utilizar una misma línea de producción, realizando únicamente el cambio del molde y de la materia prima correspondiente cada semana, según el revestimiento que se requiera producir (Tabla 35).

Figura 17. Simulación de producción de revestimientos interiores

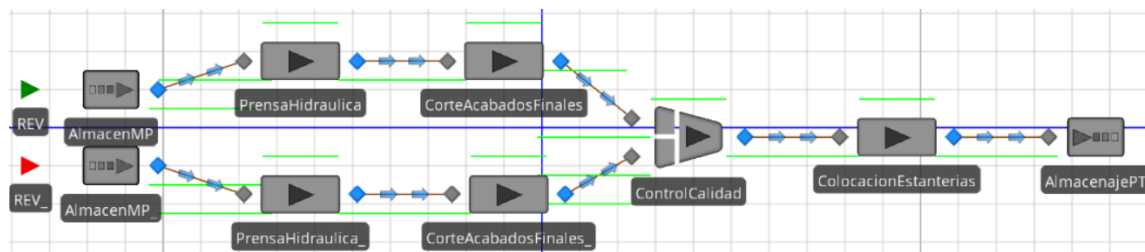


Imagen utilizada por cortesía de Simio LLC.

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 43. Plan de producción de revestimientos interiores

Periodo Año 2024	Demanda (unidades)	Producción (unidades)	Porcentaje cubierto
Enero	25,475	4,536	17.81%
Febrero	11,410	4,536	39.75%
Marzo	23,116	4,536	19.62%
Abril	30,682	4,536	14.78%
Mayo	34,948	4,536	12.98%
Junio	32,006	4,536	14.17%
Julio	34,718	4,536	13.07%
Agosto	19,928	4,536	22.76%
Septiembre	31,294	4,536	14.49%
Octubre	26,716	4,536	16.98%
Noviembre	21,978	4,536	20.64%
Diciembre	13,432	4,536	33.77%
Total	305,703	54,432	17.81%

(INEGI, 2024).

Fuente: Elaboración propia.

5.5.5. Requerimientos de materia prima y equipamiento complementario

Inventarios de materia prima

Con base en los resultados de producción simulados en Simio para cada una de las autopartes, se determinó la cantidad de materia prima y equipo de almacén necesario para garantizar una producción continua durante cinco días a la semana. Sin embargo, se ha decidido importar un volumen de materia prima suficiente para cubrir un período de siete semanas. Esta decisión se fundamenta en diversos factores, tales como el tiempo de entrega de 47 días para todas las materias primas, la distancia con el proveedor y la cantidad de lotes por unidad que serán importados (Figura 41 y Figura 42) (iContainers, 2025).

Se asume que la producción dará inicio el primero de enero, momento en el cual se contará con la totalidad de la maquinaria y la materia prima necesaria para la fabricación de cada autoparte. A partir de esa fecha, se hará un nuevo pedido de materia prima para que ingrese exactamente en la semana siete con el propósito de asegurar la continuidad de la producción durante las siguientes siete semanas de producción. Según los resultados obtenidos, se llevó a cabo la cotización de las materias primas con diversos proveedores de China. El costo de cada lote incluye los términos de comercio internacional aplicables a las importaciones.

Costos de materia prima

Dado que se contactó a diversos proveedores, algunos ofrecieron la materia prima por pieza y otros por bobina, con el fin de optimizar el espacio de importación y reducir costos. Por lo tanto, se analizaron ambas opciones para determinar qué tipo de materia prima era la más conveniente.

En base a experiencias previas en la planta de producción, los operarios tienden a desechar materia prima durante la calibración y configuración de las máquinas. Con el objetivo de prevenir interrupciones en la producción y garantizar un margen de seguridad ante posibles variaciones en el consumo, retrasos logísticos o desperdicios no previstos, se decidió solicitar un 10% adicional de materia prima sobre la cantidad mensual estimada. Esta medida permite mantener la continuidad operativa en un entorno de manufactura continua, minimizando el riesgo de desabastecimiento y mejorando la capacidad de respuesta ante imprevistos (Figura 35, Figura 36, Figura 37, Figura 38 y Figura 39).

Tabla 44. Costo de la materia prima por unidad para la fabricación de autopartes

Materia prima	Unidades por lote	Costo por lote (Q)
Hojas de vidrio flotado parabrisas	7,308	127,910.87
Hojas de vidrio flotado ventanas	5,914	111,178.15

(K. Chen, 2025).

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 45. Costo de la materia prima por lote de bobina para la fabricación de autopartes

Materia prima	Bobinas por lote	Longitud de bobina (m)	Costo por lote (Q)
Polivinilo butiral (PVB)	7.73	378.00	61,962.49
Elastómero termoplástico (TPE)	150	52.00	820,402.83
Tejido de techo de esponja	138.63	56.70	244,291.77
Tela no tejida de poliéster	184.81	56.70	135,538.72

(A. Hai, 2025) (J. Xu, 2025) (S. Hang, 2025) (V. Liao, 2025).

Fuente: Elaboración propia.

Costo de almacenamiento

Para garantizar un flujo constante de materia prima en el proceso de producción, es indispensable mantener un inventario suficiente que asegure la continuidad operativa. Dado el volumen considerable de materia prima que se recibe en el almacén cada siete semanas, así como la cantidad de producto terminado que se exporta mensualmente, se asumen los siguientes porcentajes de almacenamiento sobre el costo total de la materia prima y el costo de renta de la planta de producción.

Tabla 46. Costos de almacenamiento para materia prima y producto terminado

Costos de almacenamiento	Porcentajes	Costo (Q/anual)	Costo (Q/mes)
Almacenaje de materia prima	25%	375,321.21	31,276.77
Almacenaje de producto terminado	15%	416,009.20	34,667.43

Fuente: Elaboración propia.

Costo de equipo complementario

Con base en la cantidad de materia prima requerida para el proceso productivo, así como en los resultados obtenidos respecto a la cantidad de productos terminados mediante la simulación, se cotizaron equipos de almacenamiento y transporte destinados al manejo de dichos productos. Asimismo, es fundamental considerar una serie de costos adicionales que resultan esenciales para garantizar el funcionamiento eficiente, seguro y continuo de la planta de producción.

Tabla 47. Costos de equipo complementario para la inversión inicial

Equipo adicional	Descripción	Unidades Requeridas	Costo unitario (Q)
Carro de transporte interno para procesos	Dimensiones: 1.52 m × 0.76 Capacidad de carga: 300 kg	4	3,000.00
Sistema de sujeción para manipulación de vidrio y parabrisas	Capacidad de carga: 340 kg	8	90.00
Estantería para almacenamiento y transporte de vidrio	Dimensiones: 2.50 m × 1.10 m × 1.90 m Capacidad de almacenaje: 64 hojas de vidrio	124	3,994.23
Estantería para materia prima y producto terminado	Dimensiones: 0.50 m × 3.00 m × 2.38 m Capacidad de almacenaje: 70 piezas	410	4,000.00
TOTAL			2,148,004.80

(Seir, 2025) (K. Zhang, 2025) (Logimerk, 2025) (Warehouse, 2025).

Fuente: Elaboración propia.

Figura 18. Carro de transporte interno para procesos



Fuente: Warehouse, 2025.

Figura 19. Sistema de sujeción para manipulación de vidrio y parabrisas



Fuente: Seir, 2025.

Figura 20. Estantería para almacenamiento y transporte de vidrio



Fuente: K. Zhang, 2025.

Figura 21. Estanterías para materia prima y producto terminado



Fuente: Logimerk, 2025.

Así como en la maquinaria destinada a la producción de autopartes, también debe considerarse la depreciación del equipo adicional. Es fundamental tomar en cuenta los gastos asociados a su uso intensivo, ya que estos equipos se utilizan con la misma intensidad que las máquinas de producción. Por lo tanto, se asumen los siguientes porcentajes de depreciación sobre el valor total del equipo adicional, de acuerdo con el Decreto 10 del Congreso de la República de Guatemala.

Tabla 48. Gastos de depreciación del equipo adicional

Equipo adicional	Porcentajes	Depreciación (Q/año)	Depreciación (Q/mes)
Carro de transporte interno para bodega	20%	2,400.00	200.00
Sistema de sujeción para manipulación de vidrio	25%	180.00	15.00
Estantería para almacenamiento y transporte de vidrio	10%	49,528.45	4,127.37
Estantería para materia prima	10%	164,000.00	13,666.67
TOTAL		216,108.45	18,009.04

(CONGRESO DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA, 2012).

Fuente: Elaboración propia.

5.5.6. Diseño de planta de producción

Con base en los datos previamente recopilados y analizados, se procede a diseñar la planta de producción, con el objetivo de representar de forma clara y estructurada la distribución de cada una de las líneas destinadas a la fabricación de las distintas autopartes. Para esto se utilizó el software de diseño asistido AutoCAD de Autodesk. Este diseño incluye el espacio requerido por cada máquina en función de su respectiva línea de producción, tomando como referencia los resultados obtenidos a partir de las simulaciones de los procesos productivos. Además, se establece el área necesaria para el almacenamiento eficiente tanto de la materia prima como del producto terminado, garantizando una organización espacial óptima que favorezca la productividad, seguridad y fluidez de las operaciones dentro de la planta (Figura 48).

Con el objetivo de estimar un precio de renta aproximado para una planta de producción, se investigaron bodegas o naves industriales en alquiler con características similares en cuanto a tamaño. Para ello, se tomó como referencia el área de construcción de la planta diseñada, la cual es de 7,635.93 m². Posteriormente, se realizó una búsqueda en portales inmobiliarios especializados en este tipo de propiedades en Guatemala.

Tabla 49. Resumen del inmueble seleccionado para la estimación de renta

Resumen del inmueble	
Tipo	Bodegas y Ofibodegas
Operación:	Renta
Ubicación:	Masagua, Escuintla
Área de construcción:	9,290.00 m ²
Distancia con Puerto Quetzal:	41.10 km
Espacio para maniobrar:	Espacio para carga y descarga
Estacionamiento para vehículos:	40 automóviles
Costo mensual:	Q231,116.22

(CityMax, 2025).

Fuente: Elaboración propia.

Se seleccionó esta propiedad por cumplir con los requerimientos y ofrecer ventajas operativas clave. Su espacio supera en un 30.5% el tamaño modelado, lo cual brinda margen para crecimiento y flexibilidad. Además, su cercanía con Puerto Quetzal reduce tiempos y costos de transporte, mejorando la eficiencia en la cadena de suministro. En conjunto, esta opción representa una decisión estratégica basada en viabilidad técnica y optimización logística.

Para garantizar un ambiente de trabajo seguro y adecuado para la producción, se considera un costo de remodelación, destinado a acondicionar instalaciones, señalización de seguridad industrial, áreas de descanso, sistemas de seguridad y ventilación. Adicionalmente, se incluye un costo de mantenimiento de infraestructura destinado a reparaciones menores y la conservación general de la planta.

Tabla 50. Costos asociados a la planta de producción

Costos operativos de la planta	Porcentajes	Inversión inicial (Q)	Costo operativo (Q/mes)
Remodelación	15%	539,957.65	
Mantenimiento de infraestructura	5%		22,498.24
TOTAL		539,957.65	22,498.24

(CityMax, 2025).

Fuente: Elaboración propia.

Figura 22. Planta de producción propuesta para arrendamiento



Fuente: CityMax, 2025.

5.5.7. Costos de importación

La negociación con los proveedores de equipo de manufactura y materia prima se estableció bajo el *incoterm FOB*. Esta decisión permitió unificar las condiciones de compra y facilitar la gestión logística, considerando que cada equipo y materia prima provenían de diferentes proveedores con prácticas comerciales diversas. De esta manera, se redujo la complejidad del análisis y se aseguraron tiempos de entrega más consistentes para todos los insumos necesarios en el proyecto. Bajo este *incoterm*, el proveedor se encarga de la mercancía hasta que es cargada a bordo del buque en el puerto de origen, incluyendo en el costo total los gastos relacionados con la documentación de exportación, trámites aduaneros, manejo interno y demás gestiones necesarias para dejar la carga lista para su envío. A partir de ese momento, el comprador asume todos los riesgos y costos asociados al transporte, seguro y manejo hasta su destino final.

Costos de equipo con tasas de impuesto aplicables.

Se presenta un listado del equipo de producción que se requiere importar desde China, junto con los aranceles e impuestos correspondientes que deben ser liquidados al arribar al puerto de Guatemala.

Tabla 51. Costo total de equipos según clasificación arancelaria incluyendo IVA

Equipo de manufactura	Cantidad requerida	Código arancelario	Arancel (%)	Costo total de equipo con IVA (Q)
Máquina cortadora de vidrio	2	8464.90.00.00	0%	
Máquina de biselado de vidrio	2	8464.20.00.00	0%	
Lavadora y secadora de vidrio	2	8479.89.00.00	0%	
Máquina para serigrafía de fritas	1	8443.19.00.00	0%	
Hornos de curvado	1	8514.39.90.00	0%	
Horno de laminado de PVB	1	8514.39.90.00	0%	
Máquina de termoformado	1	8477.40.00.00	0%	4,216,254.43
Prensa hidráulica de termoformado para techo	1	8479.89.00.00	0%	
Estanterías para vidrio	124	8428.90.90.00	0%	
Molde para un conjunto de alfombras	1	8480.71.00.00	0%	
Molde para revestimiento de techo	1	8480.71.00.00	0%	
Molde para revestimiento de suelo	1	8480.71.00.00	0%	
Montacargas de 5 toneladas	3	8427.20.00.00	0%	

(MINECO, 2024).

Fuente: Elaboración propia.

Costos de materia prima con tasas de impuesto aplicables.

Como se indicó anteriormente, la materia prima se importará cada siete semanas, adquiriendo únicamente la cantidad necesaria para cubrir ese periodo de producción. A continuación, se presenta el costo total de cada importación, incluyendo tasas e impuestos aplicables.

Tabla 52. Costo total de materia prima según clasificación arancelaria incluyendo IVA

Materia prima	Unidades requeridas	Código arancelario	Arancel (%)	Costo total de materia prima con IVA (Q)
Hojas de vidrio flotado (2 mm)	7,308	7005.29.10.00	0%	
Hojas de vidrio flotado (5 mm)	5,914	7005.29.10.00	0%	
Láminas de polivinilo butiral (PVB)	7.73	3920.91.00.00	5%	
Piezas de elastómeros termoplásticos (TPE)	150	3920.99.00.00	0%	1,681,439.01
Piezas de tejido de techo de esponja	138.63	5903.10.00.00	5%	
Piezas de tela no tejida de poliéster	184.81	5603.14.00.00	0%	

(MINECO, 2024).

Fuente: Elaboración propia.

Distribución de contenedores

Se realizó un cálculo óptimo de contenedores para la importación de la mercancía. Para ello, se organizó y se determinó el peso bruto total y el volumen en CBM en función de la cantidad de máquinas necesarias para la producción óptima de cada autoparte, con base en la simulación de producción realizada.

Asimismo, se estableció el peso bruto total y el volumen en CBM de la materia prima requerida para cada autoparte, considerando los resultados obtenidos en las simulaciones de producción. Todo ello se realizó bajo las restricciones de capacidad de peso y volumen de la empresa del flete marítimo (DSV, 2024).

Tabla 53. Restricciones de carga para contenedores de 20 y 40 pies

CONTENEDOR DE 20		CONTENEDOR DE 40	
Toneladas	CBM	Toneladas	CBM
25.00	33.20	27.60	67.70

(DSV, 2024).

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 54. Características de máquinas y materia prima para su importación

Equipo y materia prima	Peso bruto (Toneladas)	CBM
Máquina cortadora de vidrio	3.00	26.28
Máquina de biselado de vidrio	2.40	11.56
Lavadora y secadora de vidrio	1.20	17.92
Máquina para serigrafía de fritas	1.10	17.68
Horno de curvado	31.00	160.00
Horno de laminado de PVB	1.93	13.66
Máquina de termoformado	3.00	24.09
Prensa hidráulica de termoformado para techo	11.50	45.88
Estantería para almacenamiento y transporte de vidrio	2.21	105.40
Molde para un conjunto de alfombras	0.20	1.50
Molde para revestimiento de techo	2.00	0.96
Molde para revestimiento de suelo	2.00	0.96
Montacargas de 5 toneladas	21.00	30.49
Hojas de vidrio flotado (2 mm)	39.50	28.84
Hojas de vidrio flotado (5 mm)	43.76	32.03
Bobinas de polivinilo butiral (PVB)	3.56	4.87
Bobinas de elastómeros termoplásticos (TPE)	36.45	15.45
Bobinas de tejido de techo de esponja	4.44	51.29
Bobinas de tela no tejida de poliéster	3.05	27.72

(K. Chen, 2025) (A. Hai, 2025) (J. Xu, 2025) (S. Hang, 2025) (V. Liao, 2025) (A. Ren, 2024) (A. Hu, 2025) (G. Dong, 2024) (A. Song, 2025) (S. Wang, 2025) (M. Tang, 2025) (S. Liu, 2025) (K. Min, 2025) (V. Liao, 2025).

Fuente: Elaboración propia.

Cotización de servicios logísticos internacionales para la inversión inicial

Tabla 55. Contenedores de 40 pies requeridos para la importación de mercancía en la inversión inicial

Equipo y materia prima	Unidades	Unidades por embalaje	Peso bruto (Toneladas)	CBM
Contenedor de 40 pies #1				
Máquina cortadora de vidrio	2	1	3	26.28
Máquina de biselado de vidrio	2	1	2.4	11.56
Lavadora y secadora de vidrio	2	1	1.2	17.92
Molde para un conjunto de alfombras	1	1	0.2	1.5
Molde para revestimiento de techo	1	1	2	0.96
Molde para revestimiento de suelo	1	1	2	0.96
Bobinas de polivinilo butiral (PVB)	7.73	1	3.56	4.87
TOTAL	16.73	7	14.36	64.05
Contenedor de 40 pies #2				
Bobinas de tela no tejida de poliéster	184.81	1	3.05	27.72
Máquina de termoformado	1	1	3	24.09
Bobinas de elastómeros termoplásticos (TPE)	50	1	12.15	5.15
TOTAL	235.81	3	18.2	56.96
Contenedor de 40 pies #3				
Hojas de vidrio flotado (5 mm)	14	210	21.88	16.02
Estantería para almacenamiento y transporte de vidrio	42	1	0.74	35.13

Equipo y materia prima	Unidades	Unidades por embalaje	Peso bruto (Toneladas)	CBM
TOTAL	56	211	22.62	51.15
Contenedor de 40 pies #4				
Bobinas de tejido de techo de esponja	138.63	1	4.44	51.29
Bobinas de elastómeros termoplásticos (TPE)	50	1	12.15	5.15
TOTAL	188.63	1	16.59	56.44
Contenedor de 40 pies #5				
Estantería para almacenamiento y transporte de vidrio	42	1	0.74	35.13
Hojas de vidrio flotado (5 mm)	14	210	21.88	16.02
TOTAL	56	211	22.62	51.15
Contenedor de 40 pies #6				
Estantería para almacenamiento y transporte de vidrio	41	1	0.74	35.13
Hojas de vidrio flotado (2 mm)	12	295	19.75	14.42
TOTAL	53	296	20.49	49.55
Contenedor de 40 pies #7				
Horno de curvado	1	1	10.33	53.33
TOTAL	1	1	10.33	53.33
Contenedor de 40 pies #8				
Horno de curvado	1	1	10.33	53.33
TOTAL	1	1	10.33	53.33
Contenedor de 40 pies #9				
Horno de curvado	1	1	10.33	53.33
TOTAL	1	1	10.33	53.33
Contenedor de 40 pies #10				
Prensa hidráulica de termoformado para techo	1	1	11.5	45.88
Máquina para serigrafía de fritas	1	1	1.10	17.68
TOTAL	1	1	11.5	45.88

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 56. Contenedores de 20 pies requeridos para la importación de mercancía en la inversión inicial

Equipo y materia prima	Unidades	Unidades por embalaje	Peso bruto (Toneladas)	CBM
Contenedor de 20 pies #1				
Montacargas de 5 toneladas	3	1	21	30.49
TOTAL	3	1	21	30.49
Contenedor de 20 pies #2				
Hojas de vidrio flotado (2 mm)	12	295	19.75	14.42
TOTAL	12	295	19.75	14.42
Contenedor de 20 pies #3				
Bobinas de elastómeros termoplásticos (TPE)	50	1	12.15	5.15
TOTAL	50	1	12.15	5.15

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 57. Detalle de servicio logístico marítimo de importación para la inversión inicial

Detalles de ruta	
Puerto de origen	HKHKG, Hong Kong
Puerto de destino	GTPRQ, Puerto Quetzal
Tiempo de tránsito estimado	47 días
Detalles de carga	10 × 40 FT/pies Estándar, 3 × 20 FT/pies Estándar
Cargo de flete (Q)	
Flete	534,954.61
Cargos de destino (Q)	
Recargo seguridad	1,023.21
THC	17,703.62
Recargo manipulación	10,233.40
Vaciado de contenedores	393.55
TOTAL	564,308.39

(iContainers, 2025).

Fuente: Elaboración propia.

Cotización de servicios logísticos internacionales para la materia prima.

Tabla 58. Contenedores de 40 pies requeridos para la importación de materia prima en un periodo de producción de siete semanas

Equipo y materia prima	Unidades	Unidades por embalaje	Peso bruto (Toneladas)	CBM
Contenedor de 40 pies #1				
Bobinas de tejido de techo de esponja	138.63	1	4.44	51.29
Bobinas de elastómeros termoplásticos (TPE)	50	1	12.15	5.15
Bobinas de polivinilo butiral (PVB)	7.73	1	3.56	4.87
TOTAL	196.36	3	20.15	61.31
Contenedor de 40 pies #2				
Bobinas de tela no tejida de poliéster	184.81	1	3.05	27.72
Hojas de vidrio flotado (5 mm)	14	210	21.88	16.02
TOTAL	198.81	211	24.93	43.74

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 59. Contenedores de 20 pies requeridos para la importación de materia prima en un periodo de producción de siete semanas

Equipo y materia prima	Unidades	Unidades por embalaje	Peso bruto (Toneladas)	CBM
Contenedor de 20 pies #1				
Hojas de vidrio flotado (2 mm)	12	295	19.75	14.42
TOTAL	12	295	19.75	14.42
Contenedor de 20 pies #2				
Hojas de vidrio flotado (2 mm)	12	295	19.75	14.42
TOTAL	12	295	19.75	14.42
Contenedor de 20 pies #3				
Hojas de vidrio flotado (5 mm)	14	210	21.88	16.02
TOTAL	14	210	21.88	16.02
Contenedor de 20 pies #4				
Bobinas de elastómeros termoplásticos (TPE)	50	1	12.15	5.15
TOTAL	50	1	12.15	5.15
Contenedor de 20 pies #5				
Bobinas de elastómeros termoplásticos (TPE)	50	1	12.15	5.15
TOTAL	50	1	12.15	5.15

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 60. Detalle de servicio logístico marítimo para la importación de materia prima

Detalles de ruta	
Puerto de origen	HKHKG, Hong Kong
Puerto de destino	GTPRQ, Puerto Quetzal
Tiempo de tránsito estimado	47 días
Detalles de carga	2 × 40 FT/pies Estándar, 5 × 20 FT/pies Estándar
Cargo de flete (Q)	
Flete	294,515.73
Cargos de destino (Q)	
Recargo seguridad	550.20
THC	9,518.89
Recargo de manipulación	5,502.20
Vaciado de contenedores	393.03
TOTAL	310,480.05

(iContainers, 2025).

Fuente: Elaboración propia.

Cotización de servicio de transporte terrestre en territorio guatemalteco

Una vez que el cargamento ingresa a territorio guatemalteco, es necesario contratar un agente aduanero y un servicio de transporte terrestre para trasladarlo desde Puerto Quetzal hasta la planta de producción.

En este caso, se contactó un agente aduanero responsable de gestionar el despacho aduanal y coordinar el transporte terrestre hacia la planta. La cotización del flete se basó en contenedores de 20 y 40 pies, considerando la máxima carga permitida en términos de peso bruto y volumen (CBM), con el objetivo de optimizar el uso del espacio disponible en cada envío, tanto en importaciones como en exportaciones (Tabla 53). Esta estrategia busca reducir el número total de contenedores utilizados, lo que permite minimizar los costos operativos asociados al transporte, manejo portuario y trámites aduanales. Cotizar escenarios con cargas máximas permite obtener una estimación representativa de los costos logísticos, bajo el supuesto de que, en la práctica, los contenedores se cargarán al límite permitido por las normativas internacionales de transporte.

Tabla 61. Detalle de servicio de transporte terrestre para la importación de equipo y materia prima

Tipo de contenedor	Peso bruto (Toneladas)	Costo por contenedor (Q)	Costo por para inversión inicial (Q)	Costo para importación de materia prima (Q)
20 pies	24.39	3,525.00	10,575.00	17,625.00
40 pies	27.23	3,525.00	35,250.00	7,050.00
TOTAL			45,825.00	24,675.00

(D. Castro, 2025).

Fuente: Elaboración propia.

5.5.8. Precio de venta de autopartes

La estrategia de precios se estableció con el objetivo de asegurar una participación competitiva y rápida en el mercado mexicano, sin comprometer la viabilidad financiera del proyecto. Se partió de un análisis de los precios de referencia de fabricantes de autopartes *OEM* para los modelos en estudio (Tabla 4).

El precio final se determinó mediante un análisis de sensibilidad iterativo sobre las proyecciones financieras. Este proceso permitió identificar el punto óptimo que equilibra la máxima competitividad con la rentabilidad mínima exigida. Cabe destacar que una reducción adicional en el precio extendía el período de recuperación de la inversión a más de cinco años, volviendo el proyecto poco atractivo, mientras que un aumento lo acortaba a plazos poco realistas para el mercado, afectando la propuesta de valor.

Por lo tanto, el precio establecido no es un descuento arbitrario, sino el nivel máximo de competitividad sostenible. Para garantizar la sostenibilidad, se proyecta un incremento anual del 2% en el precio, alineado con las proyecciones de inflación y aumentos de costos operativos. Todos los precios incluyen el IVA.

Tabla 62. Precio de venta unitario de cada autoparte

Autoparte	Precio de venta para año 1 (Q)	Precio de venta para año 2 (Q)	Precio de venta para año 3 (Q)	Precio de venta para año 4 (Q)	Precio de venta para año 5 (Q)
Parabrisas	1,432.55	1,538.66	1,644.78	1,750.89	1,857.01
Ventanas	309.39	332.31	355.22	378.14	401.06
Conjunto de alfombras	408.12	438.35	468.58	498.81	529.04
Revestimiento interior de techo	983.16	1,055.98	1,128.81	1,201.64	1,274.46
Revestimiento interior de suelo	218.16	234.32	250.48	266.64	282.80

(Chevrolet, 2025) (Audi, 2025) (BT Cars, 2025).

Fuente: Elaboración propia.

5.5.9. Gastos de exportación

Debido a que el enfoque fue en autopartes de vehículos de las marcas Chevrolet y Audi, se tiene previsto exportarlas a las plantas de producción correspondientes ubicadas en México. Se contempla realizar el envío por vía marítima desde Guatemala hasta un puerto mexicano, y posteriormente, efectuar el transporte terrestre hacia las respectivas instalaciones de producción de cada marca.

Tabla 63. Ubicación geográfica de las plantas de producción

Plantas ensambladoras	Ubicación
General Motors	36293 Silao de la Victoria, Guanajuato, México
Audi	75012 San José Chiapa, Puebla, México

(GM, 2025) (Audi, 2025).

Fuente: Elaboración propia.

Cotización de embalaje

Una vez fabricadas las autopartes, es necesario empacarlas de forma segura para su exportación a México. Para ello, se cotizaron diferentes tipos de embalaje, con diversas dimensiones, según las características de cada autoparte. De acuerdo con el proveedor, cada embalaje tiene una capacidad máxima de 3,000 kg.

Con esta información, se calculó la cantidad máxima de autopartes que puede contener cada tipo de embalaje sin exceder su límite de carga. No obstante, se identificó que, a mayor tamaño del embalaje, mayor era su costo. Dado que los revestimientos interiores de techo y suelo son las autopartes con mayores dimensiones, se decidió utilizar un único tipo de embalaje específico para cada una, optimizando así el proceso logístico.

Tabla 64. Detalles del proveedor para el embalaje de autopartes

Embalaje por autoparte	Dimensiones de empaque			Monto por embalaje (Q)
	Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	
Parabrisas	1.50	0.80	1.05	2,375.00
Ventanas	0.70	0.90	1.05	1,450.00
Set de alfombras	1.30	1.20	1.05	2,950.00
Revestimiento interior de techo	2.10	1.30	1.50	4,628.00
Revestimiento interior de suelo	2.10	1.30	1.50	

(R. Roca, 2025).

Fuente: Elaboración propia.

A partir de los datos obtenidos y la producción mensual, se determinó la cantidad óptima de embalajes necesarios para almacenar las autopartes destinadas a la exportación hacia México. Con el objetivo de garantizar la integridad del producto durante todo el proceso logístico, se estableció una cantidad adecuada de piezas por caja, considerando la inclusión de materiales de protección que aseguran el resguardo continuo de cada unidad. Dado que los productos de vidrio son los componentes más frágiles, se evaluó cuidadosamente la resistencia estructural del material para definir el peso máximo que pueden soportar sin riesgo de daño durante el transporte.

Tabla 65. Costo mensual total de embalaje.

Embalaje por autoparte	Grosor de autoparte (mm)	Altura de embalaje (m)	Autoparte por embalaje	Cantidad de embalaje	Gasto total (Q/mes)
Parabrisas	0.005	1.05	24	93	220,875.00
Ventanas	0.005	1.05	25	108	156,600.00
Conjunto de alfombras	0.003	1.05	42	39	115,050.00
Revestimiento interior de techo	0.003	1.05	38	60	277,680.00
Revestimiento interior de suelo	0.003	1.05	38	60	277,680.00
Costo por transporte					1,900.00
TOTAL					1,049,785.00

(R. Roca, 2025).

Fuente: Elaboración propia.

Distribución de carga de autopartes en contenedores

Al no contar con el peso específico por caja, se asumió que todos los embalajes tienen el mismo peso que los suministrados por el proveedor de hojas de vidrio flotado, equivalente a 76 kg. Con esta suposición, se estimó el volumen en metros cúbicos (CBM) y el peso bruto de cada embalaje cargada de producto, considerando las restricciones de capacidad volumétrica y carga máxima permitida para cada tipo de contenedor, con el objetivo de determinar la cantidad necesaria de contenedores para la exportación.

Tabla 66. Contenedores de 40 pies requeridos para la exportación de autopartes hacia la planta de General Motors

Equipo y materia prima	Unidades	Unidades por embalaje	Peso bruto (Toneladas)	CBM
Contenedor de 40 pies #1				
Parabrisas	31	24	12.68	39.06
TOTAL	31	24	12.68	39.06
Contenedor de 40 pies #2				
Parabrisas	31	24	12.68	39.06
TOTAL	31	24	12.68	39.06
Contenedor de 40 pies #3				
Parabrisas	31	24	12.68	39.06
TOTAL	31	24	12.68	39.06
Contenedor de 40 pies #4				
Ventanas	54	25	14.09	35.72
TOTAL	54	25	14.09	35.72
Contenedor de 40 pies #5				
Ventanas	54	25	14.09	35.72
TOTAL	54	25	14.09	35.72
Contenedor de 40 pies #6				
Conjunto de alfombras	39	42	10.20	63.88
TOTAL	39	42	10.20	63.88

(K. Chen, 2025).

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 67. Contenedores de 40 pies requeridos para la exportación de autopartes hacia la planta de Audi

Equipo y materia prima	Unidades	Unidades por embalaje	Peso bruto (Toneladas)	CBM
Contenedor de 20 pies #1				
Revestimiento interior de techo	20	38	1.99	57.33
TOTAL	20	38	1.99	57.33
Contenedor de 20 pies #2				
Revestimiento interior de techo	20	38	1.99	57.33
TOTAL	20	38	1.99	57.33
Contenedor de 20 pies #3				
Revestimiento interior de techo	20	38	1.99	57.33
TOTAL	20	38	1.99	57.33
Contenedor de 20 pies #4				
Revestimiento interior de suelo	20	38	1.69	57.33
TOTAL	20	38	1.69	57.33
Contenedor de 20 pies #5				
Revestimiento interior de suelo	20	38	1.69	57.33
TOTAL	20	38	1.69	57.33
Contenedor de 20 pies #6				
Revestimiento interior de suelo	20	38	1.69	57.33
TOTAL	20	38	1.69	57.33

(K. Chen, 2025).

Fuente: Elaboración propia.

Cotización de servicio de transporte terrestre en territorio guatemalteco

Utilizando la misma cotización empleada para el flete terrestre en la importación, es posible estimar el gasto del flete terrestre de la planta de producción hacia Puerto Quetzal para la exportación de las autopartes, considerando el número adecuado de contenedores.

Tabla 68. Gasto por flete terrestre para la importación de autopartes

Tipo de contenedor	Peso bruto (Toneladas)	Monto (Q)	Gasto para exportación de autopartes (Q/mes)
20 pies	27.23	3,525.00	
40 pies	24.39	3,525.00	42,300.00
TOTAL			42,300.00

(D. Castro, 2025).

Fuente: Elaboración propia.

Cotización de servicios transporte marítimo

Se ha decidido transportar las autopartes por vía marítima debido al valor de la mercancía, la distancia, los trámites fronterizos y la cantidad de contenedores. El puerto de Lázaro Cárdenas, en México, se ha seleccionado como punto de descarga por su ubicación intermedia entre las plantas ensambladoras de General Motors y Audi. Una vez la carga llegue a Puerto Quetzal, deberán considerarse los siguientes costos logísticos para su traslado a Lázaro Cárdenas.

Tabla 69. Detalle de servicio logístico marítimo para la exportación de autopartes

Tipo de cargo	Gasto por servicio de flete (Q)
Cantidad total de contenedores: 12	
Flete marítimo	15,556.56
Recargo por combustible marítimo	2,300.13
Recargo por contenedor	306.68
Tarifa de seguridad del transportista	115.01
Tarifa de inspección en origen	260.68
Tarifa de muellaje en origen	682.37
Manejo en terminal de origen	1,150.07
Tarifa de inspección en destino	222.35
Transferencia de equipo en destino	230.01
Tarifa por documento de manifiesto	268.35
Cargo por documentación	383.36
Tarifa por conocimiento de embarque	342.26
Tarifa por liberación de carga	460.03
TOTAL	267,334.32

(Hapag-Lloyd, 2025).

Fuente: Elaboración propia.

Cotización de servicio de transporte terrestre en territorio mexicano

Una vez que la naviera llegue a territorio mexicano, los contenedores deberán trasladarse a transporte terrestre para llevar las autopartes a sus respectivas plantas ensambladoras. Se deben considerar los siguientes costos de transporte.

Tabla 70. Detalle de servicio logístico terrestre para la exportación de autopartes a sus respectivas plantas ensambladoras

Destino	Cantidad de contenedores	Tarifa por contenedor (Q)	IVA por contenedor (Q)	Monto total (Q)
General Motors planta ensambladora	6	32,599.67	5,215.95	226,893.72
Audi planta ensambladora	6	26,822.51	4,291.60	186,684.66
TOTAL				413,578.38

(ABL Group, 2025).

Fuente: Elaboración propia.

5.5.10. Incremento de costos anuales

Con el fin de realizar un análisis financiero más realista, se proyecta un incremento anual del 0.5% en los costos y gastos operativos. Este supuesto se debe a la alta improbabilidad de que una empresa mantenga de manera constante los mismos niveles de costos a lo largo del tiempo, ya que factores como la inflación, el aumento en los precios de insumos, las variaciones en tarifas de servicios o posibles ajustes salariales generan incrementos progresivos. Por lo tanto, este ajuste permite anticipar y reflejar de manera más precisa las condiciones dinámicas del entorno económico en el que operará la empresa.

5.5.11. Plan de financiamiento de la inversión

Con el fin de establecer la empresa y garantizar el cumplimiento de los compromisos contractuales adquiridos con los clientes, se requiere una inversión inicial de Q51,094,176.28 destinada a cubrir todo los costos y gastos para poder arrancar las operaciones en el año 1. Dado el alto monto de capital necesario, se plantea la solicitud de un préstamo bancario por Q10,000,000.00, con una tasa del 10%, un plazo de 60 meses bajo la modalidad de cuota nivelada mensual de Q212,470.45. El préstamo bancario se ha asignado prioritariamente a las siguientes partidas:

Tabla 71. Costos prioritarios para el arranque de la planta de producción

Concepto	Monto (Q)
Remodelación de planta	416,009.20
Costos de permisos y licencias	2,331,339.44
Equipos de manufactura para la producción de autopartes	4,216,254.43
Transporte marítimo y terrestre para la importación de equipo de producción	610,133.39
Sistema de sujeción vidrio	720.00
Herramientas	134,989.41
Estantería para materia prima y producto terminado	1,640,000.00
Estantería para almacenamiento y transporte de vidrio	495,284.80
Carro de transporte interno	12,000.00
TOTAL	9,856,730.67

Fuente: Elaboración propia.

El objetivo es financiar activos de largo plazo para asegurar la capacidad productiva de la planta, el cumplimiento legal y la disponibilidad de equipo esencial. Esta decisión asegura que el financiamiento se destine a activos que aportarán valor a la empresa durante más años, garantizando al mismo tiempo la disponibilidad de recursos para cubrir los gastos operativos e imprevistos en la fase inicial.

5.5.12. Criterios para la evaluación de inversiones

Para evaluar la inversión de la empresa, se realizaron ciertas suposiciones que permiten estimar el costo promedio ponderado de capital (WACC). Utilizando la fórmula correspondiente, las variables consideradas para su cálculo se definieron de la siguiente manera:

$$WACC = \left(\frac{E}{V} * Re \right) + \left(\frac{D}{V} * Rd * (1 - T) \right)$$

Donde:

E: capital propio destinado a la inversión inicial, Q41,094,176.28.

D: deuda correspondiente al préstamo bancario, Q10,000,000.00.

V: valor total del financiamiento, Q51,094,176.28.

Re: rentabilidad mínima exigida por los accionistas sobre su inversión, representada por la TIR, 17.90%.

Rd: tasa de interés efectiva de la deuda adquirida, 7.50%.

T: tasa impositiva efectiva, 25.00%.

Para determinar la Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento (TMAR) se utilizó la fórmula:

$$TMAR = \text{Inflación esperada} + \text{prima de riesgo}$$

Donde:

Inflación esperada: calculada a partir de datos históricos de los últimos cinco años en Guatemala, reflejando la tendencia promedio del aumento de precios en la economía, 4.70% (Banguat, 2025).

Prima de riesgo: según la clasificación de riesgo de Carlos Slim, el proyecto se considera de riesgo medio debido a la competencia significativa en México, la alta dependencia de Estados Unidos y China, y el déficit de proveedores, aunque la demanda se mantiene alta y sostenida, 8 %. (C. Slim, 2019).

5.5.13. Escenarios de sensibilidad

El análisis desarrollado en este proyecto corresponde al escenario optimista, considerando que la producción se realiza al 100% cada mes, no hay retrasos en la materia prima, la maquinaria opera sin fallas, los salarios de los operarios se mantienen constantes y los plazos de entrega se cumplen según lo acordado en los contratos con los clientes. Asimismo, se asume que los costos y gastos de operación aumentan de manera controlada, sin desviaciones significativas que afecten el desempeño financiero. Bajo estas condiciones, el proyecto muestra un comportamiento estable y permite la recuperación de la inversión en un plazo reducido.

En la práctica, ninguna planta de producción opera bajo condiciones perfectas de manera constante. Es común que existan problemas técnicos, retrasos en la producción, fallas en maquinaria, incumplimientos de volumen, variaciones en la calidad de los insumos, ajustes en la mano de obra o imprevistos logísticos. Estas situaciones generan desviaciones respecto a la planificación inicial y afectan directamente entrega los costos operativos. Por esta razón, aunque el escenario optimista permite visualizar el mejor desempeño posible, resulta poco representativo de la realidad, siendo necesario complementar el análisis con escenarios un escenario pesimista que refleje las posibles dificultades que la empresa podría enfrentar durante la operación.

Escenario pesimista

Con el objetivo de reflejar condiciones más cercanas a la realidad operativa una planta de producción, se incorporan incrementos progresivos en los costos de los principales rubros de producción. Esto permite simular de manera más realista los retos que pueden surgir durante la ejecución del proyecto, como aumentos en los precios de insumos, mayores gastos operativos y limitaciones productivas.

Tabla 72. Incrementos progresivos en costos de producción

Rubro	Crecimiento anual
Costos asociados a la materia prima	5%
Costos asociados a la mano de obra	5%
Costos asociados a las herramientas	5%
Costos asociados al embalaje	5%
Gastos asociados a los servicios generales	5%
Gastos asociados a la logística y transporte	5%

Fuentes: Elaboración propia.

Asimismo, se aplicará una reducción del 10% en la capacidad de producción de autopartes para simular retrasos o fallos durante la producción. Para compensar parcialmente estos incrementos, se aplicará un ajuste progresivo del 4% anual en el precio de venta de todas las autopartes, con el fin de cubrir el incremento de costos y gastos.

Tabla 73. Ajuste de producción y precio de venta de autopartes.

Autoparte	Producción mensual (unidades)	Precio de venta para año 1 (Q)	Precio de venta para año 2 (Q)	Precio de venta para año 3 (Q)	Precio de venta para año 4 (Q)	Precio de venta para año 5 (Q)
Parabrisas	1,993.00	1,432.55	1,644.78	1,857.01	2,069.24	2,281.46
Ventanas	2,420.00	309.39	355.22	401.06	446.89	492.73
Conjunto de alfombras	1,452.00	408.12	468.58	529.04	589.51	649.97
Revestimiento interior de techo	2,042.00	983.16	1,128.81	1,274.46	1,420.12	1,565.77
Revestimiento interior de suelo	2,042.00	218.16	250.48	282.80	315.12	347.44

Fuente: Elaboración propia.

6.1. Cumplimiento de requisitos

Tabla 74. Verificación de cumplimiento de requisitos

Código	Descripción	Cumple
MAQ-PRD-001	La maquinaria adquirida debe operar de manera automatizada o semiautomática para garantizar precisión y un flujo continuo de producción y evitar tiempos muertos en el proceso.	Sí
MAQ-PRD-002	El sistema de producción debe ser capaz de cubrir al menos un 3% de la demanda.	Sí
IMP-PRV-001	Negociar un término de comercio internacional diferente al de <i>Ex Works</i> (EXW) para las operaciones de importación, ya que no se cuenta con el conocimiento completo sobre los aspectos logísticos en el extranjero y permite reducir riesgos, facilitar la gestión del transporte y la entrega de la mercancía.	Sí
LOG-IMP-001	El modelo logístico debe asegurar la reducción al mínimo posible del número de contenedores necesarios para la importación de maquinaria y materia prima, estableciendo un límite máximo de 15 contenedores en total.	Sí
LOG-IMP-002	Contratar una naviera especializada para la importación de la mercancía desde el país de origen a Guatemala, asegurando una logística eficiente, cumplimiento de trámites aduaneros, y la llegada de los bienes en óptimas condiciones y en el tiempo previsto.	Sí
PRD-INF-001	Cada línea de producción debe integrar un control de calidad capaz de identificar defectos en las autopartes antes de que estas sean clasificadas como producto terminado.	Sí

PRD-INF-002	La planta debe contar con zonas diferenciadas para almacenamiento, procesamiento y embalaje de autopartes.	Sí
-------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

Código	Descripción	Cumple
INF-LOG-001	La infraestructura debe contar con suficiente espacio que permita la maniobrabilidad de vehículos pesados, facilitando las operaciones de carga y descarga, al menos del tamaño de un contenedor de 40 pies	Sí
PER-MAQ-001	El personal contratado debe recibir la capacitación adecuada, la práctica necesaria para la correcta operación y manejo de la maquinaria.	Sí
PER-CPL-001	La empresa debe operar en estricto cumplimiento de los decretos establecidos en el Código de Trabajo vigente en Guatemala.	Sí
PER-CPL-002	La empresa debe implementar un sistema de gestión laboral que contemple la administración de contratos, la rotación de turnos, los salarios y las prestaciones conforme a la legislación vigente en Guatemala.	Sí
EXP-LOG-001	Las autopartes exportadas deben ser embaladas de manera que se garantice su calidad y protección contra daños durante el proceso de exportación a México.	Sí

Fuente: Elaboración propia.

6.2. Capacidad productiva

6.2.1. Demanda y producción de parabrisas en el escenario pesimista

Tabla 75. Plan de producción de parabrisas

Periodo Año 2024	Demanda (unidades)	Producción (unidades)	Porcentaje cubierto
Enero	18,062	1,993	11.03%
Febrero	17,505	1,993	11.39%
Marzo	17,308	1,993	11.51%
Abril	17,329	1,993	11.50%
Mayo	17,165	1,993	11.61%
Junio	15,412	1,993	12.93%
Julio	11,443	1,993	17.42%
Agosto	6,731	1,993	29.61%
Septiembre	25,441	1,993	7.83%
Octubre	17,466	1,993	11.41%
Noviembre	16,702	1,993	11.93%
Diciembre	10,728	1,993	18.58%
Total	191,292	23,916	13.90%

(INEGI, 2024).

Fuente: Elaboración propia.

6.2.2. Demanda y producción de ventanas en el escenario pesimista

Tabla 76. Plan de producción de ventanas

Periodo Año 2024	Demanda	Producción	Porcentaje cubierto
Enero	72,248	2,420	3.35%
Febrero	70,020	2,420	3.46%
Marzo	69,232	2,420	3.50%
Abril	69,316	2,420	3.49%
Mayo	68,660	2,420	3.52%
Junio	61,648	2,420	3.93%
Julio	45,772	2,420	5.29%
Agosto	26,924	2,420	8.99%
Septiembre	101,764	2,420	2.38%
Octubre	69,864	2,420	3.46%
Noviembre	66,808	2,420	3.62%
Diciembre	42,912	2,420	5.64%
Total	765,168	29,040	4.22%

(INEGI, 2024).

Fuente: Elaboración propia.

6.2.3. Demanda y producción de alfombras en el escenario pesimista

Tabla 77. Plan de producción de alfombras

Periodo Año 2024	Demanda (unidades)	Producción (unidades)	Porcentaje cubierto
Enero	18,062	1,452	8.04%
Febrero	17,505	1,452	8.29%
Marzo	17,308	1,452	8.39%
Abril	17,329	1,452	8.38%
Mayo	17,165	1,452	8.46%
Junio	15,412	1,452	9.42%
Julio	11,443	1,452	12.69%
Agosto	6,731	1,452	21.57%
Septiembre	25,441	1,452	5.71%
Octubre	17,466	1,452	8.31%
Noviembre	16,702	1,452	8.69%
Diciembre	10,728	1,452	13.53%
Total	191,292	17,424	10.12%

(INEGI, 2024).

Fuente: Elaboración propia.

6.2.4. Demanda y producción de revestimientos interiores en el escenario pesimista

Tabla 78. Plan de producción de revestimientos interiores

Periodo Año 2024	Demanda (unidades)	Producción (unidades)	Porcentaje cubierto
Enero	25,475	2,042	8.02%
Febrero	11,410	2,042	17.90%
Marzo	23,116	2,042	8.83%
Abril	30,682	2,042	6.66%
Mayo	34,948	2,042	5.84%
Junio	32,006	2,042	6.38%
Julio	34,718	2,042	5.88%
Agosto	19,928	2,042	10.25%
Septiembre	31,294	2,042	6.53%
Octubre	26,716	2,042	7.64%
Noviembre	21,978	2,042	9.29%
Diciembre	13,432	2,042	15.20%
Total	305,703	24,504	9.03%

(INEGI, 2024).

Fuente: Elaboración propia.

6.3. Análisis de rentabilidad

6.3.1. Inversión inicial

Tabla 79. Desglose de la inversión inicial

Costos y gastos	Monto (Q)
Infraestructura y acondicionamiento de planta	
Remodelación de planta	416,009.20
Renta de planta de producción	2,773,394.64
Costos legales	
Permisos y licencias	2,331,339.44
Servicios básicos	
Recolección de basura	91,274.04
Suministro de agua	169,962.12
Energía eléctrica	6,611,168.64
Maquinaria, equipo y herramientas	
Equipos de manufactura para autopartes	4,216,254.43
Sistema de sujeción para manipulación de vidrio	720.00
Estantería para almacenamiento y transporte de vidrio	495,284.80
Estantería para materia prima	1,640,000.00
Carro de transporte interno para bodega	12,000.00
Costo por herramientas	134,989.41
Importaciones	
Transporte marítimo para equipo y materia prima	564,308.39
Transporte terrestre para equipo y materia prima	45,825.00
Materia prima	
Materia prima	12,490,689.79
Costos de almacenamiento de materia prima	375,321.21
Embalaje para autopartes terminadas	12,597,420.00
Personal operativo	
Mano de obra directa	6,128,215.18
TOTAL	51,094,176.28

Fuente: Elaboración propia.

6.3.2. Balance general del escenario optimista

Tabla 80. Balance general proyectado a 5 años del escenario optimista

Balance general En Quetzales (Q) De 01 de enero de 2026 al 31 de diciembre de 2031					
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
<u>ACTIVOS</u>					
Activo corriente					
Caja y bancos	8,769,419.43	13,600,223.46	18,394,168.67	23,149,464.54	27,864,231.29
Inventario de materia prima	960,822.29	207,609.68	1,698,295.44	975,306.81	210,739.42
Inventario de productos terminados	-	-	-	-	-
Anticipos a proveedores	-	1,689,846.20	-	-	1,715,320.85
Activo no corriente					
Equipos y maquinaria de producción	4,216,254.43	4,216,254.43	4,216,254.43	4,216,254.43	4,216,254.43
Herramientas	134,989.41	135,664.36	136,342.68	137,024.39	137,709.52
Equipo de bodega	2,148,004.80	2,148,004.80	2,148,004.80	2,148,004.80	2,148,004.80
Depreciación de maquinarias	843,250.89	1,686,501.77	2,529,752.66	3,373,003.54	4,216,254.43
Depreciación de equipo de bodega	216,108.45	432,216.90	648,325.36	864,433.81	1,079,642.26
TOTAL ACTIVOS	15,170,131.03	19,878,884.25	23,414,988.00	26,388,617.62	30,996,363.61
<u>PASIVOS</u>					
Pasivo corriente					
Proveedores de materia prima	1,681,439.01	-	-	1,706,786.91	-
Servicios y obligaciones a corto plazo	1,727,597.29	1,735,429.43	1,743,300.74	1,751,211.41	1,759,161.62
Préstamo bancario	2,549,645.40	2,549,645.40	2,549,645.40	1,175,531.90	1,175,531.90
Pasivo no corriente					
Préstamo bancario	7,450,354.60	4,900,709.20	2,351,063.80	1,175,531.90	-
TOTAL PASIVOS	13,409,036.30	9,185,784.03	6,644,009.94	5,809,062.12	2,934,693.52
<u>PATRIMONIO</u>					
Patrimonio neto	1,761,094.73	10,693,100.22	16,770,978.06	20,579,555.50	28,061,670.09
TOTAL PASIVOS Y PATRIMONIO	15,170,131.03	19,878,884.25	23,414,988.00	26,388,617.62	30,996,363.61

Fuente: Elaboración propia.

6.3.3. Balance general del escenario pesimista

Tabla 81. Balance general proyectado a 5 años del escenario pesimista

Balance general En Quetzales (Q) De 01 de enero de 2026 al 31 de diciembre de 2031					
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
<u>ACTIVOS</u>					
Activo corriente					
Caja y bancos	989,727.27	8,349,128.97	15,580,349.34	22,653,115.15	29,559,504.25
Inventario de materia prima	960,822.29	216,905.63	1,853,786.51	1,112,271.90	251,095.38
Inventario de productos terminados	-	-	-	-	-
Anticipos a proveedores	-	1,765,510.96	-	-	2,043,799.63
Activo no corriente					
Equipos y maquinaria de producción	4,216,254.43	4,216,254.43	4,216,254.43	4,216,254.43	4,216,254.43
Herramientas	134,989.41	141,738.88	148,825.83	156,267.12	164,080.47
Equipo de bodega	2,148,004.80	2,148,004.80	2,148,004.80	2,148,004.80	2,148,004.80
Depreciación de maquinarias	843,250.89	1,686,501.77	2,529,752.66	3,373,003.54	4,216,254.43
Depreciación de equipo de bodega	216,108.45	432,216.90	648,325.36	864,433.81	1,079,642.26
TOTAL ACTIVOS	7,390,438.87	14,718,825.00	20,769,142.90	26,048,476.05	33,086,842.28
<u>PASIVOS</u>					
Pasivo corriente					
Proveedores de materia prima	1,681,439.01	-	-	1,946,475.83	-
Servicios y obligaciones a corto plazo	1,727,597.29	1,805,918.75	1,886,157.62	1,970,398.43	2,058,841.24
Préstamo bancario	2,549,645.40	2,549,645.40	2,549,645.40	1,175,531.90	1,175,531.90
Pasivo no corriente					
Préstamo bancario	7,450,354.60	4,900,709.20	2,351,063.80	1,175,531.90	-
TOTAL PASIVOS	13,409,036.30	9,256,273.35	6,786,866.82	6,267,938.07	3,234,373.14
<u>PATRIMONIO</u>					
Patrimonio neto	-6,018,597.43	5,462,551.65	13,982,276.08	19,780,537.98	29,852,469.13
TOTAL PASIVOS Y PATRIMONIO	7,390,438.87	14,718,825.00	20,769,142.90	26,048,476.05	33,086,842.28

Fuente: Elaboración propia.

6.3.4. Estado de resultados del escenario optimista

Tabla 82. Estado de resultados proyectado a 5 años del escenario optimista

Estados consolidados de pérdidas y ganancias					
En Quetzales (Q)					
De 01 de enero de 2026 al 31 de diciembre de 2031					
Ingresos	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos por ventas	77,997,985.78	83,775,614.36	89,553,242.93	95,330,871.51	101,108,500.08
Total ingresos	77,997,985.78	83,775,614.36	89,553,242.93	95,330,871.51	101,108,500.08
Costos de ventas					
Mano de obra directa	6,128,215.18	6,434,625.93	6,756,357.23	7,094,175.09	7,448,883.85
Mano de obra indirecta	8,149,422.80	8,556,893.94	8,984,738.64	9,433,975.57	9,905,674.35
Seguros de vida	472,800.00	475,164.00	477,539.82	479,927.52	482,327.16
Materia prima	12,490,689.79	12,553,143.23	12,615,908.95	12,678,988.50	12,742,383.44
Flete terrestre para la importación de materia prima	261,857.14	263,166.43	264,482.26	265,804.67	267,133.70
Flete marítimo para la importación de materia prima	2,306,423.23	2,317,955.34	2,329,545.12	2,341,192.85	2,352,898.81
Costo de almacenamiento de materia prima	375,321.21	375,321.21	375,321.21	375,321.21	375,321.21
Servicio de recolección de basura	91,274.04	91,730.41	92,189.06	92,650.01	93,113.26
Servicio de suministro de agua	169,962.12	170,811.93	171,665.99	172,524.32	173,386.94
Servicio de energía eléctrica	6,611,168.64	6,644,224.48	6,677,445.61	6,710,832.83	6,744,387.00
Renta de planta de producción	2,773,394.64	2,787,261.61	2,801,197.92	2,815,203.91	2,829,279.93
Mantenimiento de infraestructura	1,664,036.78	1,664,036.78	1,664,036.78	1,664,036.78	1,664,036.78
Mantenimiento de máquinas	269,978.83	269,978.83	269,978.83	269,978.83	269,978.83
Costo por herramientas	134,989.41	135,664.36	136,342.68	137,024.39	137,709.52
Depreciación de máquinas	539,957.65	539,957.65	539,957.65	539,957.65	539,957.65
Depreciación de equipo adicional	216,108.45	216,108.45	216,108.45	216,108.45	216,108.45
Costos totales	42,655,599.91	43,496,044.60	44,372,816.20	45,287,702.58	46,242,580.86
Utilidad bruta	35,342,385.87	40,279,569.75	45,180,426.73	50,043,168.92	54,865,919.22
Margen bruto	45.31%	48.08%	50.45%	52.49%	54.26%
Gastos de operación					
Permisos y licencias	2,331,339.44	2,331,339.44	2,331,339.44	2,331,339.44	2,331,339.44
Costo de almacenamiento de producto terminado	416,009.20	416,009.20	416,009.20	416,009.20	416,009.20
Embalaje para autopartes terminadas	12,597,420.00	12,660,407.10	12,723,709.14	12,787,327.68	12,851,264.32
Flete terrestre para la exportación de autopartes	507,600.00	510,138.00	512,688.69	515,252.13	517,828.39
Flete marítimo para la exportación de autopartes	3,208,011.84	3,224,051.90	3,240,172.16	3,256,373.02	3,272,654.88
Flete terrestre de autopartes planta de General Motors	2,722,724.64	2,736,338.26	2,750,019.95	2,763,770.05	2,777,588.90
Flete terrestre de autopartes planta de Audi	2,240,215.92	2,251,417.00	2,262,674.08	2,273,987.46	2,285,357.39
Gastos totales	24,023,321.04	24,129,700.90	24,236,612.66	24,344,058.98	24,452,042.53
Utilidad operativa antes de impuestos	11,319,064.83	16,149,868.86	20,943,814.07	25,699,109.94	30,413,876.69
Margen antes de impuestos	14.51%	19.28%	23.39%	26.96%	30.08%
Impuestos (ISR 25%)	2,829,766.21	4,037,467.21	5,235,953.52	6,424,777.49	7,603,469.17
Utilidad neta	8,489,298.63	12,112,401.64	15,707,860.55	19,274,332.46	22,810,407.52
Margen neto	10.88%	14.46%	17.54%	20.22%	22.56%

Fuente: Elaboración propia.

6.3.5. Estado de resultados del escenario pesimista

Tabla 83. Estado de resultados proyectado a 5 años del escenario pesimista

Estados consolidados de pérdidas y ganancias					
En Quetzales (Q)					
De 01 de enero de 2026 al 31 de diciembre de 2031					
Ingresos	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos por ventas	70,218,293.62	80,621,003.79	91,023,713.95	101,426,424.12	111,829,134.28
Total ingresos	70,218,293.62	80,621,003.79	91,023,713.95	101,426,424.12	111,829,134.28
Costos de ventas					
Mano de obra directa	6,128,215.18	6,434,625.93	6,756,357.23	7,094,175.09	7,448,883.85
Mano de obra indirecta	8,149,422.80	8,556,893.94	8,984,738.64	9,433,975.57	9,905,674.35
Seguros de vida	472,800.00	496,440.00	521,262.00	547,325.10	574,691.36
Materia prima	12,490,689.79	13,115,224.27	13,770,985.49	14,459,534.76	15,182,511.50
Flete terrestre para la importación de materia prima	261,857.14	274,950.00	288,697.50	303,132.38	318,288.99
Flete marítimo para la importación de materia prima	2,306,423.23	2,421,744.39	2,542,831.61	2,669,973.19	2,803,471.85
Costo de almacenamiento de materia prima	375,321.21	375,321.21	375,321.21	375,321.21	375,321.21
Servicio de recolección de basura	91,274.04	95,837.74	100,629.63	105,661.11	110,944.17
Servicio de suministro de agua	169,962.12	178,460.23	187,383.24	196,752.40	206,590.02
Servicio de energía eléctrica	6,611,168.64	6,941,727.07	7,288,813.43	7,653,254.10	8,035,916.80
Renta de planta de producción	2,773,394.64	2,912,064.37	3,057,667.59	3,210,550.97	3,371,078.52
Mantenimiento de infraestructura	1,664,036.78	1,664,036.78	1,664,036.78	1,664,036.78	1,664,036.78
Mantenimiento de máquinas	269,978.83	269,978.83	269,978.83	269,978.83	269,978.83
Costo por herramientas	134,989.41	141,738.88	148,825.83	156,267.12	164,080.47
Depreciación de máquinas	539,957.65	539,957.65	539,957.65	539,957.65	539,957.65
Depreciación de equipo adicional	216,108.45	216,108.45	216,108.45	216,108.45	216,108.45
Costos totales	42,655,599.91	44,635,109.76	46,713,595.10	48,896,004.71	51,187,534.80
Utilidad bruta	27,562,693.71	35,985,894.03	44,310,118.85	52,530,419.41	60,641,599.49
Margen bruto	39.25%	44.64%	48.68%	51.79%	54.23%
Gastos de operación					
Permisos y licencias	2,331,339.44	2,331,339.44	2,331,339.44	2,331,339.44	2,331,339.44
Costo de almacenamiento de producto terminado	416,009.20	416,009.20	416,009.20	416,009.20	416,009.20
Embalaje para autopartes terminadas	12,597,420.00	13,227,291.00	13,888,655.55	14,583,088.33	15,312,242.74
Flete terrestre para la exportación de autopartes	507,600.00	532,980.00	535,644.90	538,323.12	541,014.74
Flete marítimo para la exportación de autopartes	3,208,011.84	3,368,412.43	3,536,833.05	3,713,674.71	3,899,358.44
Flete terrestre de autopartes planta de General Motors	2,722,724.64	2,858,860.87	3,001,803.92	3,151,894.11	3,309,488.82
Flete terrestre de autopartes planta de Audi	2,240,215.92	2,352,226.72	2,469,838.05	2,593,329.95	2,722,996.45
Gastos totales	24,023,321.04	25,087,119.66	26,180,124.11	27,327,658.86	28,532,449.83
Utilidad operativa antes de impuestos	3,539,372.67	10,898,774.37	18,129,994.74	25,202,760.55	32,109,149.65
Margen antes de impuestos	5.04%	13.52%	19.92%	24.85%	28.71%
Impuestos (ISR 25%)	884,843.17	2,724,693.59	4,532,498.69	6,300,690.14	8,027,287.41
Utilidad neta	2,654,529.51	8,174,080.78	13,597,496.06	18,902,070.41	24,081,862.24
Margen neto	3.78%	10.14%	14.94%	18.64%	21.53%

Fuente: Elaboración propia.

6.3.6. Estado de flujo de efectivo del escenario optimista

Tabla 84. Estado de flujos de efectivo proyectado a 5 años del escenario optimista

Estado de flujos de efectivo						
En Quetzales (Q)						
De 01 de enero de 2026 al 31 de diciembre de 2031						
Concepto	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Entradas de efectivo						
Ventas		77,997,985.78	83,775,614.36	89,553,242.93	95,330,871.51	101,108,500.08
Préstamo bancario	10,000,000.00					
Total entradas	10,000,000.00	77,997,985.78	83,775,614.36	89,553,242.93	95,330,871.51	101,108,500.08
Salidas de efectivo						
Inversión inicial	51,094,176.28					
Materia prima		12,490,689.79	12,553,143.23	12,615,908.95	12,678,988.50	12,742,383.44
Mano de obra		14,277,637.98	14,991,519.88	15,741,095.87	16,528,150.67	17,354,558.20
Servicios y gastos fijos		10,118,599.44	10,169,192.44	10,220,038.40	10,271,138.59	10,322,494.28
Fletes y embalajes		23,844,252.77	23,963,474.04	24,083,291.41	24,203,707.86	24,324,726.40
Pago de préstamos		2,549,645.40	2,549,645.40	2,549,645.40	2,549,645.40	2,549,645.40
Otros egresos		5,947,740.97	5,948,415.92	5,949,094.24	5,949,775.95	5,950,461.07
Total salidas	51,094,176.28	69,228,566.34	70,175,390.90	71,159,074.27	72,181,406.97	73,244,268.80
Flujo neto de efectivo	-41,094,176.28	8,769,419.43	13,600,223.46	18,394,168.67	23,149,464.54	27,864,231.29
Flujo acumulado	-41,094,176.28	-32,324,756.84	22,369,642.89	31,994,392.12	41,543,633.21	51,013,695.83

Fuente: Elaboración propia.

6.3.7. Estado de flujo de efectivo del escenario pesimista

Tabla 85. Estado de flujos de efectivo proyectado a 5 años del escenario pesimista

Estado de flujos de efectivo						
En Quetzales (Q)						
De 01 de enero de 2026 al 31 de diciembre de 2031						
Concepto	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Entradas de efectivo						
Ventas		70,218,293.62	80,621,003.79	91,023,713.95	101,426,424.12	111,829,134.28
Préstamo bancario	10,000,000.00					
Total entradas	10,000,000.00	70,218,293.62	80,621,003.79	91,023,713.95	101,426,424.12	111,829,134.28
Salidas de efectivo						
Inversión inicial	51,094,176.28					
Materia prima		12,490,689.79	13,115,224.27	13,770,985.49	14,459,534.76	15,182,511.50
Mano de obra		14,277,637.98	14,991,519.88	15,741,095.87	16,528,150.67	17,354,558.20
Servicios y gastos fijos		10,118,599.44	10,624,529.41	11,155,755.88	11,713,543.68	12,299,220.86
Fletes y embalajes		23,844,252.77	25,036,465.41	26,264,304.58	27,553,415.79	28,906,862.04
Pago de préstamos		2,549,645.40	2,549,645.40	2,549,645.40	2,549,645.40	2,549,645.40
Otros egresos		5,947,740.97	5,954,490.44	5,961,577.38	5,969,018.67	5,976,832.03
Total salidas	51,094,176.28	69,228,566.34	72,271,874.81	75,443,364.61	78,773,308.97	82,269,630.03
Flujo neto de efectivo	-41,094,176.28	989,727.27	8,349,128.97	15,580,349.34	22,653,115.15	29,559,504.25
Flujo acumulado	-41,094,176.28	-40,104,449.00	-31,755,320.03	-16,174,970.69	6,478,144.46	36,037,648.71

Fuente: Elaboración propia.

6.3.8. Evaluación financiera del escenario optimista

Tabla 86. Indicadores de la rentabilidad del proyecto en el escenario optimista

Indicador	Valor	Unidad
Payback	1.62	Años
TIR	27.55	%
WACC	23.26	%
TMAR	13.08	%
VNA	25,050,579.60	Q

Fuente: Elaboración propia.

6.3.9. Evaluación financiera del escenario pesimista

Tabla 87. Indicadores de la rentabilidad del proyecto en el escenario pesimista

Indicador	Valor	Unidad
Payback	3.71	Años
TIR	17.87	%
WACC	15.47	%
TMAR	13.08	%
VNA	12,237,938.38	Q

Fuente: Elaboración propia.

7.1. Capacidad productiva y demanda

El objetivo del análisis de capacidad productiva es determinar el porcentaje de demanda que se puede llegar a cubrir con cada una de las autopartes tomando en cuenta en plan de producción, la maquinaria, equipo y personal de trabajo disponible. Como se puede apreciar la capacidad productiva revela que la planta propuesta podría abastecer entre el 3.29% y el 29.61% de la demanda mensual autopartes para los modelos Chevrolet Silverado y Audi Q5 en México, dependiendo el tipo de autoparte. Si bien estos porcentajes pueden parecer modestos a nivel macroeconómico, representan un volumen de producción inicial de 23,916 parabrisas, 29,040 ventanas, 17,424 conjuntos de alfombras y 24,504 revestimientos interiores anuales (Tabla 75, Tabla 76, Tabla 77 y Tabla 78). Esto debe a que la estrategia de entrada al mercado no busca suplir la totalidad del déficit de proveedores *tier 2* en la industria automotriz, sino posicionarse como un proveedor confiable y escalable para el mercado mexicano.

La simulación de los procesos en Simio LLC, realizada durante 24 horas de lunes a viernes como escenario optimista de operación, fue fundamental para determinar los tiempos de ciclo, los cuellos de botella y la cantidad óptima de materia prima por lote (Tabla 44 y Tabla 45). Los resultados de producción respaldan la decisión de operar con horarios extendidos y turnos rotativos, ya que permiten cubrir un mayor porcentaje de la demanda de cada autoparte. Además, la operación continua evita tiempos muertos en equipos como los hornos para autopartes de vidrio y las prensas de termoformado para alfombras y revestimientos, los cuales requieren mantener una temperatura constante para ser eficientes. Los procesos diarios de apagado y encendido resultarían energéticamente ineficientes y reducirían la vida útil de dichos equipos.

La principal limitante se identifica en la adquisición de maquinaria, el cambio de moldes y la programación de la producción. Los costos asociados a la compra de equipo son elevados, por lo que adquirir más maquinaria no resultaba rentable en la etapa inicial del proyecto. La necesidad de cambiar moldes semanalmente para alternar entre la fabricación de parabrisas y ventanas, distintos tipos de alfombras o entre techos y suelos, genera tiempos muertos no productivos y requiere un montacargas exclusivo para la carga y descarga de los moldes debido a su peso. Esto sugiere que, a futuro, la rentabilidad podría mejorar significativamente mediante la inversión en maquinaria adicional para operar líneas dedicadas, eliminando los tiempos de cambio de producto y aumentando la capacidad instalada.

Si bien la capacidad instalada es limitante para competir con los grandes proveedores globales, es suficiente y viable para establecer una operación inicial que abastezca un segmento específico en la industria automotriz mexicana. La flexibilidad en la programación de producción y la optimización de los tiempos de cambio de moldes se identifican como los factores críticos que determinarán, en la práctica, la capacidad real de la planta para escalar y responder de manera ágil a la demanda fluctuante del sector automotriz.

7.2. Rentabilidad del proyecto

La inversión inicial requerida, estimada en Q51.1 millones, se compone principalmente de activos como maquinaria, equipo, herramientas, materia prima y costos logísticos internacionales. Aunque el monto es considerable, más del 60% se destina a la adquisición de equipo especializado para la producción de autopartes, un requisito indispensable para iniciar operaciones y cumplir con los estándares de calidad exigidos por la industria automotriz. El análisis de sensibilidad muestra que este elevado costo de entrada actúa como una barrera natural que protege la rentabilidad futura del proyecto al dificultar la rápida entrada de competidores. Sin embargo, también incrementa el riesgo financiero en la etapa de puesta en marcha, ya que una subutilización de la capacidad instalada afectaría gravemente la estructura de costos fijos.

Por lo tanto, la estrategia de financiamiento con un 80% de capital propio y 20% de deuda, materializada a través de un préstamo bancario de Q10 millones a 5 años, está estratégicamente pensada para financiar específicamente los activos fijos de largo plazo, los cuales son importantes para la operación y tienen una vida útil que excede el plazo del crédito (Tabla 71). Esta estructura permite mantener el capital de trabajo para cubrir los costos operativos iniciales y garantizar la liquidez, reduciendo así el riesgo de insolvencia en las etapas de puesta en marcha, donde los flujos de caja son más vulnerables.

El análisis financiero realizado demuestra de manera robusta que la propuesta de establecer una planta de producción de autopartes en Guatemala para establecerse como un proveedor en el mercado mexicano no solo es técnicamente posible, sino también económicamente viable y altamente atractivo desde una perspectiva de inversión. Los resultados obtenidos, en ambos escenarios demuestran que esta propuesta de negocio puede convertirse en una oportunidad para Guatemala de crecer en la industria automotriz.

La superioridad del escenario optimista se evidencia en indicadores financieros excepcionales. Una tasa interna de retorno del 27.55% supera con tanto el costo promedio ponderado de capital del 23.26% como la tasa mínima aceptable de rendimiento del 13.08%. Este margen positivo significa que el proyecto genera valor más allá del costo de financiarlo y de la rentabilidad mínima exigida por los inversionistas, considerando el riesgo inherente. El valor presente neto positivo de Q25 millones cuantifica este valor creado en términos absolutos, representando la riqueza adicional que el proyecto generaría para sus *stakeholders*. A su vez, un período de recuperación de la inversión de 1.62 años indica una alta liquidez y un rápido retorno del capital, lo que reduce significativamente el riesgo percibido por los inversionistas y mejora la capacidad de la empresa para atraer financiamiento o reinvertirlo en crecimiento en un corto plazo (Tabla 86).

Sin embargo, los resultados del escenario optimista representan el máximo potencial teórico del proyecto, asumiendo condiciones operativas perfectas como: eficiencia del 100%, logísticas sin retrasos, ausencias de problemas técnicos y estabilidad total en costos y gastos. Si bien este escenario es útil para visualizar el límite de rentabilidad y validar el modelo teórico, su verdadera utilidad analítica consiste en servir como punto de referencia para medir el impacto de las ineficiencias del mundo real.

La verdadera solidez de cualquier propuesta de inversión se prueba bajo condiciones más realistas. El escenario pesimista, diseñado para simular un entorno operativo más desafiante con incrementos del 5% en costos importantes de la operación y una reducción del 10% en la producción, revela la fortaleza fundamental del modelo de negocio (Tabla 72 y Tabla 73). Aunque los indicadores se reducen, se mantienen constante en un rango viable: una tasa interna de retorno del 17.87% sigue siendo superior que el costo promedio ponderado ajustado de 15.47% y la tasa mínima aceptable de rendimiento de 13.08%, el valor presente neto se mantiene positivo en Q12.2 millones y la recuperación de la inversión se extiende a un período de 3.71 años, lo que aun indica una recuperación de la inversión dentro de un plazo financieramente aceptable (Tabla 87). Este análisis es crucial, ya que demuestra que la rentabilidad no depende de condiciones operativas perfectas, sino que puede enfrentarse a escenarios realistas sin comprometer su viabilidad. El proyecto muestra un comportamiento sólido ante fluctuaciones en los costos de insumos, eficiencias productivas menores a las esperadas y a inflaciones en la mano de obra.

Es importante resaltar una posible tensión de liquidez en el primer año bajo el escenario pesimista, donde el patrimonio neto se proyecta temporalmente en saldo negativo. Esta situación no constituye un indicador de inviabilidad, sino que responde a la naturaleza de un proyecto industrial intensivo en capital, con un ciclo operativo largo y altos desembolsos iniciales (Tabla 81). Resaltar la importancia crítica de una gestión prudente del capital de trabajo y la posible necesidad de una línea de crédito a corto plazo que permita cubrir la diferencia entre los gastos de arranque y los ingresos derivados de las primeras exportaciones. Esta práctica de financiamiento transitorio es común en proyectos de manufactura de gran inversión y puede contribuir a fortalecer la estructura patrimonial sin comprometer el atractivo y la viabilidad del negocio a largo plazo.

Guatemala emerge no solo como una alternativa logística, sino como un socio estratégico para la diversificación y fortalecimiento de la cadena de valor regional. Aprovechando el Tratado de Libre Comercio entre México y Centroamérica, que elimina barreras arancelarias, un proveedor guatemalteco puede ofrecer estabilidad de suministro, costos predecible y solidez ante crisis globales. La proximidad geográfica a México se traduce en menores costos de exportación y tiempos de entrega reducidos a comparación de uno de sus proveedores principales como lo es China, ofreciendo una propuesta de valor concreta para los ensambladores que buscan reducir los tiempos de entrega y fortalecer su estabilidad en la cadena de suministro. Esta ventaja se ve potenciada por el actual entorno geopolítico y comercial entre México, Estados Unidos y China. Las recurrentes amenazas de imposición de aranceles comerciales por parte de Estados Unidos y China hacia México, basadas en debates sobre políticas de seguridad y cadena de suministros, han creado una relación de incertidumbre para la industria automotriz regional. Esta tensión política pone en riesgo a los ensambladores en México a incrementos en sus costos de importación de autopartes.

La generación de más de 197 empleos directos formales con salarios competitivos, paquetes de beneficios y apegados al Código de Trabajo representa un impacto en la calidad de vida de las familias y ayuda directamente a la economía local. Otro de los beneficios a largo plazo es la formación de capital humano altamente capacitado en procesos de la industria de autopartes. La planta de producción brindará auditorías y capacitación práctica, donde los operarios y técnicos guatemaltecos adquirirán competencias técnicas avanzadas en procesos de manufactura automatizada y control de calidad bajo estándares internacionales. Fortalecer este conocimiento crea un equipo capacitado que no solo beneficia a esta empresa, sino que abre puertas para atraer más inversionistas de alto valor agregado para Guatemala.

Los resultados financieros demuestran el panorama de una oportunidad de inversión sólida, bien estructurada y estratégicamente ventajosa. Aunque el balance proyecta un capital de trabajo negativo en el primer año, una situación posible en proyectos de alta inversión en capital con ciclos operativos largos, este escenario inicial se supera rápidamente, como lo evidencia el retorno de inversión y los estados de flujos de efectivo posteriores. La combinación de indicadores de rentabilidad robustos, una solidez comprobada ante escenarios adversos y las ventajas geográficas y comerciales únicas presentan un caso convincente para que Guatemala se consolide como un proveedor confiable y competitivo para la industria automotriz mexicana.

Conclusiones

1. Se demuestra la factibilidad técnica de establecer una planta en Guatemala para la fabricación de vidrio, alfombras y revestimientos interiores para vehículos, cumpliendo con los estándares de calidad y los volúmenes demandados por la industria automotriz mexicana.
2. Las capacidades industriales locales afirman que Guatemala cuenta con la infraestructura base y el potencial de capital humano necesario, aunque requiere una inversión significativa en maquinaria especializada y capacitación técnica para operar bajo los estándares internacionales exigidos.
3. Las capacidades industriales propuestas permiten cubrir entre el 3.29% y 29.61% de la demanda mensual de autopartes para los modelos Chevrolet Silverado y Audi Q5, garantizando un volumen inicial de producción viable para posicionarse como proveedor confiable.
4. La inversión inicial requerida se cuantifica en Q51.1 millones, siendo predominante la adquisición de activos fijos a largo plazo, lo que constituye una barrera de entrada alta pero justificada técnica y financieramente.
5. Los indicadores financieros muestran una viabilidad económica sólida con una TIR del 27.55%, VNA positivo de Q25 millones y *payback* de 1.62 años en escenario optimista, evidenciando que el proyecto genera valor para los inversionistas.
6. Los indicadores financieros bajo condiciones más realistas, muestra que el proyecto mantiene su viabilidad con una TIR de 17.87%, VNA positivo de Q12.2 millones y *payback* de 3.71 años, demostrando resistencia frente a fluctuaciones en costos y reducción de la capacidad de producción.
7. El escenario pesimista demuestra la robustez del modelo de negocio, el cual mantiene su viabilidad a pesar de incrementos del 5% en costos y una reducción del 10% en la producción, evidenciando su capacidad para absorber imprevistos.

8. El proyecto genera un impacto social tangible mediante la creación de 197 empleos directos formales y la formación de capital humano especializado en manufactura avanzada, contribuyendo al desarrollo industrial del país.
9. La ventaja competitiva central del proyecto radica en la proximidad geográfica a México, el acceso preferencial bajo el TLC, la mano de obra competitiva y el aprovechamiento de los conflictos geopolítico y comercial de los principales proveedores de México.
10. El capital de trabajo negativo proyectado para el primer año es una situación transitoria y típica de proyectos intensivos en capital, la cual es superada rápidamente gracias a la generación de flujos de efectivo positivos a partir del segundo año.
11. La estrategia de financiamiento propuesta de 80% capital propio y 20% deuda para la inversión inicial es establecida para financiar activos fijos y preservar la liquidez operativa durante la crítica etapa de puesta en marcha.
12. La propuesta es una oportunidad sólida y estratégica para que Guatemala se integre exitosamente como proveedor de autopartes *tier 2* en la cadena de valor automotriz regional, resolviendo una necesidad crítica de México y generando desarrollo económico local.
13. La implementación de un plan de distribución semanal de turnos rotativos es una estrategia operativa esencial para maximizar la eficiencia de los hornos y las prensas hidráulicas de termoformado, evitando costosos tiempos muertos y asegurando la viabilidad de la capacidad productiva proyectada.

Recomendaciones

1. Priorizar la negociación de contratos de suministro a largo plazo con proveedores de materia prima en China para fijar precios y reducir la volatilidad del mercado internacional.
2. Establecer una línea de crédito contingente para capital de trabajo que cubra al menos los primeros seis meses de operación, reduciendo el riesgo de liquidez identificado en el escenario pesimista.
3. Realizar una evaluación ambiental inicial para cuantificar la huella de carbono del proceso productivo y explorar acceso a financiamiento verde o certificaciones de sostenibilidad.
4. Extender el análisis de mercado a otros modelos de vehículos eléctricos de alta demanda en México para diversificar el portafolio de productos a futuro, aprovechando que se cuenta con la maquinaria de mayor tamaño debido a los vehículos seleccionados para el proyecto.
5. Crear una alianza estratégica con un agente aduanero especializado en comercio México-Guatemala para agilizar y garantizar el cumplimiento normativo en ambas fronteras.
6. Incorporar desde el diseño inicial un sistema de gestión de energía, como la norma ISO 50001, para optimizar el consumo de los hornos, siendo estos el mayor gasto energético identificado.
7. Desarrollar un plan de negocios específico para atraer inversionistas locales, destacando los indicadores de rentabilidad del escenario pesimista para demostrar resiliencia.

Bibliografía

- ABL Group. (2025). Servicios. Terrestre. *Cotización de servicios*. <https://www.ablgroup.com.mx/>
- AMIA. (2023). *Reporte de venta de vehículos ligeros nuevos por marca a diciembre 2022*. <https://amia.com.mx/2023/02/07/reporte-de-venta-de-vehiculos-ligeros-nuevos-por-marca-a-diciembre-2022-2/>
- Annandarajah C., Langhorst A., Kiziltas A., Grewell D., Mielewski D., Montazami R. (2019). *Hybrid cellulose-glass fiber composites for automotive applications*. Vol. 12, p. 31-89. <https://web.p.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=13&sid=b3f16875-07c2-4b2a-b192-04870b8f08db%40redis&bdata=JkF1dGhUeXBIPWlwLHNzbyZsYW5nPWVzJnNpdGU9ZW hvc3QtbG12ZSZzY29wZT1zaXRI#AN=139061488&db=a9h>
- Arciniega, R. (2020). *Descentralización y reconfiguración productiva en la industria automotriz mexicana*. Vol. 1, pags 87-116. <https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/espacioydesarrollo/article/view/22809/21909>
- Arciniega, R. (2021). *Descentralización y reconfiguración productiva en la industria automotriz mexicana. Nueva forma de organización de la producción en la industria automotriz en México: modelo flexible y redes de empresas*. Vol. 1, pags 49-80. <https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/espacioydesarrollo/article/view/24376/23157>
- Aswath Damodaran. (2025). *Country default spreads and risk premiums*. Country Risk Premium. https://pages.stern.nyu.edu/~adamodar/New_Home_Page/datafile/ctryprem.html?utm_source=chatgpt.com
- Atakan, R., Sezer, S. y Karakas, H. (2020). *Development of nonwoven automotive carpets made of recycled PET fibers with improved abrasion resistance*. Vol. 49, p. 836-857. <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/1528083718798637>
- Audi. (2025). *Audi en México*. Liderando el futuro con pasión y perfección. <https://www.audi.com.mx/es/audi-en-mexico/planta-de-audi-en-mexico/>
- Audi. (2025). *Audi q5 headliner*. W/o sportback, all, black. w/o - 80a867505bhyw5 | Audi Rockville, Rockville MD https://parts.audiusa.com/p/Audi__Q5/Headliner/51866177/8V5867505MSQ9.html?clickSource=relatedProduct
- Audi. (2025). *Audi q5 headliner*. W/sportback, black - 80f867505gyw5 | Audi Brooklyn, Brooklyn NY. https://parts.audibrooklyn.com/p/Audi__Q5/Headliner/105707030/80F867505GYW5.ht

- ml?srsltid=AfmBOoqNluRC8KnuPDTzcHFL7nypg23Hl7pZyAACHgYehG4s50cX1UI2
- Banco Proamerica. (2025). Calculadora Préstamos. *Simulación de préstamos*. <https://www.bancopromerica.com.gt/banca-de-personas/prestamos-hipotecarios-vivienda/calculadora-prestamos/>
- Banco Promerica. (2025). *Seguro de vida premium* | Banco Promerica Guatemala | Grupo Promerica. Banco Promerica - Grupo Promerica. <https://www.bancopromerica.com.gt/banca-de-personas/seguros-y-asistencias/seguros/seguro-de-vida-premium/>
- Banguat. (2025). *Inflación total* | Banco de Guatemala. <https://banguat.gob.gt/page/inflacion-totat>
- BT Cars. (2025). *AUDI Q5 SUELO DE ALFOMBRA 80B863021F tapicería 80B 863 021 F 80A FY*. <https://bt-cars.pl/wykladziny-dywany-podlogi/8290-audi-q5-wykladzina-dywan-podlogi-80b863021f-tapicerka-80b-863-021-f-80a-fy.html>
- Cáceres, M. (2022). *Los requisitos legales para la importación y exportación de productos*. Dataexport revista digital. <https://revista.dataexport.com.gt/2022/06/los-requisitos-legales-para-la-importacion-y-exportacion-de-productos/>
- Cai X., Li D. y Wang C. (2024). *Auto parts quality certification and manufacturer regulation: An evolutionary game theory perspective*. Vol. 45, p. 24-72. <https://web.p.ebscohost.com/ehost/detail/detail?vid=10&sid=b3f16875-07c2-4b2a-b192-04870b8f08db%40redis&bdata=JkF1dGhUeXBIPWlwLHNzbyZsYW5nPWVzJnNpdGU9ZW hvc3QtbGl2ZSZzY29wZT1zaXRI#AN=177040323&db=bth>
- Castro, D. (2025). *Transatlantic. servicios – transporte por aire y tierra*. <https://transatlanticgt.com/servicios/>
- Chen, K. (2025). Qinquangdao Tianyao Glass Co., Ltd. *2mm 3 mm 4mm 5mm 6mm 8mm 10mm 12mm hoja de vidrio al por mayor*. spanish.alibaba.com. <https://spanish.alibaba.com/product-detail/Glass-Sheet-Wholesale-2mm-3-Mm-62316055249.html?chatToken=TDFKeWNGRlPkWFZTWmtkNFRYRnZjVWxhVTBsU2RVcHNkRVpKVtJsMIRteERiM0ZyWlhrM2VHMxhZeTkwTVVSb2RIQnFRMGxKTmtONE9GSIIWFFyVG14cE5XcEJkRE5TYTFveE5GcFFOVTF6VGpKSI MxZzNRelZyUlhwNFoxVjFOMlJKUm1GNk9HcGpWMWR3Tm10U01FVXdORkJT VW1sVIRqTlI SVEJVvkrWVFNIWmxTeTI0V0VRMFRsbHZXSGxpUW5CdFRGbENWa2xHV1RC NU1GQk1aVGhGWnk5b1FXUmXSMWhyUFE9PSZ2ZXJzaW9uPTIuMC4w&encryptTargetLoginId=8pctgRBMALOWBiPHE7Suk0VIAeU2JPRa6wdkfySa%2Bs4%3D>
- Chevrolet. (2025). *Crew cab first - and second-row premium all-weather floor mats in jet black*. <https://parts.chevrolet.com/search?query=mats&year=2024&make=Chevrolet&makeId=47&model=Silverado%201500&modelId=491&body=Crew%20Cab%20Pickup&bodyId=22&bodyNumDoors=5&bodyNumDoorsId=5>
- Chevrolet. (2025). Silverado 1500 2024. *Gm genuine parts rear driver side door window*. <https://parts.chevrolet.com/product/gm-genuine-parts-front-driver-side-door-window-86532735?body=Crew%20Cab%20Pickup&bodyId=22&bodyNumDoors=5&bodyNumDoorsId=5&make=Chevrolet&makeId=47&model=Silverado%201500&modelId=491&year=2024>
- Chevrolet. (2025). Silverado 1500 2024. *Gm genuine parts rear driver side door window*. <https://parts.chevrolet.com/product/gm-genuine-parts-rear-driver-side-door-window-84560289?body=Crew%20Cab%20Pickup&bodyId=22&bodyNumDoors=5&bodyNumDoorsId=5&make=Chevrolet&makeId=47&model=Silverado%201500&modelId=491&year=2024>

- Chevrolet. (2025). Silverado 1500 2024. *Gm genuine parts windshield*.
<https://parts.chevrolet.com/product/gm-genuine-parts-windshield-84917858?body=Crew%20Cab%20Pickup&bodyId=22&bodyNumDoors=5&bodyNumDoorsId=5&make=Chevrolet&makeId=47&model=Silverado%201500&modelId=491&year=2024>
- Chevrolet. (2025). Silverado 1500 2024. *Gm genuine parts windshield*.
<https://parts.chevrolet.com/product/gm-genuine-parts-windshield-84810928?body=Crew%20Cab%20Pickup&bodyId=22&bodyNumDoors=5&bodyNumDoorsId=5&make=Chevrolet&makeId=47&model=Silverado%201500&modelId=491&year=2024>
- CityMax (2025). CityMax Guatemala. *Se alquila bodega en carretera vieja a escuintla*.
<https://www.citymax-gt.com/78230/Se-alquila-Bodega-en-Carretera-Vieja-a-Escuintla/>
- Clearly, T, M. (2020). *Laminated glass article and method for forming the same*. (Patente No: US 10,759,147 B2). Oficina de patentes.
<https://patentimages.storage.googleapis.com/ba/68/51/9636371007fb5e/US10759147.pdf>
- Clearly, T, M. (2020). *Laminated glass article and method for forming the same*. (Patente No: US 10,759,147 B2). Oficina de patentes.
<https://patentimages.storage.googleapis.com/ba/68/51/9636371007fb5e/US10759147.pdf>
- CNEE. (2025). *Resolución CNEE-67-2025*.
<https://www.cnee.gob.gt/pdf/resoluciones/2025/CNEE-67-2025.pdf#:~:text=%5BPDF%5D%20CNEE,128288>
- Computrabajo Guatemala. (2025). *Buscar salarios & sueldos por categoría en Guatemala 2025*.
<https://gt.computrabajo.com/salarios/>
- Congreso de la República de Guatemala. (2012). DECRETO NÚMERO 10-2012. Artículo 28. *Porcentaje de depreciación*.
https://tse.org.gt/images/UECFPPP/leyes/decreto_10-2012_Ley_actualizacion_tributaria.pdf
- Congreso de la república de Guatemala. (2025). *Bonificación incentivo - Decreto Número 78 – 89*.
<https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/gt/Documents/legal/Newsletter/Legal%20Newsletter%20Bonificaci%C3%B3n%20incentivo.pdf>
- Congreso de la república de Guatemala. (2025). *Ley de bonificación anual para trabajadores del sector privado y público - Decreto Número 42-92*.
https://contraloria.gob.gt/imagenes/i_docs/i_leg_ley/LEY%20DE%20BONIFICACI%D3N%20ANUAL%20PARA%20TRABAJADORES%20DEL%20SECTOR%20PRIVADO%20Y%20PUBLICO.pdf
- Congreso de la república de Guatemala. (2025). *Ley de bonificación anual para trabajadores del sector privado y público - Decreto Número 74 – 78*.
<http://ww2.oj.gob.gt/estadisticalaboral/Leyes%20en%20Materia%20de%20Trabajo%20y%20Prevision%20Social/Leyes%20Nacionales%20en%20Materia%20de%20Trabajo%20y%20Prevision%20Social/22125%20DECRETO%20DEL%20CONGRESO%2074-78%20Aguinaldo%20Sector%20Publico.pdf>
- Dong, G. (2025). Jinan Truepro Cnc Machine Co., Ltd. *Máquina para hacer orificios interiores de borde redondo, cilindro de vidrio de fácil molienda*. Product on Alibaba.com.
https://www.alibaba.com/product-detail/Easy-Grinding-Edging-Glass-Cylinder-%20Round_1600477672595.html?spm=a2700.galleryofferlist.wending_right.9.716213a0YrUg%20Ye

- DSV. (2024). *Medidas y capacidad contenedor dry 20' y 40'*. <https://www.dsv.com/es-mx/nuestras-soluciones/modos-de-transporte/transporte-maritimo/tipos-contenedor-maritimo/contenedor-dry>
- Empagua. (2024). Como solicitar un servicio. *Estructura de tarifas por consumo - Empagua*. <https://empagua.com/como-solicitar-un-servicio/>
- Empresa Portuaria Quetzal. (2025). Pliego Tarifario. *Pliego tarifario de servicios portuarios de puerto quetzal*. artículo 5. <https://www.puertoquetzal.gob.gt/tarifarios/>
- Energuate. (2024). *Requisitos de conexión*. <https://oficinavirtual.energuate.com/suministros>
- E-World. (2025). *Glass cutting machine for laminated glass automatic laminated glass cutting machine* [Video]. Alibaba. <https://message.alibaba.com/message/messenger.htm?spm=a2700.details.0.0.38c74a39nD3Gd4&activeAccountId=238398428&activeAccountIdEncrypt=MC1IDX1BwEhw2PPH8CS5wwaKptrqYC-nAwDaXtlgH8qVbKtOBbBUWQQeJIAdPtqPgVhuTcH&chatToken=dTVOQ0IHSDBGNNIYWVvkZGdQNNBUT0EycXlicm5xNE5nKzRHVGFmK1dGNU9iTnJKS20xRUZZYmdlBjBDUDdHWnZpc3JrUmVzSDdhWWI3TG81dG5RTjUjUj6UURlcitWMXJjZmluV0NucytZL3hVczk4SnYxZ3h2QWJ4SDhEWUUmDMVyc2lVbj0xLjAuMA%3D%3D>
- Fanding. (2009). *Film transmit machine and glass combine table* [Video]. Alibaba. https://message.alibaba.com/message/messenger.htm?spm=a2700.details.0.0.38c74a39nD3Gd4&activeAccountId=206184121&activeAccountIdEncrypt=MC1IDX1-bisxUtHjZn-4JhwJjdN_bMSsrfDPue9HLz8NdMoJ4rFf3GGciGcTmx30W5ILV1Z&chatToken=dTVOQ0IHSDBGNNIYWVvkZGdQNNBUSmx0aVlkeDZCVGJ2Y1E3V3o1cnlhdTINUFRDWmdvS0QzaEJqU0kybzlmWURta0hINIV2OCtsRIN2eWd6NHEycXIQV3ErakZaRDBSVjYrUmVNT0ILSza9JnZlcnNpb249MS4wLjA%3D
- Felipe, J., Nait-Abdallah, R., Lozano, A., Montoya, C., Otero -Caicedo, R., (2020). *Batch assignment of parallel machines in an automotive safety glass manufacturing facility*. Vol. 24. p.1-21. <https://web.p.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=2&sid=544a726a-796d-4ca0-b4fb-1bd84a35a980%40redis>
- FISUMO. (2014). *Pulpo biselador de vidrio de indemaquinas suarez de cucuta* [Video]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=ookMONSlyw>
- General Motors. (2025). *General Motors en México*. Acerca de nosotros. <https://www.gm.com.mx/es/home/company/about-us.html>
- Gomez, R, M. (2005). *Manufacturing process of a healliner for interior linings*. (Patente No: US 2005/024.1757 A1). Oficina de patentes. <https://patentimages.storage.googleapis.com/1f/2e/16/2e5a172519aaf7/US20050241757A1.pdf>
- Gómez, R, M. (2005). *Manufacturing process of a healliner for interior linings*. (Patente No: US 2005/024.1757 A1). Oficina de patentes. <https://patentimages.storage.googleapis.com/1f/2e/16/2e5a172519aaf7/US20050241757A1.pdf>
- González, Judit, et al. (2024). *Design and characterization of dynamic textiles with optimized ergonomic comfort for automotive seat upholstery, journal of industrial textiles*. Vol. 54, p. 1-23. <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/15280837241268805>

- Guizar, M. (2020). *Capacidad para atraer la inversión extranjera directa en México en el sector manufacturero y su impacto en la industria automotriz*. Dialnet, Vol. 15, pags 13-38. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7767335>
- Hai, A. (2025). Shandong Wincent New Materials Co., Ltd. *Customized 0.76mm automotive pvb film for car /truck windshields glass - buy pvb film for building car glass clear automotive pvb film auto pvb film for car windshields pvb film pvb interlayer polyvinyl butyral film polyvinyl butyral interlayer*. spanish.alibaba.com. <https://spanish.alibaba.com/product-detail/Customized-0-76mm-Automotive-Pvb-Film-1601212050620.html?chatToken=TDFKeWNGRlPkWFZTWmtkNFRYRnZjVWxhVTBsU2RVcHNkRVpKVTJsMIRteERiM0ZyWlhrM2VHMxhZeTkwTVVsb2RIQnFRMGxKTmtONE9GSIIWWFFyVGxNdIJ6TjVURTIQWTI5WFMzcDZlbfJLWTJaM1RWcFBjWGgzVEhCRVl6bENURmhvUjIxb2NVTTVhbmh3YkVwSVFuSkxNemgzYW5aeVEyRnRkbXhKZG1wVmJVMUZIV042TWpkbFF6VlBjVU4yZERCTlRNUZPVkIyWnpScFlXRINhSEJZVVVoVWExTjFRME5OUFE9PSZ2ZXJzaW9uPTIuMC4w&encryptTargetLoginId=8pctgRBMALMxsKb6H98Uy0mZmJjXI8OH6wdkfYsa%2Bs4%3D>
- Hapag-Lloyd. (2025). Solutions. *New quotation*. Online Business Suite. <https://www.hapag-lloyd.com/solutions/new-quote/#/simple>
- Hattori, T. (2017). *Car Interior Material*. (Patente No: US 2017/0197559 A1). Oficina de patentes. <https://patentimages.storage.googleapis.com/07/60/67/282396021a46ea/US20170197559A1.pdf>
- Hattori, T. (2017). *Car interior material*. (Patente No: US 2017/0197559 A1). Oficina de patentes. <https://patentimages.storage.googleapis.com/07/60/67/282396021a46ea/US20170197559A1.pdf>
- Hu, A. (2025). Jinan Hiwoc Group Co., Ltd. *Lavadora de vidrio automática, máquina horizontal/de lavado para fabricación de vidrio*. spanish.alibaba.com. <https://spanish.alibaba.com/product-detail/Automatic-Glass-washing-machine-horizontal-washing-1600260991636.html?spm=a2700.7724857.0.0.305151073Ug43c>
- Huang, S. (2025). Shenzhen Powerstar Industry Limited Company. *Tela de techo de coche para tapicería de esponja, tela para techo de coche, tela para techo de coche*. spanish.alibaba.com. <https://spanish.alibaba.com/product-detail/Sponge-Bonded-Upholstery-Car-Headliner-Fabric-1601172978191.html?chatToken=TDFKeWNGRlPkWFZTWmtkNFRYRnZjVWxhVTBsU2RVcHNkRVpKVTJsMIRteERiM0ZyWlhrM2VHMxhZeTkwTVVsb2RIQnFRMGxKTmtONE9GSIIWWFFyVGxNMlYwWnZWR1pYYUhkeVJuZHFSVEI0V0dKWVlrVjBSVkozY1dsVGNGbzRVbVZyYTNWcmRFUIFhRXQyTTJSTmVHTktVMWRGUjBKbFUwWktaRzF2VGtsQmVtSjRkRtVJTjNKWIRuazBWBVoZzW0xVFZ6UXlISGREZVhRMllybFNWVTVwTjFsUVFVbGpLM05qUFE9PSZ2ZXJzaW9uPTIuMC4w&encryptTargetLoginId=8pctgRBMALOKVDskAOuJOPs%2BxaFlmedu6wdkfYsa%2Bs4%3D>
- iContainers. (2025). *Obtener cotización - ocean fcl*. <https://my.icontainers.com/quotes/30e309b1-cc62-4c47-ba89-5042e5fdb16b>
- INEGI. (2024). *Venta al público y producción de vehículos ligeros por marca, modelo, segmento y país de origen*. https://www.inegi.org.mx/app/tabulados/interactivos/?px=RAIAVL_8_9&bd=RAIAVL
- INEGI. (2024). *Registro administrativo de la industria automotriz de vehículos ligeros*. https://www.inegi.org.mx/datosprimarios/iavl/#datos_abiertos

- ITC. (2023). *Perspectivas para una diversificación de países proveedores para un producto importado por México en 2023 producto: 7007 vidrio de seguridad constituido por vidrio templado o contrachapado (exc. vidrieras aislantes de paredes múltiples y cristales para reloj y para gafas).* Trade Map. https://www.trademap.org/Country_SelProductCountry_Graph.aspx?nvpm=3%7c484%7c%7c%7c%7c7007%7c%7c%7c4%7c1%7c1%7c1%7c1%7c1%7c1%7c2%7c1%7c1%7c2
- ITC. (2023). *Trade map - prospects for diversification of suppliers for a product imported by méxico in 2023 | product: 5704 alfombras y demás revestimientos para el suelo, de fieltro, distintos de los de pelo insertado y los flocados, Aunque Estén Confeccionados.* International Trade Centre. https://www.trademap.org/Country_SelProductCountry_Graph.aspx?nvpm=3%7c484%7c%7c%7c%7c5704%7c%7c%7c4%7c1%7c1%7c1%7c1%7c1%7c1%7c2%7c1%7c1%7c2
- Liang, Z. (2025). Zhengzhou Allraise Company Ltd. *Máquina automática de serigrafía de vidrio para exteriores, impresora de vidrio para ventana de coche, máquina de serigrafía plana de vidrio arquitectónico.* <https://spanish.alibaba.com/product-detail/Automatic-Outdoor-Glass-Screen-Printing-Machine-1601384851866.html?chatToken=TDFKeWNGRIpkWFZTWmtkNFRYRnZjVWxhVTBsU2RVcHNkRVpKVTJsMIRteERiM0ZyWlhrM2VHMxhZeTkWTVVsb2RIQnFRMGxKTmtONE9GSIIWWFFyVG1Kd1ZIQlphWFowSzFocU1tVk5lbmszTkV0MGNuQIIIPRGQ0VGtKeINhCGLIUMnd6TVZjNVowVIIWRkEwYjNKWFVtUk5kbbkJWTWRaaU1qSjVkv0ZZUvhoa1JXODRZVlp4YTJZeVVqVllkMlo2YUd0cU5HZENOMjg0SzNSMmVrUjRaRXBtWWpKWGNXbHdOVUZCUFE9PSZ2ZXJzaW9uPTIuMC4w&encryptTargetLoginId=8pctgRBMALMxsKb6H98Uy3rVd%2BCmLnh66wdkfySa%2Bs4%3D>
- Liao, V. (2025). Shenzhen Powerstar Industry Limited Company. *Fabricante de moldes para interiores de automóviles, moldes oem para revestimiento de techo/alfombras/cubiertas de maletero.* spanish.alibaba.com. <https://spanish.alibaba.com/product-detail/Automotive-interior-mold-manufacturer-OEM-headliner-1600991875557.html?chatToken=TDFKeWNGRIpkWFZTWmtkNFRYRnZjVWxhVTBsU2RVcHNkRVpKVTJsMIRteERiM0ZyWlhrM2VHMxhZeTkWTVVsb2RIQnFRMGxKTmtONE9GSIIWWFFyVG10Tk56ZExhQ3MyUmtkWWkySIFTVE5oVkrSUGNIUk5OR1JQWIRkaJ5OUJObVZ2V0ZSTU4wbDRiamRKUkRkSFNXUkVaV05zVkhoSVRU SmpPVzZT1dzldFeDBNREY1WTFKbU5EQnBVeko2YjBGWVGJVMXJWRFJxVmxsdmVURnVXRkU1TW5WRGFtdDBTRkF3UFE9PSZ2ZXJzaW9uPTIuMC4w&encryptTargetLoginId=8pctgRBMALoJji27c%2BiB2aH6qxBIItl56wdkfySa%2Bs4%3D>
- Liao, V. (2025). Shenzhen Powerstar Industry Limited Company. *Tela no tejida perforada con aguja de poliéster 100% de alta calidad, tela para interior de coche, tela para alfombra.* spanish.alibaba.com. <https://spanish.alibaba.com/product-detail/high-quality-100-Polyester-needle-punched-1600887821166.html?chatToken=TDFKeWNGRIpkWFZTWmtkNFRYRnZjVWxhVTBsU2RVcHNkRVpKVTJsMIRteERiM0ZyWlhrM2VHMxhZeTkWTVVsb2RIQnFRMGxKTmtONE9GSIIWWFFyVGpod05IaFdlbHBqT0dreVN6aHBVbUoyT0ZGdlEzRXIOMDR5YWxoNIZHSmpXbTl6VVc1aVIYcE5kRmh1ZUVSWVpuQTNaQzIUTVUxTVZsaHITakJpWW1OTmEzSIFOMmswUlhGTIVXZFRVM0psU2pOTVIXMDVirkJLVjBGMU4zWINiQzI4WW14MIZtMTZSQzIKUFE9PSZ2ZXJzaW9uPTIuMC4w&encryptTargetLoginId=8pctgRBMALOu2BwsjJnecV4TNWVRg0AA6wdkfySa%2Bs4%3D>

- Lins Machinery. (2020). *Semi-auto vacuum forming machine acf-710. semi-auto vacuum forming machine acf-710*. <https://www.linsmachinery.com/vacuum-forming-machine/semi-auto-vacuum-forming-machine-acf-710.html>
- Liu, S. (2025). Hebei Shuiyuan Trading Co., Ltd. *Full steel 3d car mat vacuum machine mold for special car mat*. spanish.alibaba.com. <https://spanish.alibaba.com/product-detail/Full-Steel-3D-Car-Mat-Vacuum-62167519884.html?chatToken=TDFKeWNGRlPkWFZTWmtkNFRYRnZjVWxhVTBsU2RVcHNkRVpKVTJsMIRteERiM0ZyWlhrM2VHMxhZeTkWTVVsb2RIQnFRMGxKTmtONE9GSllWWFFyVGtKM1dYVnNkaXM0UmpScGJsSTVTRII1UzJkV2IyMVJXVEpaU2pVNVNhcGFWR1JTUlhSdmRGcEIVMGRZTDBkWWptOHpSbmREWkhwaGRqaDRlR1I2VUVOTGRVNUVWVGnyTmtSamNIZFpSVWHzWTFKSU5XMUjMUZLUjNwSlZlQkdTamxpT1RsVFMxQnVRa1ZKUFE9PSZ2ZXJzaW9uPTIuMC4w&encryptTargetLoginId=8pctgRBMALPPFaxsVfYRrYpyC01d%2B7Ei6wdkFYsa%2Bs4%3D>
- MacNeil, D, F. (2015). *Thermoformed vehicle floor tray with treads*. (Patente No: US 9,067,511 B2). Oficina de patentes. <https://patentimages.storage.googleapis.com/62/b4/1a/f28f3446dcab4e/US9067511.pdf>
- MacNeil, D, F. (2015). *Thermoformed vehicle floor tray with treads*. (Patente No: US 9,067,511 B2). Oficina de patentes. <https://patentimages.storage.googleapis.com/62/b4/1a/f28f3446dcab4e/US9067511.pdf>
- MCD. (2022). *Código de trabajo*. decreto número 1441. Artículo 116 al 121. pp. 1127 - 1128. <https://mcd.gob.gt/wp-content/uploads/2013/07/codigo-de-trabajo.pdf>
- Mendoza, J. (2021). *The effects of agglomeration on the growth of the Mexican automobile assembly and auto parts subsectors*. Vol 66, p. 1-26. <https://web.p.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=4&sid=406d523b-fdcc-4393-98e0-9ff11ad2c5ae%40redis>
- México Industry. (2023). *La industria automotriz en México: Plantas armadoras de vehículos y su distribución estratégica*. <https://mexicoindustry.com/noticia/la-industria-automotriz-en-mexico-plantas-armadoras-de-vehiculos-y-su-distribucion-estrategica>
- Min, K. (2025). Wuxi Kelai Nc Machine Tool Co., Ltd. *Customized hydraulic press thermoforming machine hydraulic workshop press 4 post hydraulic press press*. www.alibaba.com. <https://spanish.alibaba.com/product-detail/Customized-Hydraulic-Press-Thermoforming-Machine-Hydraulic-1600197802566.html?chatToken=TDFKeWNGRlPkWFZTWmtkNFRYRnZjVWxhVTBsU2RVcHNkRVpKVTJsMIRteERiM0ZyWlhrM2VHMxhZeTkWTVVsb2RIQnFRMGxKTmtONE9GSllWWFFyVGxZcllWTXpNbTlhWjBkeVRVVjVSVGxoT1Vkb1JXZDFaMIZ2VDFOWE4wZG1XVXBoWW1NMVoydHJXbUI2T1ZFeU0xTTBUbU5YTHpSR2RVRjJjelpsYld4UIRHOXpOMGRTV2tKbVZtUnlWR2xuZVZFclZuTllkVVZ1SzNNeFfUQmKhV3REZEU5bFFrUklibnBKUFE9PSZ2ZXJzaW9uPTIuMC4w&encryptTargetLoginId=8pctgRBMALMSHBIIO%2BJPnslq4e%2F1R3PK6wdkFYsa%2Bs4%3D>
- MINECO. (2024). *Arancel centroamericano de importación*. Comercio E Inversión Guate. <https://comercioe inversionguate.gob.gt/media/uploads/2024/01/24/sac-enero-2024-mineco.pdf>
- MINTRAB. (2003). *Código de Trabajo. Jornadas de trabajo*. Artículo 127 y 130. <https://www.icnl.org/wp-content/uploads/codtrabajo.pdf>
- MINTRAB. (2025). *Salario mínimo*. Ministerio de Trabajo y Prevención Social. <https://www.mintrabajo.gob.gt/minimum-wage>

- Montoya, M. (2022). *El proceso clave de nuevas autopartes*. Metalmecánica. Vol. 27. ed. 3. Norteamérica requiere más de 3,000 tier 2. https://issuu.com/axiomapruebas/docs/mm_27-3-digital
- Niebel, B. W., & Freivalds, A. (2009). *Ingeniería industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo. Sistemas de tiempos predeterminados*. pag 403 – 440. (12.a ed., Vol. 23) [Pdf]. McGrawHill.
- OED. (2025). Oxford English Dictionary. <https://www.oed.com/>
- OICA. (2023). 2023 *Production statistics*. <https://www.oica.net/category/production-statistics/2023-statistics/>
- Ortiz, S., Prudencio, J. (2022). *China's Foreign Direct Investment in Mexico's Auto PartsAutomotive Industry: Based on the Minth Group Case Study*. Vol. 2, p. 1-27. <https://web.p.ebscohost.com/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=2&sid=406d523b-fdcc-4393-98e0-9ff11ad2c5ae%40redis>
- Ortuño, D. (2021). *GUATEMALA: Disponibilidad de agua potable se reduce en la región metropolitana*. Aladyr. <https://aladyr.net/guatemala-disponibilidad-de-agua-potable-se-reduce-en-la-region-metropolitana/#:~:text=Seg%C3%BAAn%20datos%20de%20la%20Empresa,208%20litros%20diarios%20por%20persona>.
- Ren, A. (2025). Shandong eworld machine co., ltd. *Glass cutting machine for laminated glass automatic laminated glass cutting machine*. Alibaba https://www.alibaba.com/product-detail/Glass-Cutting-Machine-for-laminated-%20glass_1601053611344.html?spm=a2700.galleryofferlist.topad_classic.d_image.430813a0T%20HDBh3
- Rivas, J. (2024). *Asuetos y feriados en Guatemala para el 2024*. Agencia Guatemalteca de Noticias - AGN. <https://agn.gt/asuetos-y-feriados-en-guatemala-para-el-2024/>
- Roca, R. (2025). Embapaq Movers. *Embalajes industriales*. <https://www.embapaq.com.gt/packing.view.php>
- Santec Exim Pvt Ltd. (2018). *Hydraulic press for head liner / roof liner / hood / carpet forming & trimming - 250 tons* [video]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=LFStvS1AQxs>
- Seir. (2025). *Ventosa de plástico para vidrio 2 copas de succión*. Pretul <https://seir.com.gt/producto/ventosa-de-plastico-para-vidrio-2-copas-de-succion-pretul/>
- Slim, C. (2019). *Cálculo de la TMAR*. Fundación Carlos Slim. <https://capacitateparaempleo.org/assets/4eqz4uo.pdf>
- Song, C. (2025). Shanghai Saferlifts Machinery Co., Ltd. *Montacargas diésel Safer Brand de 2 toneladas, 2,5 toneladas, 3 toneladas, 3,5 toneladas, 5 toneladas y 10 toneladas con motor japonés en venta*. <https://spanish.alibaba.com/product-detail/Safer-Brand-Diesel-Forklifts-2-ton-1600930756960.html?chatToken=TDFKeWNGRlpkWFZTWmtkNFRYRnZjVWxhVTBsU2RVcHNkRvPpKVTJsMIRteERiM0ZyWlhrM2VHMxhZeTkWTVVsb2RIQnFRMGxKTmtONE9GSIIWWFFyVG5kV05tRkNSMjVhYkc1bVIWZDFUVTlyZDFSR1VGZ3hTVTVRY25CbFdGwkdVbG81VDNBM0wxQk1aV2hIU0U0ek1FNHZjbTF1U201QmRXcDZWMjgwTDJORWVFNTNZVUptWXk5NlFsbGpTbmNyTlcxU1FYVnhWR0k1T0VVckt5OUUpSMGR1UldsSWJubHRSM3BOUFE9PSZ2ZXJzaW9uPTIuMC4w&encryptTargetLoginId=8pctgrBMALOXp%2BN8qhlasdtNdK4kEjZ76wdkfYSa%2Bs4%3D>

- Song, A. (2025). Rizhao color glass machinery co., ltd. *Máquina de vidrio templado cnc automática, horno de flexión en caliente de vidrio, venta directa de fábrica de china*. <https://spanish.alibaba.com/product-detail/China-Factory-Direct-Sales-Automatic-CNC-60730917621.html?chatToken=TDFKeWNGRlPkWFZTWmtkNFRYRnZjVWxhVTBsU2RVcHNkRVpKVTJsMIRteERiM0ZyWlhrM2VHMxhZeTkWTVVsb2RIQnFRMGxKTmtONE9GSIIWWFFyVGtSb1dtMHJSazVQVFc1QmJuVk5kMHB5TkdaMINESkpRVzg1YjNaTkwwMVdTamxvUW01M1IXdDNTRFZhYjFKVIRscDRNV3hIVGtSUIRVRktWV1p1VEZsSlRsYzJVRnBYUTFSbVIUbFVNblk1YWtKR1RURIJQVDA9JnZlcnNpb249Mi4wLjA%3D&encryptTargetLoginId=8pctgRBMALPwjRarGoos8EGW1NeY%2FEdz6wdkfYsa%2Bs4%3D>
- Swadmin. (2024). Sistema rack picking | *Sistemas De Almacenaje*. Logimerk. <https://logimerk.com.gt/sistema-de-almacenamiento-picking/>
- Tang, M. (2025). Shanghai First Vacuum Machine Co., ltd. *Tpe maletero del coche de la máquina de formación al vacío*. www.alibaba.com. <https://spanish.alibaba.com/product-detail/TPE-Car-Trunk-Mat-Vacuum-Forming-60782089938.html?chatToken=dTVOQ0IHSDbGNnNIYWVvKZGdQNnBUSXMzTkVRYNJNFICT2d6YnVrQk9WVzlnUFRDwmdvS0QzaEJqU0kybzlmWURta0hINIV2OCtsRIN2eWd6NHEycTFsUXBGY25MRWlhb210cE1MWlpFVnM9JnZlcnNpb249MS4wLjA%3D&encryptTargetLoginId=8pctgRBMALO8bFls%2FTzmNOsHZH2EmvrO>
- UN. (2024). *Registro de importaciones de México para la partida arancelaria 7007 en el año 2024*. *United Nations Comtrade Database*. <https://comtradeplus.un.org/TradeFlow?Frequency=A&Flows=M&CommodityCodes=7007&Partners=484&Reporters=all&period=2024&AggregateBy=none&BreakdownMode=plus>
- Wang, J. (2025). Fenghui Metalwork (shanghai) Co., Ltd. *A frame rack for storage and display transport racks glass trolley mobile workshop rack*. spanish.alibaba.com. <https://spanish.alibaba.com/product-detail/A-Frame-Rack-for-Storage-and-1600197104974.html?chatToken=TDFKeWNGRlPkWFZTWmtkNFRYRnZjVWxhVTBsU2RVcHNkRVpKVTJsMIRteERiM0ZyWlhrM2VHMxhZeTkWTVVsb2RIQnFRMGxKTmtONE9GSIIWWFFyVGpoU1FtUnFlbUI5VWpoRmVtMVNUMIZMY1c5bFRucHJPVTIEVIVoRVRYQTVUMlZRvVjM2VFdHNVazVWV1dWVmExRktkRzFXtNpRMWJUSXITMWN4YjFWa1IzVklTMlZoT0hNclowdDRVMWxYU0hNNU1rZGpRM0F4ZUNzeU4xRlpaalZwWjFjMGVvVW1VjMU0wUFE9PSZ2ZXJzaW9uPTIuMC4w&encryptTargetLoginId=8pctgRBMALNgC%2B07liGGkWxTUovedc%2Ffc6wdkfYsa%2Bs4%3D>
- Wang, S. (2025). Fangding Technology Co., Ltd. Fangding. *Pvb/eva/sgp película máquina de laminación de vidrio y horno de vidrio laminado*. www.alibaba.com. <https://spanish.alibaba.com/product-detail/Fangding-PVB-EVA-SGP-Film-Glass-60699834810.html?chatToken=TDFKeWNGRlPkWFZTWmtkNFRYRnZjVWxhVTBsU2RVcHNkRVpKVTJsMIRteERiM0ZyWlhrM2VHMxhZeTkWTVVsb2RIQnFRMGxKTmtONE9GSIIWWFFyVG1KT1MwVmhmRMFV3Wm1OU04wUTFjMnRPTUUXWFVGaFlja1ppYUM4dk0wNXpaMmhVYTBKTFNYWkpWa3BGWmlzNWRyYbFZVM2RTYUhsSk1uUnRaRVpvZWpFNVNVdzVZbE5TVmxObmFuQlNiRTIvWWxSc0sxcE5NbVoYwkdwcVltNUxUV2xcUTFSWGJ6Tk1TMkk0UFE9PSZ2ZXJzaW9uPTIuMC4w&encryptTargetLoginId=8pctgRBMALMLdMY0VVy5pYTq11%2B03zcF6wdkfYsa%2Bs4%3D>

- WareHouseRack GT. (2025). *Carritos para bodega* – <https://warehouseack.gt/producto/carritos-para-bodega/>
- Xu, J. (2025). Polyreflex Hi-Tech Co., Ltd. *Hoja de tpe tpo de poliolefina termoplástica para alfombrillas de coche de termoformado.* spanish.alibaba.com. <https://spanish.alibaba.com/product-detail/Thermoplastic-Polyolefin-TPE-TPO-Sheet-for-1600730611409.html?chatToken=TDFKeWNGRIpkWFZTWmtkNFRYRnZjVWxhVTBsU2RVcHNkRVpKVTJsMIRteERiM0ZyWlhrM2VHMxhZeTkWTVVSB2RIQnFRMGxKTmtONE9GSIIWFFyVGpZMk1uWXhXRzlaZW1od1ozSIFXRTEwWjFWcFdWQkpNazVYY0U5TFZtcFBSRTA0YjFaQ2NFUIlNMXB2WIVrNWVfVXdaR1Z2TDJSM2EwSjRVMnRzYlU1VVSldVbVZ2VGxwcVpERkdja0V3TmptjdllyQnJabVJSVUU1eFRHNUdlbmRtTTBKb2JrcDJWbVE0UFE9PSZ2ZXJzaW9uPTIuMC4w&encryptTargetLoginId=8pctgRBMALPFs7oGb%2BeZpGWm9yr%2FdJ8q6wdkfYSa%2Bs4%3D>
- Yekimov S., Tsyna A., Tytarenko V., Kulyk E., Vazhenina I. y Kluger V. (2023). *The method of the business game in the training of specialists for the automotive industry.* Vol. 389, p. 1-5. https://www.e3sconferences.org/articles/e3sconf/abs/2023/26/e3sconf_uesf2023_09004/e3sconf_uesf2023_09004.html

11.1. Cotizaciones

Figura 23. Cotización de cortadora de vidrio

Semi-automatic Laminated Glass Cutting Machine

Model: SWD-2620

Price US\$12000 FOB Qingdao

Max. glass cutting size	2440×1830 (mm)
Min. glass cutting size	100×100 (mm)
Cutting glass thickness	3mm+0.38+3mm----10mm+1.14+10mm (laminated glass)
Cutting efficiency	3-4 minutes/big piece
Cutting Error (parallel)	≤±0.5mm
Diagonal Error	≤±1mm/m
Cutter life	30000-50000 meters
Machine outline dimension	3700*2600*1300mm
Packing size	3700*2150*1300mm
Weight	1000kg
Workers	1-2 person
Power supply	3ph 380v, 50hz/220v. 60hz/415v,50hz
Power	16.1kw 1pcs motor: stepping motor,1.1kw 2pcsblower: 1.5kw/pcs 4pcs hotting tube(infrared lamp):3kw/pcs
PLC	DELTA,TAIWAN,CHINA

Fuente: A. Ren, 2025.

Figura 24. Cotización de máquina de biselado de vidrio

JINAN TRUEPRO CNC MACHINE CO.,LTD					
Add:Jingshi Road, Jinan, Shandong, China 250023 Tel: +86-531-87978823 Fax:+86-531- 87978823 Email:sales07@truetecmachine.com Mobile:0086 15254161013					
Quotation sheet					
ITEM	COMMODITY&DESCRIPTION	MODEL NO.	UNIT PRICE(USD) FOB Qingdao	QTY	TOTAL AMOUNT
1	Glass shape and beveling machine	ZDYM1320	4000	1	4000
TOTAL AMOUNT (USD) FOB SHENZHEN					4000
PAYMENT TERMS:T/T 30%ADVANCE,70% BEFORE SHIPMENT DELIVERY TIME:15DAYS AFTER RECEIVE THE ADVANCE PAYMENT PORT OF SHIPMENT: SHENZHEN PORT,CHINA WARRANTY:12 MONTHS THIS OFFER IS VALID BEFORE MAR. 17TH, 2025					
2.Feature and function		3.Technical parameters			
ZDYM1320 glass shape and beveling machine is suitable for processing perimeter and bevel edges of round and oval shaped glass. It uses satellite wheel for rotation, the wheel rotation speed can be adjusted during work. This machine can also be used for semi-auto grinding of simple special shaped glass. When grinding peripheral edges, it can use three grinding wheels for coarse and fine grinding and polishing. When grinding bevel edges, it can use a bowl shaped grinding wheel, the grinding head can be tilted back, and the bevel angle can be adjusted for end face grinding.		Model	ZDYM1320		
		Input power	2.6kw		
		Angle	0-15°		
		Speed	0.5-2.5r/min		
		Glass thickness	3-30mm		
		Glass size	130-2100mm		
		Overall dimension	1500*1500*1700mm		
		Weight	1000KGS		

Fuente: G. Dong, 2025.

Figura 25. Cotización de lavadora y secadora de vidrio

Machine Price and details

ITEM	COMMODITY NAME	QUANTITY	AMOUNT (EXW)	AMOUNT (USD)
1	BXGW1200 Horizontal Glass Washing and Drying Machine	1 set	1580	1580.00
Plywood box package costs				168.00
Parameter				
Input Voltage	380V 50Hz /3P or As Customer need			
Input Power	7.5Kw			
Work speed	0-3.0m/min			
Max. glass size	1200*2500mm			

Fuente: A. Hu, 2025.

Figura 26. Cotización de maquina impresora de fritas

I . Glass belt screen printing machine



Machine Name	Model	Unit	Quantity	Unit price	FOB price
Glass belt screen printing machine	TY-GL80150A	Set	1	\$25714	\$25714
Total Price					\$25714
Payment terms: 30% deposit in advance, delivery after payment of the balance.					
Delivery time: Delivery within 12-15 working days after paying balance.					
After-sales service: online technical support					
Warranty period:					
1). The warranty of machine is 1 year.					
2). If any part is broken during warranty period due to quality problem, we will provide this part for free. (except consumables parts)					
3). We provide lifelong technical support by e-mail, chatting tools, video call etc.					

Fuente: Z. Liang, 2025.


Figura 27. Cotización de horno de curvado de vidrio

LDRW-S16(1500*800mm): Fobqingdao 118000.00\$ 180pcs/8hrs
Out dimension:16000x3500x2750 460kw

Regular Model No.	Outer Dimension (mm)	Glass Size (mm)	Productivity (Pcs/8hrs)	Conveying Motor (kw)	Installed Power (kw)	Working Temp. (°C)	Max Arc Depth
LDRW10	10500x3500x2750	2500x1500	24	2.2	300	600-650	400
LDRW12	12000x3500x2750	2500x1500	36	2.2	360	600-650	400
LDRW16	16000x3500x2750	2500x1500	60	2.2	420	600-650	400
LDRW18	13890x3480x2980	2500x1300	160	2.2	520	600-650	400
LDRW22	29000x2900x2750	2500x1200	160	2.2	620	600-650	400



Fuente: A. Song, 2025.

Figura 28. Cotización de horno de laminado de vidrio

Name		Model	Quantity	Total Amount (FOB QINGDAO)
LAMINATED GLASS MACHINE		FD-J-2-2 2000*3000*2layers	1 SET	21000USD
Total	21000USD			
Terms of payment: Telegraphic Transfer (T/T) 30% of the total amount should be paid by T/T before start production. 70% of the total amount should be paid before shipment by T/T.				
FD-J-2-2				
Processing glass size		2000mm x 3000mm x 2 layers		
Total Power		33 kw		
Net Weight		2200 kgs		
Outside Dimension		2600mm x 4000 mm x 1150 mm		
Floor space		3700mm x 9000mm		
Production capacity		36 square meter in 90 minutes		

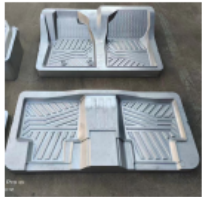
Fuente: S. Wang, 2025.

Figura 29. Cotización de máquina de termoformado para alfombras

Quotation Sheet				
Buyer: Autopartes		Date		Feb. 26th, 2025
Add.: Guatemala		Price Terms		FOB Shanghai, China
Description of Goods	Machine Reference Photo	Unit Price	Qty.	Main Technical Specs.
Car Mat Vacuum Forming Machine ACF-710		US\$40,000	1 set	Max forming area: 1300×1600 mm Forming height: 300 mm Max power consumption: 80KW One side heating from top by far infrared ceramic heating bricks. CE verification. Formed roll sheet moves smoothly to cutting station DELTA PLC & Touch screen DELTA Servo motor
Car Mat Vacuum Forming Mold		US\$1,000	1 pc	To be designed as per 3D drawings or given samples. Complete set of car mat consists of 3 compartment, i.e., frontleft mat, frontright mat & rear mat. Thus, complete set of car mat mold cost is \$3900
Total Amount		US\$43,900		

Fuente: M. Tang, 2025.

Figura 30. Cotización de molde para proceso de termoformado de alfombras

Quotation						
Picture	Material	Use	Size	Characteristics	FOB TIANJIN PORT	Note
	Aluminium 3D mold	Make 3D TPE foot pads	Custom	Each car has a matching mold.	USD 2400/SET	One set is three (Front row and back row.)

Fuente: S. Liu, 2025.

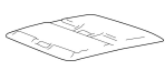
Figura 31. Cotización de prensa hidráulica de termoformado para revestimientos interiores

Quotation

No.	Product Description	Model	Qty.	Unit Price (USD)	Total Price (USD)	Note
1	"H" Frame servo hydraulic press	HPHS-200T	1 set	62,580.00	62,580.00	Including 1 set of Refrigerator
2		HPHS-2000T	1 set	500,000.00	500,000.00	
Specification		Unit	Parameter			
			HPHS-200T	HPHS-2000T		
Nominal force		KN	1000*2=2000		6600*3=1980	
Return force		KN	240*2=480		1000*3=3000	
Slide stroke		mm	900		1000	
Max opening height		mm	1400		1600	
Slide Speed	Idle stroke	mm/s	250		300	
	Pressing	mm/s	10-30		10-23	
	Return	mm/s	150		140	
Bolster	L-R	mm	2500		3000	
	F-B	mm	1500		2000	
Overall size	L-R	mm	4050		5200	
	F-B	mm	2200		3400	
	Height above floor	mm	5000		7800	
	Height below the ground level	mm	0		1000	
Servo motor power		KW	23		52*2=156	
Weight		T	22		180	

Fuente: K. Min, 2025.

Figura 32. Cotización de molde para proceso de termoformado para revestimientos interiores

Project Name: Audi Q5 2016		Incoterm: FOB SHANGHAI							
Item NO.		Name	Mold	Dimension	Color	Packaging specification	Forming Mold & Cutting Mold	Nest Cost	Total price (FOB SHANGHAI)
1		Headliner Mold	Audi Q5 2016	2083.01mm*1231.24mm	White	Mold: 2100 mm x 1280 mm x 380 mm, Approx. 2 tons Nest: 2100 mm x 1280 mm x 380 mm, Approx. 3.5 tons Total: Approx. 5.5 tons	US\$35,714	US\$8,571.00	US\$44,285.00

Fuente: V. Liao, 2025.

Figura 33. Cotización de tres montacargas de 5 toneladas



SHANGHAI SAFERLIFTS MACHINERY CO.,LTD

www.saferlifts.com Email:sales07@saferlifts.com phone:8618017609413

Add:NO.8139,Jinda Road,Fengxian district,Shanghai,China

PI

NO:11007202557

Date:2025.07.10

Buyer:Master Parts

Contact:Gabriel Martinez

Email:gabrielmp1301@gmail.com

Seller: cela

Contact:86 18017609413

Email: sales07@saferlifts.com

Company:Shanghai Saferlifts Machinery Co.,Ltd

NO	DESCRIPTION	QTY (SET)	UNIT (PRICE)	AMOUNT (USD)
FD50- diesel forklift	load capacity is 5 ton, lifting height 3 m, 2stage mast, Chinese famous Xinchai engine, fork length 1220mm, adjustable steering wheels and toyota seat with safety belt, pneumatic tire, manual transmission, shimazu pump, mirror top cover, maintenance tool. length 3.3m (without fork length), width 1.4m, height 2.2m, weight 7 tons. HS: 8427209000	3	13,280.00	39,840.00
TOTAL AMOUNT (FOB Shanghai PORT)		40-foot container trailer fee and port charges: 600USD		40,440.00

Fuente: C. Song, 2025.

Figura 34. Costo de recolección de basura durante tres meses en una vivienda habitada por cinco personas

Fecha 19/febrero/2025
 Número 0000000000017540217
 Importe Q263.25



Transportes OLGUITA
 2a. calle 1-44, Zona 5
 Fraijanes, Guatemala
 Tels.: 54776877 . 54932106

Recibí de: Casa# 80 Marías del sol
 La Cantidad de: Doscientos cincuenta y cinco Quetzales Exactos.-
 Corresponde al mes: Enero, febrero y marzo 2025
 No. De autorización: 27341890 Banco industrial


Fuente: Transportes Olguita.

Figura 35. Cotización de hojas de vidrio flotado

QUOTATION												
TO : Gabriel Martinez						DATE:	2025/07/11					
						TERMS:	FOB					
						PORT of Loading :	Hong Kong					
						PORT of Destination:						
FCL		6*20" GP										
DESCRIPTION	SIZE mm		PCS /CRATE	QTY(PCRATE)	QTY(PCS)	QTY(SQM)	FOB USD/SQM	TOTAL FOB	N.W (KGS)	G.W (KGS)	CMB	
2mm clear float glass	750	1440	261	28	7,308	7,309.08	2.28	\$16,664.70	37373	39501	28.84	
5mm clear float glass	680	870	204	29	5,914	3,498.72	4.14	\$14,484.70	41555	43759	32.03	
Total				57	13,222	10,807.80		\$ 31,149.40	78928	83260	60.87	

Fuente: K. Chen, 2025.

Figura 36. Cotización de película polivinilo butiral (PVB)

QUOTATION LIST								
								Date:11/07/2025
To: Autopartes								
NO.	Description of goods: PVB FILM	Picture	Width (mm)	Length (m)	Rolls	Sqm	FOB Qingdao (usd/sqm)	Amount (usd)
1	0.45mm Clear		1500	378	7.73	4383	1.84	8,064.72
Total					7.73	4383	/	8,064.72
1. Terms of payment:T/T. 40% in advance, balance 60% against BL copy 2. Shelf time:2 years. 3.Packing:wooden case. 4.Country of Origin:China								




Fuente: A. Hai, 2025.

Figura 37. Cotización de elastómeros termoplásticos (TPE)

Quotation Sheet							Dated: June 21, 2025	
Validity: July 26, 2025							From Jean Xu	
Model	Color	Length (m)	Width (m)	Thickness (mm)	Density (g/cm3)	Qty (pcs)	FOB Shenzhen Unit Price per roll in USD	Total Amount in USD
TPO sheet	Black	52.00	0.62	3	0.96	150.00	\$712.57	\$106,885.11

Fuente: J. Xu, 2025.

Figura 38. Cotización de tejido de techo de esponja

Project Name: Headliner Fabric								
Item No.	Name	Picture	Specification	Color	Quantity	Unit Price (FOB Shenzhen)	Total Amount (FOB Shenzhen)	Remark
1	Headliner Fabric		Thickness:3mm 1mm fabric with 2mm sponge	Black	138.63 rolls	US\$282.31/roll	US\$39,136.64	Including loss (cut into sheets, 1.24m * 2.1m /sheet) Total 56.7m long/roll(Packged in 27sheets/roll, 0.37m ² /roll, 32kg/roll)
2					138.63 rolls	US\$229.64/roll	US\$31,834.99	Do not include loss, do not cut into sheets(1.24m*56.7m/roll, 0.37m ² /roll, 32kg/roll)

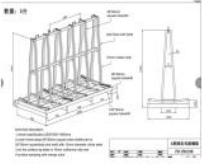
Fuente: V. Liao, 2025.

Figura 39. Cotización de tela no tejida de poliéster

Project Name: Audi		Incoterm: FOB TIANJIN						
Item NO.	Name	GSM	Dimension	Color	Packaging specification(Roll)	Quantity (Roll)	Price per roll (FOB TIANJIN)	Total price
1	Non-woven fabrics	250g/m ²	2mm*1.24m*56.70m	Black	Width: 1.24 m Length: 56.7 m Roll Diameter: 42 cm Volume per Roll: 0.15 m ³ Weight per Roll: 16.5 kg	184.41	US\$95.78	US\$17,662.79

Fuente: S. Huang, 2025.

Figura 40. Cotización de estanterías para vidrio

Pictures	Description	Size	Qty (set)	Unit price	Amount/\$
	<p>Double side glass transport rack 2500*1100*1900mm(no includes wheels' height)</p> <p>static load-2000kg dynamic load- 1000kg</p> <p>6pcs 6inch polyurethane iron core wheel</p>		124	518	64232
<p>Technical description</p> <p>1.whole sepcification:2500*1100*1900mm</p> <p>2.outer frame adopt 60*60*2.0mm square tube,middle part is 50*50*2.0mm squaretube and weld with 12mm diameter circlle steel.</p> <p>3.on the surface of alass is 10mm rubberson-slip mat</p> <p>4.surface spraying, the color can be optioanl</p>					
				FOB Shanghai	2143
				2*2ft container	
				Total amount	66375

Payment term:50% in advance and 50% before shipping

lead time:20 working days

Packing:pallets

Fuente: J. Wang, 2025.

Figura 41. Cotización de flete marítimo para la importación de maquinaria y materia prima como inversión inicial

iContainers		ID DE COTIZACIÓN DE FCL MARÍTIMO - 41304C80	
		ID DE TARIFA - C8BD710D	
Preparado para			
Autopartes GT		Fecha de emisión:	05/22/2025
		Válido hasta:	05/31/2025
gabrielmp1301@gmail.com			
+50242895627			
DETALLES DEL ENVÍO			
HKHKG Hong Kong Puerto de Origen		SHA Shanghai Hongqiao International Apt Transbordo	
		GTPRQ Puerto Quetzal Puerto de Destino	
Tipo de movimiento:	P2P	Tipo de cotización:	FCL
Transportista:	CMDU	Tiempo estimado de tránsito:	47 days
Tipo de mercancía:	Regular Cargo	Tipo de ruta:	INDIRECTO
CANTIDAD		TAMAÑO DEL CONTENEDOR	
3		20 pies	
10		40 pies	
Cantidad total: 11			
CARGOS DEL FLETE			
CARGO	NOTAS	MONEDA	PRECIO
Flete	7 detention and demurrage free days at origin, 7 storage free days at origin, 10 detention and demurrage free days at destination, 5 storage free days at destination	EUR	59405.63
Congestión / GRI / PSS		EUR	159.52
CARGOS DE DESTINO DEL PUERTO			
CARGO	NOTAS	MONEDA	PRECIO
Recargo seguridad		EUR	113.93
THC		EUR	1971.23
Recargo manipulación		EUR	1139.45
Vaciado de contenedores		EUR	43.82
RESUMEN:			
Cargos del flete	EUR 59,565.15	RESERVAR ESTA COTIZACIÓN EN LÍNEA	
Cargos de destino del puerto	EUR 3,268.43		
Total	EUR 62,833.58		

Fuente: iContainers, 2025.

Figura 42. Cotización de flete marítimo para la importación de materia prima cada 7 semanas

iContainers		ID DE COTIZACIÓN DE FCL MARÍTIMO - 5C77E910	
		ID DE TARIFA - A9D4F605	
Preparado para			
Autopartes GT		Fecha de emisión:	07/23/2025
gabrielmp1301@gmail.com		Válido hasta:	07/31/2025
+50242895627			
DETALLES DEL ENVÍO			
HKHKG Hong Kong Puerto de Origen	>	SHA Shanghai Hongqiao International Apt Transbordo	>
		GTPRQ Puerto Quetzal Puerto de Destino	
Tipo de movimiento:	P2P	Tipo de cotización:	FCL
Transportista:	CMDU	Tiempo estimado de tránsito:	47 days
Tipo de mercancía:	Regular Cargo	Tipo de ruta:	INDIRECTO
CANTIDAD		TAMAÑO DEL CONTENEDOR	
5		20 pies	
2		40 pies	
Cantidad total: 7			
CARGOS DEL FLETE			
CARGO	NOTAS	MONEDA	PRECIO
Flete	7 detention and demurrage free days at origin, 7 storage free days at origin, 10 detention and demurrage free days at destination, 5 storage free days at destination	EUR	30772.14
Congestión / GRI / PSS		EUR	85.57
CARGOS DE DESTINO DEL PUERTO			
CARGO	NOTAS	MONEDA	PRECIO
Recargo seguridad		EUR	61.12
THC		EUR	1057.42
Recargo manipulación		EUR	611.22
Vaciado de contenedores		EUR	43.66
RESUMEN:			
Cargos del flete	EUR 30,857.71		
Cargos de destino del puerto	EUR 1,773.42		
Total	EUR 32,631.13		

[RESERVAR ESTA COTIZACIÓN EN LÍNEA](#)

Fuente: iContainers, 2025.

Figura 43. Cotización de flete terrestre en territorio guatemalteco

CLIENTE		DATOS DE EMBARQUE	
Empresa :		Referencia :	
Atención a :	GABRIEL MARTÍNEZ	Origen :	PUERTO QUETZAL
Contacto :		Destino :	
Correo :	gabrielmp1301@gmail.com	Mercadería :	MERCADERIA GENERAL

OPCIÓN 1	OPCIÓN 2	OPCIÓN 3
<p>FLETE TERRESTRES CONTENEDOR DE 40 PIES DE 27.23 TONELADAS DE PUERTO QUETZAL A ALDEA LLANITOS MASAGUA ESCUINTLA Q3,525.00</p>	<p>FLETE TERRESTRES CONTENEDOR DE 20 PIES DE 24.39 TONELADAS DE PUERTO QUETZAL A ALDEA LLANITOS MASAGUA ESCUINTLA Q3,525.00</p>	<p>Q0.00</p>
<p>Total: Q3,525.00</p> <p>Días de Transito 1</p> <p>Validez al 15/4/2025</p> <p>Tasa de seguro al 0.75% (Mínimo \$80)</p>	<p>Total: Q3,525.00</p> <p>Días de Transito 1</p> <p>Validez al 15/4/2025</p> <p>Tasa de seguro al 0.75% (Mínimo \$80)</p>	<p>Total: Q0.00</p> <p>Días de Transito 1</p> <p>Validez al 15/4/2025</p> <p>Tasa de seguro al 0.75% (Mínimo \$80)</p>

TARIFA RECOMENDADA	
Incluye:	Servicio Integral All In \$

GERBER DAVID CASTRO SUMALE

EJECUTIVO DE VENTAS

Fuente: D. Castro, 2025.

Figura 44. Cotización de embalaje para autopartes



Guatemala 10 de abril de 2025

Master Parts, S.A.

Tel:

Correo:

Dirección: Km.76 carretera antigua al Puerto San José.

Es un gusto saludarles y desearles éxito en sus actividades.

Agradecemos su solicitud de cotización por fabricación de 5 cajas de madera.

Fecha: Pendiente.

Hora: Pendiente.

Costo es de: Q 16,031.00 precio ya incluye IVA.

Incluye lo siguiente:

Fabricación de 5 cajas de madera.

Costo detallado por cada caja de madera, medidas y pesos indicados para cada una de las cajas son las siguientes:

Caja No. 1) Q 2,375.00 (medidas 1.50 mts largo x 0.80 mts ancho x 1.05 mts alto, peso = 2,888.00 kilos)

Caja No. 2) Q 1,450.00 (medidas 0.90 mts largo x 0.70 mts ancho x 1.05 mts alto, peso = 1,533.00 kilos)

Caja No. 3) Q 2,950.00 (medidas 1.30 mts largo x 1.20 mts ancho x 1.05 mts alto, peso = 1,547.00 kilos)

Caja No. 4) Q 4,628.00 (medidas 2.10 mts largo x 1.30 mts ancho x 1.05 mts alto, peso = 311.95 kilos)

Caja No. 5) Q 4,628.00 (medidas 2.10 mts largo x 1.30 mts ancho x 1.05 mts alto, peso = 114.15 kilos)

Costo adicional por el transporte de las 5 cajas para entrega en Km.76 ruta antigua al Puerto San José es de: Q 1,900.00

Costo total = Q 17,931.00 Precio ya incluye IVA.

Las cajas de madera tendrán sellos de maga.

Las cajas se entregarán armadas (las paredes y el techo de las cajas van a ir atornilladas)

Fuente: R. Roca, 2025.

Figura 45. Cotización de flete marítimo para la exportación de autopartes hacia México

Quotation Document

HAPAG-LLOYD GUATEMALA S.A.
12 CALLE 2-25 ZONA 10, EDIFICIO AVIA , TORRE 3, NIVEL 11, OFICINA 1103,
01010 GUATEMALA CITY
GUATEMALA



May 7th 2025

Dear Gabriel Martinez,

Thank you for your recent enquiry. Hapag-Lloyd is pleased to make you the following offer, for which please find our rates and further details below.

Offer expires on: **June 5th 2025**

Our quotation is valid until the above mentioned offer expiry date. We reserve the right to review and re-quote, if we do not receive any booking, prior to above mentioned offer expiry date.

Freight Charges

Freight Charges	Curr.	20'STD	40'STD	40'HC
Ocean Freight	USD	1239	2029	2029

The Ocean Freight includes the following assessorial charges:
Sealing Charge At Origin

Surcharges

Unless otherwise specified, all rates are subject to all surcharges as they are valid at time of shipment. The currently applicable surcharges are:

Freight Surcharges	Curr.	20'STD	40'STD	40'HC
Marine Fuel Recovery	USD	150	300	300
Container Premium				
to be paid collect	USD	40	40	40
Carrier Security Fee	USD	15	15	15

Export Surcharges	Curr.	20'STD	40'STD	40'HC
Inspection Fee Origin				
to be paid prepaid	USD	34	34	34
Wharfage Origin	USD	89	89	89
Terminal Handling Charge Orig.				
to be paid prepaid	USD	150	150	150

Import Surcharges	Curr.	20'STD	40'STD	40'HC
Inspection Fee Destination				
to be paid collect	USD	29	29	29
Equipment Transfer Charge Dest				
to be paid collect	USD	30	30	30

Notes

Subject to Security Manifest Document Fee: USD 35 per Bill of Lading
Subject to Document Charge: USD 50 per Bill of Lading
Subject to B/L Fee: USD 44.64 per Bill of Lading
Subject to Cargo Release Fee: USD 60 per Bill of Lading

Quotation number

W250500144951

Service

1 of 1

Commodity

FAK

Valid from

07 May 25

Valid to

30 Jun 25

From

PUERTO QUETZAL, GT
PORT

To

LAZARO CARDENAS, MIC,
MX
PORT

via

MANZANILLO, COL (MX), MX

Estimated Transportation Days

8

For next sailings please check our Web Schedule

[Link To Web Schedule](#)

Quick links

[FAK Definition](#)

[Local Charges](#)

[Detention & Demurrage](#)

[Country Remarks](#)

Fuente: Hapag-Lloyd, 2025.

Figura 46. Cotización de flete terrestre en territorio mexicano para la exportación de autopartes hacia las plantas ensambladoras



No. Cotización:	NAC-1825
Cliente:	MASTER PARTS AUTOPARTS
Atención a:	
Fecha:	viernes, 8 de agosto de 2025

INFORMACIÓN GENERAL

Tipo de Servicio:	Servicio sencillo	Incoterms:	
Tiempo Estimado:		Origen:	LÁZARO CÁRDENAS
Tipo de Carga:	40 DC	Destino:	PUEBLA/ GUANAJUATO
Vigencia:	31 de agosto de 2025	Producto:	Carga general

COTIZACIÓN

No.	Concepto	QTY	Tarifa	SUBTOTAL	IVA	TOTAL
1	LÁZARO CÁRDENAS - PUEBLA	1	\$ 79,000.00	\$ 79,000.00	\$ 12,640.00	\$ 91,640.00
2	LÁZARO CÁRDENAS - GUANAJUATO	1	\$ 65,000.00	\$ 65,000.00	\$ 10,400.00	\$ 75,400.00

OTROS CARGOS

No.	Concepto	Tarifa	IVA	TOTAL	Comentarios
1	Seguro de mercancía	0.60%			

Fuente: ABL Group, 2025.

11.2. Evidencia fotográfica

Figura 47. Mediciones de revestimientos interiores de techo y suelo de Audi Q5 2016



Fuente: Elaboración propia.

11.3. Planos de planta de producción

Figura 48. Propuesta de planta de producción de autopartes

Imagen utilizada por cortesía de Autodesk AutoCAD 2025.

Tabla 88. Definiciones de términos utilizados en el estudio

Término	Definición
Incoterm	Una serie de términos comerciales internacionales de tres letras, publicados por la Cámara de Comercio Internacional (ICC), que estandarizan las responsabilidades, los costos y los riesgos de los compradores y vendedores en el comercio internacional.
OEM	La empresa que fabrica el producto original, o los componentes de un producto, los cuales son luego vendidos por otras compañías que los comercializan como productos de su propia marca.
Payback	El acto de recuperar el dinero invertido, o el tiempo que se requiere para recibir ese dinero.
Stakeholders	Persona o grupo que tiene un interés particular en el éxito de una organización o proyecto.
Tier	Una de varias capas o niveles, o una fila de elementos dispuestos uno encima del otro.

(OED, 2025).

Fuente: Elaboración propia.