

	UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA			
	<small>Documento</small>	<small>Código</small>	<small>Fecha</small>	<small>Revisión</small>
	FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO	F-AC-DBL-007	10-04-2012	A
	<small>Dependencia</small>	<small>Aprobado</small>		<small>Pág.</small>
DIVISIÓN DE BIBLIOTECA	SUBDIRECTOR ACADEMICO		1(164)	

RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

AUTORES	HAROLD ALONSO BALLESTEROS RUIZ		
FACULTAD	INGENIERÍAS		
PLAN DE ESTUDIOS	INGENIERÍA MECÁNICA		
DIRECTOR	M.Sc CAROLINA ABRIL CARRASCAL		
TÍTULO DE LA TESIS	ESTUDIO DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA EN MATERIALES AVANZADOS PARA LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ.		
RESUMEN			
<i>(70 palabras aproximadamente)</i>			
<p>SE REALIZA UN ESTUDIO DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA DE MATERIALES AVANZADOS EN EL SECTOR AUTOMOTRIZ QUE PUEDA SERVIR COMO BASE PARA LA TOMA DE DECISIONES Y ADEMÁS SIRVA COMO FUENTE DE INFORMACIÓN DE LOS ÚLTIMOS ADELANTOS EN EL ÁREA DE LOS MATERIALES. POR OTRO LADO, SE BUSCA PROVEER INFORMACIÓN DETALLADA COMO LO ES LA COMPOSICIÓN QUÍMICA, PROPIEDADES MECÁNICAS Y APLICACIONES DE LOS MATERIALES AVANZADOS EN EL SECTOR YA QUE ESTOS CONSTITUYEN UN FACTOR DETERMINANTE AL MOMENTO DE FABRICAR VEHÍCULOS LO SUFICIENTEMENTE SEGUROS Y EFICIENTES.</p>			
CARACTERÍSTICAS			
PÁGINAS:	PLANOS:	ILUSTRACIONES:	CD-ROM:

**ESTUDIO DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA EN MATERIALES AVANZADOS
PARA LA INDUSTRIA AUTOMOTRIZ.**

AUTOR

HAROLD ALONSO BALLESTEROS RUIZ

Trabajo de grado modalidad monografía presentado como requisito para obtener el título de
Ingeniero Mecánico

Director:

CAROLINA ABRIL CARRASCAL

Magíster en Gestión de Ciencia, Tecnología e Innovación

UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA

FACULTAD DE INGENIERÍAS

PLAN DE ESTUDIOS DE INGENIERÍA MECÁNICA

OCAÑA, COLOMBIA

2017

Índice

	Pág.
Introducción	18
Capítulo 1. Estudio de vigilancia tecnológica en materiales avanzados para la industria automotriz.....	19
1.1 Planteamiento del problema.....	19
1.2 Formulación del problema	19
1.3 Objetivos	19
1.3.1 Objetivo general.....	19
1.3.2 Objetivos específicos	20
1.4 Justificación.....	20
Capítulo 2. Marco teórico o referencial	21
2.1 Antecedentes	21
2.2 Bases teóricas	22
2.2.1 Vigilancia y estrategia empresarial.....	22
2.2.2 Resultados esperables para la empresa	24
2.2.3 La Vigilancia Tecnológica y otros conceptos relacionados.....	28
2.2.4 La vigilancia tecnológica: competitiva y prospectiva.....	30
2.3 Marco conceptual	31
2.3.1 Vigilancia tecnológica	31
2.3.2 Biela.....	32
2.3.3 Aleación.....	32

2.3.4 Polímero.....	33
2.3.5 Material compuesto.....	33
2.3.6 Resistencia a la tracción.....	34
2.3.7 Fatiga	35
2.3.8 Resistencia a la compresión.....	35
2.3.9 Dureza.....	36
2.3.10 Flexión.....	36
2.3.11 Fluencia	37
2.3.12 Tenacidad.....	37
2.3.13 Carrocería	38
2.4 Marco legal.....	38
2.4.1 Propiedad intelectual.....	38
Capítulo 3. Metodología de la investigación.....	48
Capítulo 4. Presentación de resultados.....	54
4.1 Metales y aleaciones	54
4.1.1 Aleación de titanio heat 5	54
4.1.2 Materiales avanzados de combustión interna (IC): hierro de grafito compacto (CGI).	55
4.1.3 Aleación de níquel-cromo NIMONIC® 80A	57
4.1.4 Aceros	58
4.1.5 Aleaciones de aluminio.....	73
4.1.6 Familia de Aleaciones de magnesio AZ.....	110
4.2 Polímeros y compuestos.....	114

4.2.1 Compuesto de fibra de carbono no tejido.....	114
4.2.2 Material termoplástico reforzado con relleno con muy buena resistencia al rayado y tacto suave.....	116
4.2.3 Aleación del copolímero de policarbonato-poliéster.....	117
4.2.4 Compuestos de polímero reforzados con fibra de grafito / carbono y carbono / carbono (CFRPs).....	119
4.2.5 Polímeros avanzados: poliamidas ultramid	122
4.2.6 Compuestos textiles	129
4.2.7 Novedoso ABS modificado (acrilonitrilo butadieno estireno).	131
4.2.8 Material de automoción con excelente flujo, alta rigidez, excelente ductilidad y CLTE bajo.	133
Conclusiones	136
Recomendaciones.....	138
Referencias	139
Anexos.....	144

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1. Comparación entre patente y secreto	47
Tabla 2. Planeación de la búsqueda de vigilancia tecnológica.	50
Tabla 3. Resultados de la búsqueda de la información estructurada de la vigilancia tecnológica.	51
Tabla 4. Propiedades mecánicas y composición química de la aleación de titanio heat 5.....	54
Tabla 5. Propiedades físicas y mecánicas de CGI (GJV).....	56
Tabla 6. Composición química de la aleación NIMONIC® 80A	57
Tabla 7. Propiedades físicas de la aleación NIMONIC® 80 ^a	57
Tabla 8. Propiedades mecánicas de la aleación NIMONIC® 80 ^a	58
Tabla 9. Proporciones típicas de diferentes fases en aceros avanzados de alta resistencia AHSS (el contenido de fase está en fracción de volumen).....	59
Tabla 10. Propiedades mecánicas requeridas de láminas de aceros HSLA laminadas en caliente y laminadas en frío.	63
Tabla 11. Aplicaciones de los aceros de alta resistencia de baja aleación	63
Tabla 12. Composición química (% en masa) de acero UFG-FC	64
Tabla 13. Propiedades mecánicas del acero UFG-FC.....	69
Tabla 14. Composición química de una lámina de aleación basada en Al-Mg-Sí.....	69
Tabla 15. Propiedades mecánicas Acero de 700 MPa de alta resistencia.	70
Tabla 16. Composiciones químicas del acero investigado (% Peso)	70
Tabla 17. Propiedades mecánicas aceros martensítico.....	71
Tabla 18. Composición química de una lámina de aleación basada en Al-Mg-Sí.....	71
Tabla 19. Propiedades mecánicas de una lámina de aleación basada en Al-Mg-Sí.....	72

Tabla 20. Propiedades químicas lámina de acero austenítico de hierro-carbono manganeso, expresadas en porcentaje en peso.....	72
Tabla 21. Propiedades mecánicas lámina de acero austenítico.....	73
Tabla 22. Composición química típica de las principales aleaciones AlMgSi para	74
Tabla 23. Propiedades mecánicas típicas de las aleaciones principales de AlMgSi.....	75
Tabla 24. Composición química Aleación de aluminio con micro aleación de tierras raras.....	75
Tabla 25. Composición química Propiedades mecánicas Aleación de aluminio de micro aleación de tierras raras.....	76
Tabla 26. Composición química Aleación de aluminio de micro aleación de tierras raras.....	76
Tabla 27. Ejemplo 1 Composiciones de la aleación.....	77
Tabla 28. Propiedades mecánicas.....	77
Tabla 29. Ejemplo 2 Composiciones de la aleación.....	78
Tabla 30. Propiedades mecánicas de las aleaciones del ejemplo 2.....	78
Tabla 31. Composición química de una lámina de aleación basada en Al-Mg-Sí.....	79
Tabla 32. Propiedades mecánicas aleación basada en Al-Mg-Sí.....	79
Tabla 33. Composición química de una aleación de aluminio que tiene excelente capacidad de maleabilidad	80
Tabla 34. Propiedades mecánicas aleación de aluminio que tiene excelente.....	81
Tabla 35. Composición química aleación de aluminio con adiciones de escandio, circonio y erbio	81
Tabla 36. Composición química de una lámina de aleación basada en Al-Mg-Sí. (% peso)	83
Tabla 37. Propiedades mecánicas (envejecido a 155°C por 15 horas).....	84
Tabla 38. Propiedades mecánicas (envejecido a 155°C por 30 horas).....	84

Tabla 39. Propiedades mecánicas (envejecido a 155°C por 60 horas).....	85
Tabla 40. Composición química aleación fundible de al-zn-mg-cu-zr	86
Tabla 41. Propiedades mecánicas aleación fundible de al-zn-mg-cu-zr	87
Tabla 42. Propiedades mecánicas aleación de aluminio de alta elasticidad que incluye compuesto de titanio.....	90
Tabla 43. Porcentaje de composición química de Silafont®-36.....	91
Tabla 44 . Porcentaje de composición química de Magsimal®-59.....	99
Tabla 45. Propiedades mecánicas de Magsimal®-59 en estado fundido, en función del grosor de pared	100
Tabla 46. Propiedades químicas de la aleación de AlSi no termotratable - Castasil®-37	105
Tabla 47. Nomenclatura para la Familia de Aleaciones de magnesio AZ	112
Tabla 48. Composición nominal de aleaciones de magnesio grupo	112
Tabla 49. Propiedades mecánicas típicas de las aleaciones de magnesio a temperatura ambiente	113
Tabla 50. Ventajas clave para propiedades mejoradas, diseño y fabricación con magnesio.	113
Tabla 51. Propiedades mecánicas Compuesto de fibra de carbono	116
Tabla 52. Composición material termoplástico reforzado.	117
Tabla 53. Propiedades mecánicas material termoplástico reforzado.	117
Tabla 54. Composición aleación del copolímero de policarbonato-poliéster.	119
Tabla 55. Propiedades mecánicas aleación del copolímero de policarbonato-poliéster.	119
Tabla 56. Propiedades mecánicas del material de fibra de vidrio de carbono.	121
Tabla 57. Propiedades mecánicas de un material compuesto de fibra de grafito y carbono.....	122
Tabla 58. Propiedades mecánicas de diferentes tipos de compuestos.....	130

Tabla 59. Propiedades mecánicas ABS modificado (acrilonitrilo butadieno estireno).....	132
Tabla 60. Composición del material de automoción con excelente flujo, alta rigidez, excelente ductilidad y CLTE bajo.	133
Tabla 61. Composición material de automoción con excelente flujo, alta rigidez, excelente ductilidad y CLTE bajo.	133

Lista de figuras

	Pág.
Figura 1. Documentos producidos por año.	52
Figura. 2 Documentos por afiliación.	52
Figura 3. Documentos producidos por país.	53
Figura 4. Documentos producidos por área.	53
Figura 5. Microestructura CGI que contiene 10% de modularidad	55
Figura 6. Micrografías SEM de grabado profundo que muestran la morfología de grafito similar al coral en3-D.	56
Figura 7. TRIP El bainita y la austenita retenida son fases adicionales en los aceros TRIP.	60
Figura 8. Propiedades mecánicas aceros TRIP.	60
Figura 9. Deformación verdadera aceros TRIP.	61
Figura 10. Temperatura Comportamiento de engrosamiento de granos de austenita en aceros que contienen varias adiciones de micro aleación.	61
Figura 11. Efecto de la temperatura de laminado de acabado y temperatura de bobinado sobre la uniformidad del tamaño de grano de ferrita en aceros HSLA.	62
Figura 12. Emisiones de CO2 con respecto al peso del vehículo.	64
Figura 13. Ilustración esquemática que describe las condiciones de fabricación del acero UFG-FC.	65
Figura 14. Micrografía óptica de la lámina laminada en caliente del acero UFG-FC. Observado desde TD.	65

Figura 15. Microestructura espécimen laminado, recocidos y laminación en frío, (b), (e), (h), Especímenes recocidos a 650 ° C después del laminado en frío. Las reducciones de laminación en frío son (a), (b), (c), 85%, (d), (e), (f), 91% y (g), (h), (i), 94%. Observado desde TD	66
Figura 16. Curvas de esfuerzo-deformación nominal de las muestras de acero UFG-FC 91% laminadas en frío y recocidas a 620°C.....	67
Figura 17. Curvas de esfuerzo-deformación nominal de las muestras de acero UFG-FC 91% laminadas en frío y recocidas a 635°C.....	67
Figura 18. Curvas de esfuerzo-deformación nominal de las muestras de acero UFG-FC 91% laminadas en frío y recocidas a 670°C.....	68
Figura 19. Curvas de esfuerzo-deformación nominal de las muestras de acero UFG-FC 91% laminadas en frío y recocidas a 700°C.....	68
Figura 20. Análisis térmico de una aleación de aluminio que tiene excelente capacidad de maleabilidad y propiedades de endurecimiento.	80
Figura 21. Composición química en porcentaje de peso aleación fundible de al-zn-mg-cu-zr.	86
Figura 22. Propiedades mecánicas por porcentaje de Cu.....	88
Figura 23. Vista microscópica de una aleación de aluminio de acuerdo con una realización ejemplar de la presente invención en la que se incluyen simultáneamente fases Al ₃ Ti y TiB ₂	90
Figura 24. Rendimiento y elongación de Silafont®-36, según diferentes contenidos de magnesio y tratamientos térmicos.	92
Figura 25. Ensayos de tracción dinámica versus estática para Silafont®-36 en el estado T7.	92
Figura 26. Nodos fundidos de alta presión del pilar A en el primer ASF del Audi A8.	94
Figura 27. Bancada con filtro integrado para un SUV.....	94
Figura 28. Marcos de la tapa trasera.	95

Figura 29. Montaje integral del motor de un automóvil de clase media.	95
Figura 30. Panel de la puerta lateral de un BMW Z8.....	96
Figura 31. Montaje del motor de un automóvil BMW de clase alta.	96
Figura 32. Nodos fundidos para la puerta lateral para el Audi A4.....	97
Figura 33. Carcasa para amortiguadores de vibraciones.....	97
Figura 34. Amortiguador ensamblado: Silafont-36 con 0.16 Mg	98
Figura 35. Sección transversal de la "corona" brida del amortiguador de vibraciones.....	98
Figura 36. Microestructura de Magsimal®-59- comparado a una aleación común AlMg5Si2Mn.	99
Figura 37. Microestructura de Magsimal®-59- La morfología diferente de eutéctica es la característica principal para la superior elongación y resistencia a la fatiga.	100
Figura 38. Curva de esfuerzo-deformación de Magsimal®-59, en estado fundido para una muestra de 3 mm de espesor de pared.....	101
Figura 39. Curva de Wöhler para Magsimal®-59.....	101
Figura 40. Paneles para interiores de puertas de un SUV.	102
Figura 41. Marco de la puerta.	102
Figura 42. Travesaño integral para BMW Allroad, series 5, 6 y 7.	103
Figura 43. Caja de cambios del Mercedes S-Class.	103
Figura 44. Volante del VW Beetle.....	104
Figura 45. Soporte de suspensión para SUVs.	104
Figura 46. Microestructura de Castasil®-37 Comparado con uno de Silafont®-36.....	105
Figura 47. Microestructura de Castasil®-37 en estado fundido, muestra de 3 mm de espesor de pared.....	106

Figura 48. Las propiedades mecánicas de Castasil®-37 en el temple F y para diferentes estados tratados térmicamente.	106
Figura 49. Ensayos de tracción dinámicos frente a estáticos para Castasil®-37 en estado fundido.	107
Figura 50. Nodos del Lamborghini Gallardo Spyder.	108
Figura 51. Bisagras y cerrojos de paneles para puertas del Jaguar XK.	108
Figura 52. Conector trasero para miembro del marco de la solera para el Audi A8.	109
Figura 53. Travesaño delantero del Audi R8.	109
Figura 54. Palancas plegables RHT de la VW EOS.	110
Figura 55. Biela de polímero reforzado con fibra de carbono de motor R4 (82/71).	120
Figura 56. Módulo de tracción de Ultramid® A3K y A3EG10 en función de la temperatura y la humedad.	124
Figura 57. Resistencia a la tracción (resistencia a la tracción en el caso de calidades reforzadas) para los grados Ultramid® seleccionados a 23 ° C en estado seco (ISO 527).	125
Figura 58. Resistencia a la tracción (límite de elasticidad en el caso de grados no reforzados) para Ultramid® en función del contenido de humedad a 23 ° C (ISO 527).	125
Figura 59. Módulo de elasticidad para los grados Ultramid® seleccionados a 23 ° C en estado seco (ISO 527).	126
Figura 60. Módulo de corte de los grados Ultramid® A en función de la temperatura (ISO 6721-2, seco) y del contenido de fibra de vidrio.	126
Figura 61. Módulo de corte de los grados Ultramid® B en función de la temperatura (ISO 6721-2, seco).	127

Figura 62. Módulo de elasticidad de las calidades Ultramid® B reforzadas en función de la temperatura (Ensayo de flexión ISO 178, seco).....	127
Figura 63. Módulo de elasticidad de las calidades Ultramid® B reforzadas en función de la temperatura (Ensayo de flexión ISO 178, seco).....	128
Figura 64. Un colector de admisión de aire de plástico (PAIN) con Componentes.	128

Lista de anexos

	Pág.
Anexo 1. Parámetros que se deben tener en cuenta al momento de seleccionar un material.	144
Anexo 2. Repositorios.....	145

Introducción

Los nuevos avances en el sector automotriz están enfocados a reducir el peso de los componentes de los mismos mediante la utilización de materiales avanzados tales como aleaciones de aluminio y diferentes compuestos. La fabricación de vehículos ligeros es un enfoque efectivo para aumentar la economía del combustible y reducir las emisiones de CO_2 . Las emisiones de CO_2 por kilómetro manejado esta cercanamente relacionado al peso del vehículo. Estudios han mostrado que cada 10% de reducción en el peso del vehículo puede resultar en un 3,5% de disminución de consumo de combustible. En términos de efecto invernadero, esto significa que cada 100 kg de reducción de peso, resulta en un decrecimiento en CO_2 de aproximadamente 3.5 g CO_2 /km manejado por la vida entera del vehículo. Además de estos beneficios, la reducción del peso de los vehículos reduce la energía requerida para la aceleración y frenado, el cual provee la oportunidad de emplear motores más pequeños y sistemas de transmisión más pequeños y sistemas de frenado. Los enfoques para la reducción de la masa del vehículo incluyen el despliegue de materiales avanzados y el diseño de vehículos de masa optimizada (Rowe, 2012).

Se realiza un estudio de vigilancia tecnológica de materiales avanzados en el sector automotriz que pueda servir como base para la toma de decisiones y además sirva como fuente de información de los últimos adelantos en el área de los materiales. Por otro lado, se busca proveer información detallada como lo es la composición química, propiedades mecánicas y aplicaciones de los materiales avanzados en el sector ya que estos constituyen un factor determinante al momento de fabricar vehículos lo suficientemente seguros y eficientes

Capítulo 1. Estudio de vigilancia tecnológica en materiales avanzados para la industria automotriz.

1.1 Planteamiento del problema

¿Cuáles materiales avanzados podrían representar una ventaja competitiva para la industria automotriz?

1.2 Formulación del problema

El 78 % de las empresas del sector metalúrgico y mecánico son pequeñas (Departamento Nacional de Planeación República de Colombia, 2013) y no cuentan con suficientes recursos destinados para investigación que permitan conocer y desarrollar materiales avanzados que podrían generar una ventaja competitiva en el sector.

Debido a la diversidad de sus insumos y de bienes de capital es la base de cualquier industria que se desarrolle en el país (Departamento Nacional de Planeación República de Colombia, 2013); por consiguiente es de vital importancia conocer los desarrollos tecnológicos en esta área, como la innovación en materiales y procesos.

En la literatura se encuentran investigaciones en materiales avanzados relacionadas al sector biomédico y la parte mecánica enfocada al subsector automotriz. Con este estudio, se pretende generar conocimiento en los demás sectores que requieren de desarrollos provenientes de la industria automotriz.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

- ✓ Efectuar un estudio de vigilancia tecnológica en materiales avanzados en la industria automotriz.

1.3.2 Objetivos específicos

- ✓ Estudiar toda la información relacionada con la vigilancia tecnológica de materiales avanzados en la industria automotriz como herramienta de generación de conocimiento y ventaja competitiva.
- ✓ Analizar los diferentes materiales avanzados según su naturaleza y aplicación en la industria automotriz, con la finalidad de clasificar la información.
- ✓ Determinar la información detallada de los últimos avances en materiales avanzados en la industria automotriz para su respectivo uso como ventaja competitiva.

1.4 Justificación

La vigilancia tecnológica es una herramienta que permite captar información desde diferentes fuentes. Se aplica esta técnica para llevar a cabo una investigación que permita conocer los materiales avanzados en la industria automotriz, así mismo se tratará de describir las propiedades de los diferentes materiales como también su aplicación. En este trabajo se busca contar con información que ayuden a la toma de decisiones así como saber qué tipo de información ya está desarrollada y no caer en el error de investigaciones redundantes, según la oficina austriaca de patentes cada año se derrochan en Europa cerca de 60000 millones de euros en inventar cosas que ya habían sido inventadas (Domingo, 2011). Por esta razón cabe resaltar la importancia de esta herramienta como método de clasificación de adelantes científicos y nuevas tecnologías, de la misma forma para la identificación de tendencias futuras de ciertos campos de investigación.

Capítulo 2. Marco teórico o referencial

2.1 Antecedentes

“El proyecto SAPPHO acerca el proceso de la innovación desarrollado por científicos, ingenieros y economistas en EE.UU. a finales de los sesenta y comienzos de los setenta puso al descubierto que las empresas que no estaban al tanto de los últimos avances tecnológicos tenían mayor probabilidad de perder valiosas oportunidades que aquellas que sostenían una vigilancia sobre el entorno técnico. Los investigadores encontraron que una de las claves de todos los proyectos con éxito eran las relaciones de empresas innovadoras con redes externas en ciencia y tecnología. Esta relación era en parte aportada por el rastreo de desarrollos en otras empresas y sectores en un proceso denominado vigilancia de la ciencia y de la tecnología o vigilancia tecnológica” (Vicente, 1999).

Al principio de los 90 fue llevado a cabo un análisis multivariable sobre un trabajo de 515 compañías estadounidenses de envases, telecomunicación, farmacia y alimentación. De acuerdo con estas investigaciones de vigilancia tecnológicas se incrementan las competencias en tres factores unidos a la competitividad (Vicente, 1999).

- “Calidad del producto en relación con el de la competencia”
- “Planificación estratégica”
- “Conocimiento del mercado”

“También se observaban resultados favorables sobre las relaciones interdepartamentales; temas comunes favorecen el contacto interpersonal. Así para François Jakobiak, responsable durante muchos años de VT en el grupo francés Elf-Atochem, “las sociedades que han establecido una VT durante varios años perciben una intensificación en el espíritu del colectivo y

una incidencia indiscutible en programas de I+D. Estimamos que de un 20% a un 30% de los programas de investigación resultan de una VT bien organizada” (Vicente, 1999).

Del mismo periodo es la investigación del profesor sueco Hans Hedin (1993) acerca de 10 compañías con resultados en el mismo sentido (Vicente, 1999).

“En 1996 la Asociación SCIP completó los trabajos empíricos realizados con unas sesiones de debate con altos responsables de empresas líderes norteamericanas que valoraron el impacto de las actividades de inteligencia competitiva. Dado el gran interés de las opiniones cualitativas aportadas, estas sesiones han sido recogidas en un vídeo muy recomendable (SCIP, 1996). Asimismo, en octubre de 1998 se presentaron las conclusiones del último trabajo de revisión de prácticas de vigilancia tecnológica o "CTI", en un trabajo de autoevaluación realizado por unas 100 empresas norteamericanas integrantes del Industrial Research Institute” (Vicente, 1999).

2.2 Bases teóricas

2.2.1 Vigilancia y estrategia empresarial

“La vigilancia tecnológica es una de las funciones que requiere la gestión de la tecnología. Se relaciona con la anticipación que proporciona y el grado de libertad que permite a la gestión. La vigilancia está estrechamente unida a la gestión de la innovación y a la estrategia de la empresa. Sin la existencia de una previa reflexión estratégica difícilmente cabe plantearse un esfuerzo de articulación de la vigilancia. La vigilancia se proyecta sobre la toma de decisiones empresarial alertando sobre posibles amenazas y oportunidades, aportando nuevos elementos y enfoques, y reduciendo el riesgo. La noción de estrategia evoca entre otras, acciones como la atención a las evoluciones del entorno de la empresa, su orientación al futuro, la adopción voluntaria de decisiones y en cualquier caso implica dentro de una perspectiva de larga duración, la anticipación diaria a amenazas y oportunidades así como la preparación sistemática del

porvenir y su destino. Esa visión hacia adelante liga también la estrategia a la idea de riesgo, incertidumbre y de cómo afrontarlos” (Vicente, 1999).

“La estrategia es la creación de una posición única y valiosa, comprendiendo un conjunto diferente de actividades. La esencia de situarse estratégicamente reside en la elección de actividades diferentes de las de los rivales. La estrategia requiere, para ser sostenible, una combinación única de compromisos para desarrollar una actividad. Tales compromisos ocurren cuando las actividades son incompatibles y por tanto crean la necesidad de elegir” (Vicente, 1999).

“Según Klavans (Vicente, 1999), A la hora de formular una estrategia tecnológica, la vigilancia es una función de staff que dependerá del responsable de I+D, si la empresa prioriza la tecnología, o del gerente, si se pone el énfasis en una estrategia de alianzas. A partir de un modelo para analizar la naturaleza de las distintas actividades tecnológicas en la empresa y las implicaciones en sus políticas, realizado sobre la base del valor percibido para la misma y sus competidores de una determinada actividad tecnológica, Klavans (Vicente, 1999), sugiere las siguientes conclusiones”:

“La identificación y comunicación de las amenazas tecnológicas latentes es principalmente una función de la vigilancia, pues la empresa, a diferencia de sus competidores, carece de compromisos respecto a las mismas, ya sea en forma de proyectos de I+D, acuerdos de cooperación o licencias y patentes. Su responsabilidad debe estar unificada a otras funciones como la identificación de oportunidades tecnológicas y la protección de las capacidades técnicas propias son funciones de responsabilidad compartida que requieren coordinar distintas actividades. En el caso de las oportunidades, los campos de búsqueda no registran en principio compromisos significativos ni por la empresa ni por sus competidores y en algunos casos son

territorios vírgenes. La principal dificultad comienza al decidir dónde actuar y asumir que no hay ningún beneficio en tanto no se detecte una oportunidad. Por contra, si esta se materializa, puede convertirse en una sólida fuente natural de ventaja competitiva” (Vicente, 1999).

“La vigilancia es el esfuerzo sistemático y organizado por la empresa de observación, captación, análisis, difusión precisa y recuperación de información sobre los hechos del entorno económico, tecnológico, social o comercial, relevantes para la misma por poder implicar una oportunidad u amenaza para ésta. Requiere una actitud de atención o alerta individual. De la suma organizada de estas actitudes resulta la función de vigilancia en la empresa. En definitiva la vigilancia filtra, interpreta y valoriza la información para permitir a sus usuarios decidir y actuar más eficazmente” (Vicente, 1999).

“La vigilancia posibilita el desarrollo y ejercicio de la función de inteligencia al velar por la adecuada y precisa difusión y comunicación de la información dentro de la empresa” (Vicente, 1999).

2.2.2 Resultados esperables para la empresa

“Aunque la empresa no haya sido consciente en muchas ocasiones y sus esfuerzos de captación y empleo de información externa no hayan tenido continuidad, la vigilancia está presente en mayor o menor medida en un número cada vez mayor de empresas. Sus aplicaciones pueden beneficiar al conjunto del ciclo innovador y extenderse a otras parcelas de la empresa. A continuación se recogen, algunos casos tipo de aplicación con el resultado común de generar las ventajas competitivas a partir de un adecuado empleo de la información” (Vicente, 1999).

En los casos que se mencionan, se pone de manifiesto que la vigilancia:

- “Alerta sobre amenazas con repercusión en nuestro mercado desde sectores distintos al de la empresa. La vigilancia permite a la empresa extender el seguimiento sobre hechos

significativos más allá de su propio sector. Es el caso de la firma norteamericana de electrodomésticos Whirlpool Co. vigilando nuevos desarrollos en los sectores químico y textil. Fruto de este esfuerzo fue la detección en el invierno de 1963/64 de rumores en la industria textil sobre innovaciones en tejidos sin necesidad de planchado a partir de un proceso de aplicación de resinas con curado retardado. El conocimiento de esta información y su confirmación en los siguientes meses le permitió analizar el mercado potencial y formar a su personal sobre el nuevo desarrollo antes de su comercialización. En agosto sus técnicos pudieron ver por primera vez las prendas en una fábrica de fibra larga. En septiembre se produjo el lanzamiento de las nuevas prendas y cuatro meses después Whirlpool lanzaba la primera lavadora y secadora con ciclos para este nuevo tejido. Su esfuerzo de vigilancia le había permitido adelantarse en un año a la competencia, ganar cuota de mercado y transformar una potencial amenaza en un gran resultado comercial. Como consecuencia de todo ello Whirlpool canceló en marzo del 65 un proyecto de investigación para un nuevo concepto de planchado” (Vicente, 1999).

- **“Ayuda a decidir el programa de I+D y su estrategia.** Los resultados de la vigilancia pueden ayudar a la dirección a decidir la orientación de sus proyectos de I+D y el enfoque técnico de los mismos. Es el caso de Fanuc, “spin off” de la japonesa Fujitsu desde 1972, quien comenzó una vigilancia sobre el mercado de los controladores numéricos, CNC, buscando oportunidades en el mismo. En esa época los CNC inventados por el Massachusetts Institute of Technology, M.I.T., en 1952 eran todavía el estado del arte. Con sus 2.000 válvulas mecánicas estos aparatos eran técnicamente muy complejos, de gran tamaño, elevado precio y complicado manejo. Estas características dificultaban su empleo para muchas empresas de mediana y pequeña dimensión. Fanuc

detectó, con la información proporcionada por la vigilancia, este nicho y desarrolló para el mismo un controlador técnicamente más simple, de menor tamaño y más barato que el precedente” (Vicente, 1999).

- **“Contribuye a abandonar a tiempo un determinado proyecto de I+D.** En ocasiones, tal y como ya se ha visto anteriormente en el caso de Whirlpool, la vigilancia puede proporcionar como resultado el abandono de un proyecto de innovación y la liberación de sus recursos hacia otras inversiones más productivas. Estas decisiones requieren por sus costes e insatisfacción a corto plazo de una información sólida. Ese fue el caso de la farmacéutica Searle del grupo Monsanto, cuando descubrió que sus competidores estaban muy por delante en el desarrollo de un disolvente para coágulos en ataques de corazón. Se trataba de un fármaco activador del tejido sanguíneo, el TPA. Searle canceló su propia investigación” (Vicente, 1999).
- **“Detecta oportunidades de inversión y comercialización. Su interrupción puede originar pérdida de mercados.** En 1985 uno de los diarios líderes de la prensa japonesa recoge el abandono del mercado de memorias de 64K D-RAM por parte de un importante fabricante de semiconductores. Dado que la empresa venía perdiendo cuota de mercado en los últimos tiempos, muchos de sus competidores no repararon en las causas de dicha decisión. La realidad era que la empresa se había concentrado en el desarrollo de las siguientes generaciones de memoria de 256K y 1M D-RAM. Como resultado la empresa volvió al mercado con tal ventaja que se estima que en su liderazgo dobla la cuota de sus competidores” (Vicente, 1999).
- **“Facilita la incorporación de nuevos avances tecnológicos a los propios productos y procesos.** Es esta una de las funciones más importantes de la vigilancia tecnológica.

Hewlett- Packard, HP, la practicó cuando en los ochenta detectó las nuevas aplicaciones electrónicas derivadas de la emergente tecnología láser de Canon. Después de recabar información y estudiar la nueva tecnología, HP se movió rápidamente hasta alcanzar un acuerdo con Canon que le permitió utilizar la tecnología de ésta en sus nuevas impresoras Laserjet” (Vicente, 1999).

- **“Identifica socios adecuados en proyectos conjuntos de I+D ahorrando inversiones.**

La idoneidad de un socio en un proyecto conjunto no solo reduce el esfuerzo económico sino que también evita en ocasiones la realización de desarrollos paralelos. El acuerdo firmado en 1990 entre la norteamericana Searle y la empresa francesa Synthelabo para producir un nuevo fármaco regulador de la presión sanguínea, el Kerlone, fue el resultado de la vigilancia por Monsanto de otras empresas del sector. La primera aportó sus capacidades de marketing y desarrollo de medicamentos, en tanto la segunda aportaba su experiencia en investigación de fármacos. El resultado permitió a Monsanto, de la cual Searle era dependiente, adquirir la experiencia investigadora y el nuevo producto mientras tanto, la firma francesa como la americana se repartían los beneficios de la colaboración” (Vicente, 1999).

- **“Permite evitar barreras no arancelarias en mercados exteriores.**

La vigilancia también puede extender sus resultados a aspectos como las barreras técnicas a la distribución de productos. Es el caso de una empresa exportadora alicantina la cual ve detenida su mercancía en la frontera canadiense, por no ser las grapas del embalaje conformes a la normativa del país. La repercusión de costes sobre la empresa es elevada por tratarse de artículos de temporada. La repetición de estos hechos por los frecuentes cambios tanto de disposiciones como de criterios de interpretación genera una

complejidad que requiere no sólo su conocimiento sino su detección a tiempo. La vigilancia satisface esas necesidades y la empresa comienza a aplicarla desde 1991 sobre todo tipo de barreras que dificulte la distribución de sus productos en sus principales mercados” (Vicente, 1999).

“Para muchos directivos de pymes francesas, la no identificación de personas dedicadas en mayor o menor medida a la vigilancia, así como el no reconocimiento de un cierto presupuesto dedicado a la misma es sinónimo de una vigilancia desorganizada, que fácilmente puede dar como resultado las sorpresas antes relatadas. Partiendo de la base de que toda empresa hace algún tipo de vigilancia, solo su organización permite obtener resultados” (Vicente, 1999).

2.2.3 La Vigilancia Tecnológica y otros conceptos relacionados

2.2.3.1 Relaciones con el benchmarking

“El “benchmarking” aunque relacionado con la vigilancia, no es equivalente ni debe confundirse con ella. El primero está centrado en un aspecto o función y en un periodo de tiempo determinado. Está principalmente orientado al esfuerzo de mejora incremental, dentro muchas veces de la política de calidad de la empresa, mientras que la vigilancia es una función continuada en el tiempo y muy ligada a los aspectos estratégicos de la misma. Esta relación no excluye la existencia de ciertos aspectos complementarios como la capacidad de la vigilancia para detectar qué empresas desarrollan funciones a emular. También existe una característica común en ambos como proceso de investigación industrial y de captación de información” (Vicente, 1999).

2.2.3.1 Relaciones con la previsión tecnológica

La vigilancia brinda los medios necesarios para mayoría de las previsiones tecnológicas o socioeconómicas, por otro lado, es una herramienta para estar al tanto de las. La vigilancia

proporciona las herramientas para la mayor parte de previsiones tecnológicas o socioeconómicas, además es un instrumento para mantenerse al tanto las previsiones (Vicente, 1999).

En este aspecto de la previsión, la previsión tecnológica señala los diferentes eventos que se deben tener en cuenta de los cambios de tecnología. Esta se enfoca en las modificaciones de competencia operacional y el sentido de la innovación. Está encaminada a brindar información al proceso de gestión de la tecnología (Vicente, 1999).

“La vigilancia tecnológica no es en sí un método de previsión pero sí uno de acumulación sistemática y análisis de datos a partir de los cuales se pueden hacer previsiones. Por otro lado, uno de los resultados de un trabajo de previsión puede ser el establecer una vigilancia sobre una determinada tecnología, competidor o hecho de posible relevancia futura para la empresa. En una era en la que el cambio se hace más presente cada vez, la vigilancia constituye un enfoque activo que nos aporta la situación y posible tendencia en cada momento, en tanto que los trabajos de previsión corren el riesgo de no aportarnos ese flujo de información continua que corrija a tiempo la desviación sobre sus esfuerzos prospectivos. La vigilancia aporta un sentido de organización mientras que la previsión ofrece un variado repertorio de técnicas de análisis prospectivo. En definitiva muchas de las técnicas empleadas en previsión y en vigilancia son complementarias y en algunos casos comunes². En nuestra opinión es importante dotar a la vigilancia de una dimensión prospectiva, sobre la que al final de este capítulo volveremos a incidir, y que se alcanza en buena parte merced a estas técnicas de previsión” (Vicente, 1999).

“Finalmente como sostiene E. de Miguel (Vicente, 1999), "aunque pueda parecer inaccesible para muchas de nuestras empresas pequeñas, la previsión tecnológica dispone de bastantes métodos –y algunos muy sencillos y económicos- que deben ser tenidos en cuenta".

Como prueba de ello, en dicho trabajo el autor recoge una amplia síntesis de los mismos con detalladas aplicaciones y ejemplos en empresas y sectores españoles” (Vicente, 1999).

2.2.4 La vigilancia tecnológica: competitiva y prospectiva.

“Las dos dimensiones que exige hoy en día la compleja realidad del entorno empresarial a la vigilancia tecnológica son que sea competitiva y prospectiva” (Vicente, 1999).

2.2.4.1 Competitiva

“No basta con realizar un seguimiento de los aspectos estrictamente científicos o tecnológicos de la señal captada. Se requiere el conocimiento de la dimensión de mercado, de la percepción del negocio potencial, del marco legal y social, de la estructura y fuerzas del mercado en suma no sólo de la competencia sino del entorno competitivo” (Vicente, 1999).

“La vigilancia implica "vigilia, observación, verificación y puesta al día sobre los desarrollos, habitualmente en áreas de interés bien definido para un propósito específico. Implica escrutar el entorno apropiado en busca de información pertinente. Esta información puede pertenecer a una determinada tecnología, en cuyo caso se requerirá la historia de su desarrollo, información sobre su estado actual e información dirigida a sus perspectivas futuras. Pero esta visión no suele ser suficiente para posibilitar la labor de alerta que ejerce la vigilancia. Por ello, desde otra perspectiva, la vigilancia puede considerar el contexto que rodea el desarrollo de dicha tecnología. Es lo que algunos autores denominan “vigilancia contextual” o como “issues management”. Este enfoque parte de asumir que el cambio tecnológico viene precedido por cambios en otras tecnologías y/o en el medio socioeconómico. Esto permite detectar señales en dichos ámbitos que posibilitan la función preventiva de la vigilancia y facilitan el poder reaccionar a tiempo” (Vicente, 1999).

2.2.4.2 Prospectiva

“La vigilancia reduce el riesgo en la toma de decisiones si es portadora de anticipación. Siguiendo a Paul Degoul (Vicente, 1999), para quién la vigilancia es prospectiva o no es vigilancia, la vigilancia es un concepto claro pero con fuertes restricciones, pues debe lograr tres objetivos” (Vicente, 1999):

- “Informar en tiempo oportuno, de ahí su carácter permanente. A priori no se puede saber la velocidad de evolución de un sector”.
- “Delimitar los campos de atención e investigación. No se puede cubrir todo”.
- “Evaluar los riesgos de la novedad, es decir ver su impacto potencial”.

“Ese carácter necesariamente prospectivo de la vigilancia acentúa su papel de ayuda a la identificación de respuestas anticipadoras y positivas en la empresa frente a las nuevas tecnologías, más que el de proveedor de respuestas reactivas. Esa dimensión prospectiva vendrá por la evaluación de los hechos en su contexto y por la valoración de su impacto potencial para la estrategia de la empresa en base a técnicas de previsión. También el enfoque horizontal y funcional de su cobertura y no sólo sectorial o vertical será importante” (Vicente, 1999).

2.3 Marco conceptual

2.3.1 Vigilancia tecnológica

“Es la gestión estratégica de la información científico-tecnológica resulta cada vez más importante para innovar y sobrevivir en un entorno complejo y cambiante como el actual. Los ciclos de vida de tecnologías y productos se acortan, los mercados se hacen globales, el riesgo tecnológico requiere ser gestionado y la innovación abierta emerge para transformar los modelos de negocio de las organizaciones. Además, Internet permite acceder, como nunca antes, a una

gran cantidad de información que, muchas veces, puede resultar inabarcable, despertando el riesgo de la sobreinformación o infoxicación” (tecnología).

“Empresas e investigadores comienzan a asumir la gestión del conocimiento y la tecnología como parte vital de sus estrategias de innovación y negocio, bien para alcanzar la excelencia científica, participar en proyectos de investigación colaborativa, incrementar la capacidad de adopción tecnológica de la organización o apostar por la internacionalización” (tecnología).

Entre sus fases se encuentra la Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva, el reto de detectar oportunidades y anticiparse a los cambios a partir de una gestión eficiente de la información científica y tecnológica (tecnología).

2.3.2 Biela

En un motor de movimiento alternativo, la biela conecta el pistón a la manivela o el cigüeñal. Junto con la manivela, forman un mecanismo simple que convierte el movimiento alternativo en movimiento rotatorio (Lyon, 1976).

Las varillas de conexión también pueden convertir el movimiento giratorio en movimiento alternativo. Históricamente, antes del desarrollo de los motores, se utilizaron por primera vez de esta manera (Lyon, 1976).

2.3.3 Aleación

Una aleación es una mezcla de metales o una mezcla de un metal y otro elemento. Las aleaciones están definidas por un carácter de unión metálica. Una aleación puede ser una solución sólida de elementos metálicos (una sola fase) o una mezcla de fases metálicas (dos o más soluciones) (Callister, 2007).

Los constituyentes de la aleación se miden generalmente por la masa. Las aleaciones suelen clasificarse como aleaciones sustitutivas o intersticiales, dependiendo de la disposición atómica que forma la aleación. Pueden clasificarse además como homogéneas (consistentes en una sola fase), o heterogéneas (que consisten en dos o más fases) o intermetálicas (Callister, 2007).

Ejemplos de aleaciones comunes incluyen:

- El acero, una combinación de hierro (metal) y carbono (no metálico)
- Bronce, una combinación de cobre (metal) y estaño (metal)
- Latón, una mezcla de cobre (metal) y zinc (metal) (Bell, 2016).

2.3.4 Polímero

Un polímero es una molécula grande, o macromolécula, compuesta de muchas subunidades repetidas. Debido a su amplia gama de propiedades, los polímeros sintéticos y naturales juegan un papel esencial y omnipresente en la vida cotidiana (Painter & Coleman, 1997). Los polímeros van desde los plásticos sintéticos conocidos como el poliestireno hasta los biopolímeros naturales como el ADN y las proteínas que son fundamentales para la estructura y la función biológicas. Los polímeros, tanto naturales como sintéticos, se crean a través de la polimerización de muchas moléculas pequeñas, conocidas como monómeros. Por consiguiente, su gran masa molecular con respecto a los compuestos de moléculas pequeñas produce propiedades físicas únicas, incluyendo dureza, viscoelasticidad y una tendencia a formar vidrios y estructuras semicristalinas en lugar de cristales (McCrum, Buckley, & Bucknall, 1997).

2.3.5 Material compuesto

Un material compuesto es un material hecho a partir de dos o más materiales constituyentes con significativamente diferentes propiedades físicas o químicas que, cuando se

combinan, producen un material con características diferentes de los componentes individuales. Los componentes individuales permanecen separados y distintos dentro de la estructura terminada. El nuevo material puede ser preferido por muchas razones: ejemplos comunes incluyen materiales que son más fuertes, más ligeros, o menos costosos en comparación con materiales tradicionales. Más recientemente, los investigadores también han comenzado a incluir activamente la detección, la actuación, la computación y la comunicación en compuestos, que se conocen como materiales robóticos (Jones, 1999).

2.3.6 Resistencia a la tracción

Se denomina tensión de rotura a la máxima tensión que un material puede soportar bajo tensión antes de que su sección transversal se contraiga de manera significativa.

La tensión de rotura se obtiene por lo general realizando un ensayo de tracción y registrando la tensión en función de la deformación (o alargamiento); el punto más elevado de la curva tensión-deformación es la tensión de rotura. Es una propiedad intensiva; por lo tanto su valor no depende del tamaño de la muestra, sino de factores, tales como la preparación, la presencia o no de defectos superficiales, y la temperatura del medioambiente y del material. Las tensiones de rotura rara vez son consideradas en el diseño de elementos dúctiles, pero sin embargo son muy importantes en el diseño de elementos frágiles. Las mismas se encuentran tabuladas para los materiales más comunes tales como aleaciones, materiales compuestos, cerámicos, plásticos, y madera (William Fortune Smith, 2006).

La tensión de rotura es definida como una tensión que se mide en unidades de fuerza por unidad de área. Para algunos materiales no homogéneos se la indica como una fuerza o una fuerza por unidad de espesor. En el sistema internacional, la unidad es el pascal (Pa) (o un

múltiplo del mismo, a menudo el megapascal (MPa), utilizando el prefijo Mega); o, equivalente al Pascal, Newton por metro cuadrado (N/m²) (William Fortune Smith, 2006).

2.3.7 Fatiga

En la ciencia de los materiales, la fatiga es el debilitamiento de un material causado por cargas repetidamente aplicadas. Es el daño estructural progresivo y localizado que ocurre cuando un material es sometido a carga cíclica. Los valores nominales de tensión máxima que causan tal daño pueden ser mucho menores que la resistencia del material típicamente citado como límite de tensión de tracción final, o el límite de límite de elasticidad. La fatiga se produce cuando un material es sometido a repetidas cargas y descargas. Si las cargas están por encima de cierto umbral, las grietas microscópicas comenzarán a formarse en los concentradores de tensión tales como la superficie, las bandas de deslizamiento persistentes (PSBs), las interfaces de los constituyentes en el caso de los compuestos y las interfaces de grano en el caso de los metales. Finalmente, una grieta alcanzará un tamaño crítico, la grieta se propagará repentinamente y la estructura se fracturará. La forma de la estructura afectará significativamente la vida de la fatiga; Agujeros cuadrados o esquinas afiladas conducirán a tensiones locales elevadas donde las grietas de fatiga pueden iniciar. Los agujeros redondos y las transiciones o los filetes suaves aumentarán por lo tanto la resistencia a la fatiga de la estructura (Kim & Laird, 1978).

2.3.8 Resistencia a la compresión

Resistencia compresiva o resistencia a la compresión es la capacidad de un material o estructura para soportar cargas que tienden a reducir el tamaño, en oposición a la resistencia a la tracción, que soporta cargas que tienden a alargarse. La resistencia a la compresión se mide a menudo en una máquina de ensayo universal; Estos van desde sistemas de mesa muy pequeños a los que tienen más de 53 MN de capacidad. Las mediciones de la resistencia a la compresión se

ven afectadas por el método de ensayo específico y las condiciones de medición. Las resistencias a la compresión se informan habitualmente en relación con un estándar técnico específico (P.Groover, 2002).

2.3.9 Dureza

La dureza es una medida de cómo la materia sólida es resistente a varios tipos de cambio de forma permanente cuando se aplica una fuerza de compresión. Algunos materiales (por ejemplo metales) son más duros que otros (por ejemplo plásticos). La dureza macroscópica se caracteriza generalmente por fuertes lazos intermoleculares, pero el comportamiento de los materiales sólidos bajo la fuerza es complejo; Por lo tanto, existen diferentes medidas de dureza: dureza de rascado, dureza de indentación y dureza de rebote. La dureza depende de la ductilidad, rigidez elástica, plasticidad, deformación, resistencia, tenacidad, viscoelasticidad y viscosidad. Ejemplos comunes de la materia dura son la cerámica, el hormigón, ciertos metales y los materiales superduros , que pueden contrastarse con la materia blanda (Wredenberg & Larsson, 2009).

2.3.10 Flexión

En la mecánica aplicada, la flexión caracteriza el comportamiento de un elemento estructural sometido a una carga externa aplicada perpendicularmente a un eje longitudinal del elemento (Boresi, 1993).

En ausencia de un calificador, el término flexión es ambiguo porque la flexión puede ocurrir localmente en todos los objetos. Por lo tanto, para hacer el uso del término más preciso, los ingenieros se refieren a un objeto específico como: La flexión de las barras, la flexión de las vigas, la flexión de las placas, la flexión de las conchas y así sucesivamente (Libai, 1998).

2.3.11 Fluencia

“La fluencia o cedencia es la deformación irre recuperable de la probeta, a partir de la cual sólo se recuperará la parte de su deformación correspondiente a la deformación elástica, quedando una deformación irreversible. Este fenómeno se sitúa justo encima del límite elástico, y se produce un alargamiento muy rápido sin que varíe la tensión aplicada. Mediante el ensayo de tracción se mide esta deformación característica que no todos los materiales experimentan” (Blasco, 2005).

“El fenómeno de fluencia se da cuando las impurezas o los elementos de aleación bloquean las dislocaciones de la red cristalina impidiendo su deslizamiento, proceso mediante el cual el material se deforma plásticamente. Alcanzado el límite de fluencia se llegan a liberar las dislocaciones, produciéndose una brusca deformación. La deformación en este caso también se distribuye uniformemente a lo largo de la probeta, pero concentrándose en las zonas en las que se ha logrado liberar las dislocaciones (bandas de Lüders). No todos los materiales presentan este fenómeno, en cuyo caso la transición entre la deformación elástica y plástica del material no se aprecia de forma clara” (Blasco, 2005).

2.3.12 Tenacidad

"Tenacidad es la energía mecánica, o sea, el impacto necesario para llevar un material a su ruptura. Si un material es tenaz puede sufrir un alto grado de deformación sin romperse. En otras palabras, tenacidad es una medida de cantidad de energía que un material puede absorber antes de fracturarse” (González, 2011).

Los materiales cerámicos por ejemplo, tienen una baja tenacidad. Tal energía puede ser calculada a través del área de un gráfico de tensión-deformación del

material por tanto basta integrar la curva que define el material, del origen hasta su ruptura (González, 2011).

Según su tenacidad un material puede ser:

- **“Friable:** (frágil, quebradizo): Que puede ser roto o reducido a polvo con facilidad”.
- **“Maleable:** Puede ser transformado fácilmente en láminas”.
- **“Sestil:** Puede fácilmente ser cortado con navaja”.
- **“Dúctil:** Puede ser transformado fácilmente en cables”.
- **“Flexible:** Puede ser doblado pero no recupera su forma anterior”.
- **“Elástico:** Puede ser doblado pero recupera su forma anterior”.

“Tenacidad puede ser también definida como la resistencia a la fractura. Un material que presenta un bajo nivel de tenacidad es denotado como frágil y su fractura puede ser inducida con la aplicación de un pequeño esfuerzo” (González, 2011).

2.3.13 Carrocería

La carrocería, latonería, o chapería, de un automóvil es aquella parte del vehículo en la que reposan los pasajeros o la carga. En los vehículos autoportantes, la carrocería sujeta además los elementos mecánicos del vehículo (Soriano & Ferrer Ruiz, 2008).

2.4 Marco legal

2.4.1 Propiedad intelectual

“En la economía actual, que algunos han dado en llamar “Economía del Conocimiento”, la protección de la Propiedad Intelectual adquiere una relevancia indiscutible, en tanto actúa precisamente sobre aquellos activos en torno a los cuales orbitan cada vez más las competencias medulares de las organizaciones. En este sentido, la protección y valoración de los desarrollos

tecnológicos y otros activos intangibles objeto de salvaguardia de los Sistemas de Propiedad Intelectual, es una preocupación central de la Gestión Tecnológica. En el presente Capítulo se hará una aproximación introductoria a un conjunto de tópicos que conforman los fundamentos de los Sistemas de Propiedad Intelectual, buscando la comprensión básica de los problemas enfrentados, las soluciones propuestas y las discusiones abiertas” (Velásquez, 2010).

2.4.1.1 Justificación de los sistemas de propiedad intelectual

“Aunque los Sistemas de Propiedad Intelectual tienen antecedentes en algunas de las grandes civilizaciones antiguas, las versiones modernas se consolidaron a finales del Siglo XVIII en los países europeos y Estados Unidos, con la introducción de leyes específicas sobre patentes de invención y *copyright* que constituyen la base de la legislación moderna en estos temas. Desde entonces, los Sistemas de Propiedad Intelectual se han diversificado, fortalecido e internacionalizado, hasta el nivel que constatamos en el presente” (Velásquez, 2010).

“Desde sus orígenes, los Sistemas de Propiedad Intelectual modernos, en particular las patentes, han basado su justificación en dos consideraciones fundamentales”:

- “La importancia de estimular la creatividad y la actividad inventiva, fuentes de múltiple innovaciones y de un profundo impacto en la vida económica”.
- “La importancia de incentivar la transferencia de tecnología, condición para que los impactos de las innovaciones se difundan cada vez más”.

“Bajo la lógica de los Sistemas de Propiedad Intelectual, se supone que la protección de los inventos y las creaciones intelectuales y artísticas, generan no solo un estímulo a la inventiva y la creatividad, sino que también establecen un marco de confianza que incentiva la amplia explotación económica de la producción intelectual y la transferencia de las tecnologías desarrolladas” (Velásquez, 2010).

2.4.1.2 Naturaleza de la propiedad intelectual

“Los Sistemas de Propiedad Intelectual son, en lo fundamental, un contrato entre la sociedad (representada por las organizaciones gubernamentales definidas para tal efecto) y los particulares (personas naturales o jurídicas) en calidad de titulares, inventores o autores. Tal contrato adquiere fuerza legal a través de las normativas nacionales e internacionales” (Velásquez, 2010).

En función de dicho contrato, la norma otorga y garantiza a los titulares, inventores o creadores dos tipos de derechos:

- ✓ Derechos morales: El reconocimiento público por la invención realizada que se les da a los creadores de dicho trabajo”.
- ✓ Derechos patrimoniales: el reconocimiento económico limitado y temporal sobre el trabajo realizado.

“A cambio de estos derechos, la norma exige al titular revelar y publicar completamente la creación, así como renunciar a sus derechos patrimoniales al vencimiento de la respectiva patente o registro (cuando esto está previsto), los cuales pasan a ser de dominio público” (Velásquez, 2010).

2.4.1.3 Clasificación

“Generalmente se han reconocido dos grandes grupos de los Sistemas de Propiedad Intelectual: La Propiedad Industrial y los Derechos de Autor y Derechos Conexos (*Copyright*). Recientemente se ha agregado a esta clasificación los Títulos de Obtentor de Variedades Vegetales, e incluso hay quienes proponen una cuarta categoría, la Protección del Software y Productos Relacionados, como una protección específica (*sui generis*) derivada del Derecho de Autor” (Velásquez, 2010).

Según lo anterior, se utilizará la siguiente clasificación de la Propiedad Intelectual:

1. Propiedad Industrial

- a) Patentes de Invención (Patente)
- b) Modelos de Utilidad (Patente)
- c) Diseños Industriales (Registro)
- d) Esquema de Trazado de Circuitos Integrados (Registro)
- e) Marcas y Lemas Comerciales (Registro)
- f) Nombres o Enseñas Comerciales (Depósito)
- g) Secreto Empresarial (Notificación o Reporte)
- h) Denominación de Origen (Declaración)

(Velásquez, 2010).

La vigilancia tecnológica se centra principalmente en los puntos a), b), c) y d) de la anterior clasificación

- 2. “Derechos de Autor y Derechos Conexos, incluyendo el registro de software y productos relacionados” (Velásquez, 2010).
- 3. “Títulos de Obtentor de Variedades Vegetales” (Velásquez, 2010).

2.4.1.4 Marco institucional y normativo

En Colombia son tres las instituciones responsables por las principales formas de

Protección a la Propiedad Intelectual:

“La Superintendencia de Industria y Comercio: Entidad adscrita al Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, es responsable de definir y aplicar las normas relativas a la Propiedad Industrial, la cual es usada en cuestiones de vigilancia tecnológica” (Velásquez, 2010).

“La Dirección Nacional de Derecho de Autor: Oficina adscrita al Ministerio del Interior, es responsable de los asuntos pertinentes a este tipo de Propiedad Intelectual, incluyendo la protección del software” (Velásquez, 2010).

“El Instituto Colombiano Agropecuario: Entidad adscrita al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, es responsable de definir y aplicar las normas relativas a los Títulos de Obtentor aplicables a las nuevas variedades vegetales” (Velásquez, 2010).

2.4.1.4.1 Responsabilidad del Estado frente a la Propiedad Intelectual

“Según la Constitución Política de Colombia de 1991, Artículo 61, “El Estado protegerá la propiedad intelectual por el tiempo y mediante las formalidades que establezca la Ley” (Velásquez, 2010).

2.4.1.4.2 Propiedad Industrial

“Aplican la Decisión 486 de la CAN, que establece el Régimen Común sobre Propiedad Industrial para los países de la Comunidad Andina de Naciones, y el Decreto 2591 de 2000, por el cual se reglamenta parcialmente dicha Decisión. A nivel internacional, Colombia es miembro del *Patent Cooperation Treaty* (PCT), por el cual los interesados en patentar una invención en varios países simultáneamente pueden simplificar y hacer más efectivos y económicos los trámites respectivos. Además, Colombia es signatario del Convenio de París de 1883 para la protección de la Propiedad Industrial y del Protocolo de Madrid de 1886 para el registro internacional de marcas” (Velásquez, 2010).

2.4.1.4.3 Normas aplicables a varias modalidades de protección de la Propiedad Intelectual.

“Algunos tratados o convenios internacionales cubren varias modalidades de protección de la Propiedad Intelectual. En particular, es relevante mencionar el Acuerdo de la Organización

Mundial del Comercio (OMC) sobre los ADPIC (Aspectos de los Derechos de Propiedad Intelectual relacionados con el Comercio, o TRIPS en inglés) al que ha adherido Colombia. Este acuerdo establece disposiciones generales o principios básicos que definen la filosofía u orientación de los Sistemas de Propiedad Intelectual, en asuntos relacionados con el alcance de la protección que brindan dichos sistemas, el trato nacional, el trato a la nación más favorecida y el trato a los países miembros que estén clasificados como menos adelantados, entre otros” (Velásquez, 2010).

2.4.1.5 Modalidades de propiedad industrial

2.4.1.5.1 Patentes de invención

Las patentes de invención se pueden otorgar a productos o procedimientos que cumplan tres requisitos:

- **“Novedad:** Es decir, cuando la invención no está comprendida en el estado de la técnica a la fecha de presentación de la solicitud de la patente (o a la fecha de la prioridad reconocida cuando exista una reivindicación de este tipo). Por “estado de la técnica” se entiende “todo lo que haya sido accesible al público por una descripción escrita u oral, utilización, comercialización o cualquier otro medio” (Decisión 486 de la CAN, Art. 16)” (Velásquez, 2010).
- **“Nivel inventivo:** Hace referencia a que la invención no sea el resultado obvio ni se derive de manera evidente del estado de la técnica según el criterio de un experto en el tema de la invención” (Velásquez, 2010).
- **“Susceptibilidad de aplicación industrial:** Es decir, cuando el objeto de la solicitud de patente pueda ser producido o utilizado en la industria de bienes o servicios” (Velásquez, 2010).

Según la Decisión 486 (Art. 15) (Velásquez, 2010), no se consideran invenciones, y por tanto no se pueden patentar:

- ✓ “Los descubrimientos, las teorías científicas y los métodos matemáticos”;
- ✓ “El todo o parte de seres vivos tal como se encuentran en la naturaleza, los procesos biológicos naturales, el material biológico existente en la naturaleza o aquel que pueda ser aislado, inclusive genoma o germoplasma de cualquier ser vivo natural”;
- ✓ “Las obras literarias o artísticas o cualquier otra protegida por el derecho de autor”;
- ✓ “Los planes, reglas y métodos para el ejercicio de actividades intelectuales, juegos o actividades económico-comerciales”;
- ✓ “Los programas de ordenadores o el soporte lógico, como tales”;
- ✓ “Las formas de presentar información”.

“Por otra parte, la normativa vigente en el país también impide el patentamiento de invenciones en los siguientes casos (Decisión 486, Art. 20)” (Velásquez, 2010):

- “Cuando las invenciones sean contrarias al orden público o la moral”.
- “Cuando pongan en riesgo la salud o la vida de personas o animales, o atenten contra los vegetales o el medio ambiente”.
- “Cuando la invención se refiera a una planta o a un animal, o a procedimientos esencialmente biológicos para producirlos. Se exceptúan los procedimientos no biológicos o microbiológicos, los cuales pueden ser patentables”.
- “Cuando la invención sea un método terapéutico, quirúrgico o de diagnóstico aplicado a seres humanos o animales”.

“En caso de ser aprobada, la patente tendrá una vigencia de 20 años contados a partir de la fecha de presentación de la solicitud. Durante este tiempo el titular podrá disfrutar de los derechos

patrimoniales que le otorga la patente, bajo las siguientes limitaciones adicionales” (Velásquez, 2010):

- “Los derechos patrimoniales sólo son válidos en el país o en aquellos países donde también se obtuvo la patente. Es decir, una patente solo protege la invención en el territorio nacional del país que la otorga. La protección también incluye la prohibición de que alguien importe o comercialice el producto o proceso objeto de la patente en el país, sin contar con la licencia o permiso del titular de la misma” (Velásquez, 2010).
- “La patente sólo garantiza derechos sobre las reivindicaciones aprobadas; estas consisten en los elementos constitutivos de los productos o procesos que cumplen a cabalidad con los requisitos de patentabilidad, que han debido ser clara y concisamente descritos y sustentados en la solicitud” (Velásquez, 2010).

“En cuanto a la explotación de la patente por terceros, esto sólo podrá ocurrir en casos en que los derechos patrimoniales de la patente hayan sido transferidos o licenciados y la respectiva transferencia o licencia haya sido registrada ante las autoridades competentes”.

2.4.1.6 Modelos de utilidad

“Las patentes de modelo de utilidad aplican a invenciones que, cumpliendo con otros requisitos establecidos por la normativa, no tengan el suficiente nivel inventivo para acceder a patentes de invención” (Velásquez, 2010).

“En general, las mismas condiciones y derechos de las patentes de invención aplican a las patentes de modelo de utilidad. Una excepción notable es la vigencia de la patente, que en el caso de los modelos de utilidad disminuye a 10 años a partir de la fecha de presentación de la solicitud” (Velásquez, 2010).

2.4.1.7 Diseños industriales

“Un diseño industrial se refiere a “cualquier reunión de líneas o combinación de colores o cualquier forma externa bidimensional o tridimensional, que se incorpore a un producto industrial o de artesanía para darle una apariencia especial, sin que cambie el destino o finalidad de dicho producto” (Velásquez, 2010).

“Solo son registrables los diseños que cumplan con el requisito de novedad absoluta a la fecha de presentación de la solicitud. La novedad debe hacer referencia a rasgos sustantivos del diseño y en ningún caso a diferencias secundarias respecto a realizaciones existentes a la fecha de solicitud. Es importante aclarar que la autoridad competente realiza de oficio ningún examen de novedad del diseño industrial, salvo cuando se presenten oposiciones a la solicitud. De todas formas, la Superintendencia puede negar la solicitud cuando de manera manifiesta el diseño carezca de novedad” (Velásquez, 2010).

Tabla 1. Comparación entre patente y secreto

PATENTE	SECRETO
Tiempo de protección: 20 años.	Tiempo de protección: indefinido.
“Requisitos para obtención: Se requiere acreditar elementos de novedad, nivel inventivo y aplicación industrial”.	“No requiere un aparato administrativo complejo ni efectuar juicio sobre el nivel inventivo de las tecnologías protegidas”.
“Precauciones fácticas: Las patentes otorgan un conjunto de derechos, definidos legalmente, de una duración determinada. La extensión de estos derechos NO está supeditada a las precauciones fácticas que tome el titular de la patente”.	“Precauciones fácticas: Los secretos tienen una protección que depende de las precauciones que tome el titular a su respecto y aún si dichas precauciones son efectivas no pueden impedir que terceros desarrollen la misma tecnología en forma independiente y que luego la divulguen”.
“Ámbito de protección: Implica que la entidad encargada de preservar la titularidad del invento patentado, establece un bloqueo sobre la actividad de quienes desean utilizar dicha invención, con fines funcionales, dentro de sus actividades productivas”.	“Ámbito de protección: No inhibe a potenciales usuarios o competidores del titular de la tecnología respecto a la obtención independiente de la misma”.
“Derechos otorgados: Las patentes otorgan un derecho exclusivo respecto de la invención patentada. Para quien explota el invento sin la autorización de su titular no es posible argumentar que lo ha obtenido por medios independientes”.	“Derechos otorgados: Otorga al titular de tales conocimientos el derecho a que los mismos no sean objeto de apropiación por terceros no autorizados que actúen por medios ILÍCITOS”.
“Reserva de empleados: Como la información protegida por la patente es de conocimiento público, su divulgación tiende a ser jurídicamente irrelevante y el empleado, igual que cualquier tercero, está inhibido de explotar la invención durante el término de la patente, sin autorización del titular, subsista o no la relación laboral”.	“Reserva de empleados: Se impone sobre los empleados una serie de obligaciones implícitas. Deben abstenerse de comunicar tales conocimientos a terceros y de utilizarlos en el ámbito de otras empresas o para actividades hechas en interés propio (subsista o no la relación laboral pertinente)”.
“Cargas: - Explotación/uso de la invención patentada. - Pago de tasas periódicas”.	“Cargas: La decisión de no explotar el secreto carece de efectos jurídicos propios. Tampoco se pagan tasas. Sólo se requiere tomar precauciones para impedir que terceros tengan acceso a esa tecnología y a informar a quienes entren en contacto con ella que ésta tiene carácter de confidencial”.

Fuente: Introducción a la gestión tecnológica. Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín 2010.

Capítulo 3. Metodología de la investigación

El tipo de investigación a realizar es un estudio de tipo descriptivo debido a que describe un conjunto de datos con el fin de tener un impacto en la comunidad donde será aplicada, en este caso el área de aplicación es el campo de materiales avanzados en la industria automotriz en el cual se espera poder brindar un informe detallado que sirva como base para la toma de decisiones y la prospectiva tecnológica.

“Una de las metodologías de vigilancia tecnológica es la presentada por la norma UNE 166006 de 2011 que propone la creación de un sistema de VT en cualquier tipo de organización, el cual tiene unos requisitos que sostienen que la empresa debe identificar áreas y objetivos para la actuación del sistema de VT, asegurar la disponibilidad de recursos de información, realizar seguimiento, medición y análisis del proceso con la finalidad de llevar a cabo acciones para alcanzar los resultados planeados” (Bibiana Arango Alzate, 2012).

“Para la ejecución de la VT, la norma propone una serie de procesos: identificación de necesidades, fuentes y medios de acceso de información; búsqueda, tratamiento y validación; valoración de la información, resultados, medición y mejora propósito de tomar decisiones estratégicas con menor riesgo y mayor impacto” (Adel Il González Alcalá, 2015).

“La vigilancia tecnológica es un proceso organizado, selectivo y sistemático, para captar información del exterior y de la propia organización sobre desarrollos en ciencia y tecnología, seleccionarla, analizarla, difundirla y comunicarla, para convertirla en conocimiento con el propósito de tomar decisiones estratégicas con menor riesgo y mayor impacto” (Adel Il González Alcalá, 2015).

“En las últimas dos décadas se ha observado un proceso de creciente internacionalización de la producción automotriz mundial. En este contexto, las empresas terminales han optado por

profundizar el despliegue geográfico y la integración internacional de su producción a efectos de fortalecer su presencia en mercados de mayor potencial. Uno de los aspectos principales de esta estrategia fue la adecuación de su estructura de producción al surgimiento y consolidación de grandes bloques comerciales caracterizados por el libre comercio transfronterizo” (Hugo Tosco, 2016).

“La cadena autopartista incluye la producción de partes, subconjuntos y conjuntos para automóviles. El conjunto de actores que conforman la cadena producen vehículos automotores, autobuses, comerciales ligeros y camiones, carrocerías y una amplia variedad de partes, piezas, conjuntos y subconjuntos, tales como cajas de engranajes, ejes, aros de ruedas, amortiguadores, radiadores, bombas, tubos de escape, catalizadores, embragues, volantes, columnas y cajas de dirección, asientos, puertas, entre otros. Adicionalmente, en la cadena de valor automotriz participan múltiples actores de industrias conexas debido a la amplia variedad de procesos involucrados. Se requiere de la fabricación de cubiertas y cámaras de caucho, vidrio (parabrisas, ventanas, etc.), equipos y dispositivos eléctricos (baterías, bobinas de encendido, bujías, circuitos para los sistemas de luces, radio, etc.), así como también una amplia variedad de juegos de cables e insumos textiles, entre otros” (Hugo Tosco, 2016).

“En el caso de la industria mecánica automotriz, que crece a grandes pasos, es importante abordar todos los frentes que posiblemente generen beneficios para las organizaciones; debido a esto fue seleccionada esta herramienta, pues representa la creación de posibles ventajas competitivas a través de la generación de conocimiento en el área de materiales avanzados” (Hugo Tosco, 2016).

Procedimiento:**FASE 1: Planeación Vigilancia Tecnológica**

- Identificación de los factores críticos de vigilancia
- Rastreo de fuentes de información
- Elaboración de repositorios y fichas de alerta

FASE 2: Búsqueda y Recolección de Información

- Planteamiento de las ecuaciones de búsqueda
- Rastreo y captación de información

FASE 3: Inteligencia Competitiva

- Clasificación de la información
- Análisis de la información

FASE 4: Presentación de Resultados

- Consolidación de repositorios
- Monografía

Tabla 2. Planeación de la búsqueda de vigilancia tecnológica.

PLANEACIÓN DE LA BÚSQUEDA			
FACTOR CRÍTICO DE VIGILANCIA	SUBTEMAS	PALABRAS CLAVE	KEY WORDS
Metales y aleaciones	Aluminio	Aleaciones de aluminio en la industria automotriz	Aluminum alloys in automotive industry.
	Magnesio	Aleaciones de magnesio en la industria automotriz	Magnesium alloys in automotive industry.
	Aceros	Aceros avanzados en la industria automotriz	Advanced steels in automotive industry.
	Aceros inoxidables	Aceero inoxidable en la industria automotriz	Stainless steel in automotive industry
	Hierro fundido	Fundición en la industria del automóvil	Cast iron in automotive industry
Materiales poliméricos y compuestos	Termofijos	Polímeros termofijos en la industria automotriz	Thermoset polymers in automotive industry
	Termoplásticos	Polímeros termoplásticos en la industria automotriz	Thermoplastic polymers in automotive industry
	Elastómero	Elastómeros en la industria automotriz	Elastomers in automotive industry

Fuente: El autor

Tabla 3. Resultados de la búsqueda de la información estructurada de la vigilancia tecnológica.

REPOSITORIO			
RESULTADOS DE LA BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN ESTRUCTURADA			
fecha dd/mm/aaaa	ECUACIÓN DE BÚSQUEDA	FUENTE	n° de RESULTADOS
06/03/2017	TITLE-ABSTR-KEY(advanced materials) and TITLE-ABSTR-KEY(automotive industry).	science direct	87
03/03/2017	FP:(advanced material automotive)	patentscope	91
17/03/2017	"advanced polymers" AND "automotive industry"	science direct	20
19/03/2017	advanced automotive polymer	patentscope	7
28/03/2017	TITLE-ABSTR-KEY(thermoset material) and TITLE-ABSTR-KEY(automotive industry).	science direct	7
28/03/2017	FP:(advanced material automotive)	patentscope	91
05/04/2017	TITLE-ABSTR-KEY(thermoplastic) and TITLE-ABSTR-KEY(automotive industry).	science direct	65
10/04/2017	TITLE-ABSTR-KEY(elastomer) and TITLE-ABSTR-KEY(advanced materials).	science direct	46
17/04/2017	"composite polymer" AND "automotive industry".	science direct	14
21/04/2017	TITLE-ABSTR-KEY(aluminum alloy) and TITLE-ABSTR-KEY(automotive industry)	science direct	146
11/05/2017	TITLE-ABSTR-KEY(magnesium alloy) and TITLE-ABSTR-KEY(automotive industry).	science direct	10
20/05/2017	TITLE-ABSTR-KEY(advanced steel) and TITLE-ABSTR-KEY(automotive industry).	science direct	11
25/06/2017	ALL (advanced material AND automotive)	patentscope	246
05/07/107	EN_ALL:(advanced material AND automotive)	patentscope	135
07/07/2017	EN_ALL:(aluminum alloy AND automotive)	patentscope	190
08/07/2017	FP:(ALL:(automotive AND polymer composite))	patentscope	179

Fuente: El autor

A continuación se describen las tendencias que se hallaron de los diferentes materiales que se investigaron bajo el parámetro de materiales avanzados en la industria automotriz

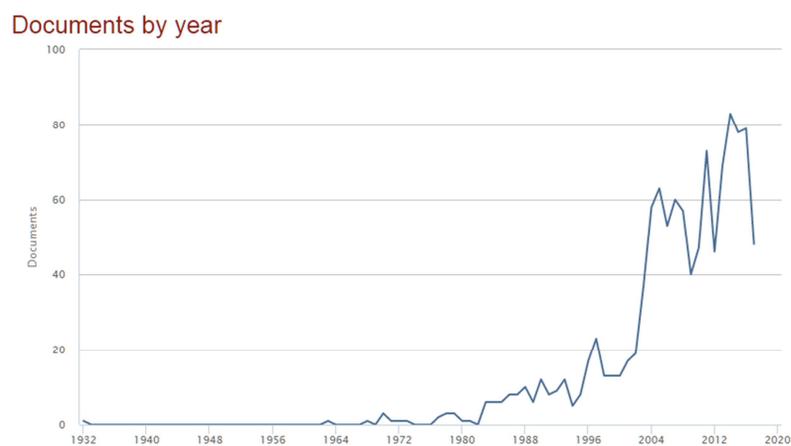


Figura 1. Documentos producidos por año.

Fuente: Scopus

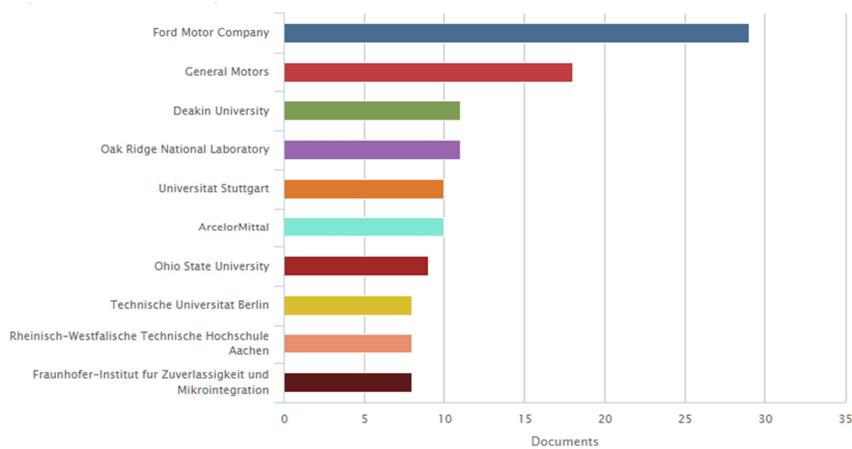


Figura. 2 Documentos por afiliación.

Fuente: Scopus

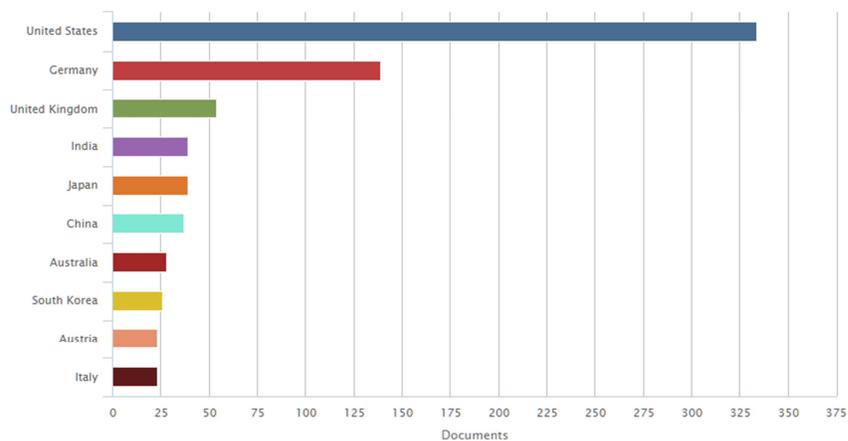


Figura 3. Documentos producidos por país.

Fuente: Scopus

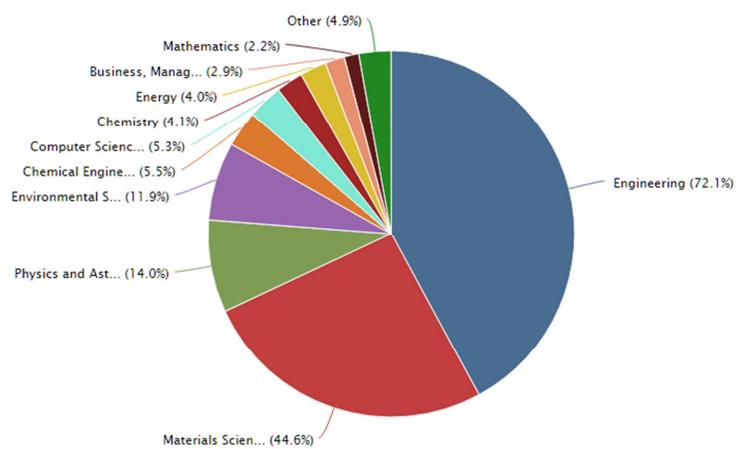


Figura 4. Documentos producidos por área.

Fuente: Scopus

Capítulo 4. Presentación de resultados

4.1 Metales y aleaciones

4.1.1 Aleación de titanio heat 5

Las aleaciones de titanio presentan típicamente una relación de resistencia a peso elevada, son resistentes a la corrosión y son resistentes a fluencia a temperaturas moderadamente altas.

La ductilidad es una propiedad de cualquier material metálico dado (es decir, metales y aleaciones metálicas). La conformabilidad en frío de un material metálico se basa en cierta medida en la ductilidad a la temperatura ambiente y en la capacidad de un material para deformarse sin agrietamiento. Las aleaciones de alfa-beta-titanio de alta resistencia, tales como, por ejemplo, aleación Ti-6Al-4V, tienen típicamente baja conformabilidad en frío a temperatura ambiente o cercana a ella. Las aleaciones de titanio que presentan ductilidad a temperatura ambiente generalmente también presentan una resistencia relativamente baja. Una consecuencia de esto es que las aleaciones de alta resistencia son típicamente más costosas y tienen control de calibre reducido debido a las tolerancias de molienda (Foltz, 2015).

4.1.1.1 Propiedades mecánicas y composición química de la aleación de titanio heat 5

Tabla 4. Propiedades mecánicas y composición química de la aleación de titanio heat 5.

Aleación	Al	V	O	Fe	Co	C	Resistencia a la fluencia (MPa)	resistencia última a la tracción (MPa)	Elongación%
Ti-4Al-2.5V	4.1	2.6	0.24	1.53	0	0	965.26	1061.79	4
heat 5	3.6	2.7	0.26	0.85	0.95	0.05	1034.21	1116.95	16

Fuente: patente no WO2016114956. Traducida por el autor.

4.1.1.2 Aplicaciones aleación de titanio heat 5

Marcos de motor (Foltz, 2015).

4.1.2 Materiales avanzados de combustión interna (IC): hierro de grafito compacto (CGI).

4.1.2.1 Estructura química

Los requisitos para un bloque de cilindros CGI o cabezal son los siguientes:

0-20% de modularidad, para una maleabilidad óptima, maquinabilidad y transferencia de calor; Sin grafito libre en escamas o grafito tipo escama (como en el hierro fundido gris) que causa debilidad localizada; 90% perlita, para proporcionar propiedades consistentes y de alta resistencia; <0,02% de titanio, para una maquinabilidad óptima (L. L. Myagkov, 2014). A continuación se presenta las micrografías que representan la microestructura del material.

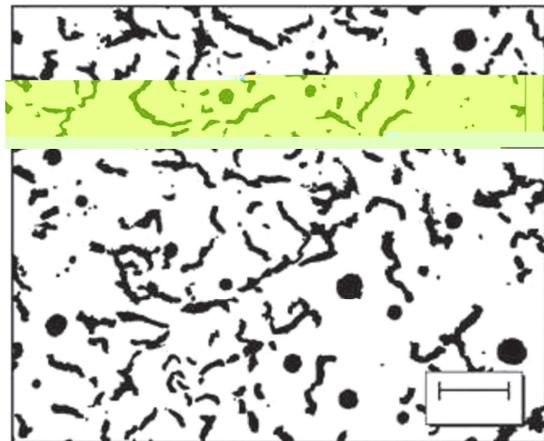


Figura 5. Microestructura CGI que contiene 10% de modularidad

Fuente: Advanced and conventional internal combustion engine materials. Alternative fuels and advanced vehicle technologies for improved environmental performance 2014. Traducida por el autor.

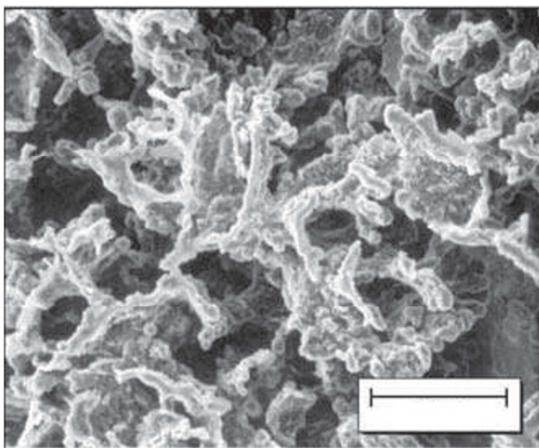


Figura 6. Micrografías SEM de grabado profundo que muestran la morfología de grafito similar al coral en3-D.

Fuente: Advanced and conventional internal combustion engine materials. Alternative fuels and advanced vehicle technologies for improved environmental performance 2014. Traducida por el autor.

4.1.2.2 Propiedades físicas y mecánicas de CGI (GJV) en comparación con la fundición gris convencional (GJL) y el aluminio (A) a 20 ° C

Tabla 5. Propiedades físicas y mecánicas de CGI (GJV)

PROPIEDADES	UNIDADES	GJV 450	GJL 250	GJL 300	A390.0
RESISTENCIA ÚLTIMA A LA TRACCIÓN	MPa	450	250	300	275
MÓDULO DE ELASTICIDAD	GPa	145	105	115	80
ELONGACIÓN	%	1-2	0	0	1
FATIGA POR FLEXIÓN ROTATIVA (20 °C)	MPa	210	110	125	100
FATIGA POR FLEXIÓN ROTATIVA (225 °C)	MPa	205	100	120	35
CONDUCTIVIDAD TÉRMICA	W/(mK)	36	46	39	130
EXPANSIÓN TÉRMICA	$\mu\text{m}/(\text{mK})$	12	12	12	18
DENSIDAD	g/cc (sistema CGS)	7,1	7,1	7,1	2,7
DUREZA BRINNELL	10-3000	215-255	190-225	215-255	110-150

Fuente: Advanced and conventional internal combustion engine materials. Alternative fuels and advanced vehicle technologies for improved environmental performance 2014. Traducida por el autor.

4.1.3 Aleación de níquel-cromo NIMONIC® 80A

La aleación NIMONIC® 80A (UNS N07080 / W, Nr. 2.4952 y 2.4631) es una aleación de níquel-cromo forjada y endurecida por envejecimiento. Es reforzado por la adición de titanio, aluminio y carbono y ha sido desarrollado para su uso a temperaturas de hasta 815 ° C (L. L. Myagkov, 2014).

4.1.3.1 Composición química de la aleación NIMONIC® 80A (% por peso)

Tabla 6. Composición química de la aleación NIMONIC® 80A

Carbón	0.10 Máx.
Cromo	18.0-21.0
Silicio	1.0 Máx.
Cobre	0.2 Máx.
Hierro	3.0 Máx.
Manganeso	1.0
Titanio	1.8-2.7
aluminio	1.0-1.8
cobalto	2.0 Máx.
boro	0.008 Máx.
zirconio	0.15 Máx.
plomo	0.0025 Máx.
Azufre	0.015
Níquel	En equilibrio

Fuente: Advanced and conventional internal combustion engine materials. Alternative fuels and advanced vehicle technologies for improved environmental performance 2014. Traducida por el autor.

4.1.3.2 Propiedades físicas de la aleación NIMONIC® 80^a

Tabla 7. Propiedades físicas de la aleación NIMONIC® 80^a

PROPIEDADES FÍSICAS	SISTEMA MÉTRICO	SISTEMA INGLÉS
DENSIDAD	8.19 $\frac{gm}{cm^3}$	0,296 $\frac{lb}{in^3}$

Fuente: AZO MATERIALS. Traducida por el autor.

4.1.3.3 Propiedades mecánicas de la aleación NIMONIC® 80^a

Tabla 8. Propiedades mecánicas de la aleación NIMONIC® 80^a

PROPIEDADES MECÁNICAS	SISTEMA MÉTRICO	SISTEMA INGLÉS
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (TEMPLADO)	1250 MPa	181 Ksi
LÍMITE ELÁSTICO	780 MPa	113 Ksi
ALARGAMIENTO A LA ROTURA	30%	30%

Fuente: AZO MATERIALS. Traducida por el autor.

4.1.3.4 Aplicaciones de la aleación NIMONIC® 80a

La aleación NIMONIC 80A se utiliza en las siguientes aplicaciones:

- Ingeniería de turbinas de gas.
- Válvulas de escape de automóviles.
- Insertos y núcleos de fundición a presión.
- Piezas de tubo de caldera nuclear (Reid Whitney, 2013).

4.1.4 Aceros

Aproximadamente el 55% del peso de los automóviles de Estados Unidos está hecho de acero. Hay varias ventajas de usar el acero en las estructuras de la carrocería del automóvil y los paneles de la carrocería. El más importante de ellos es su alto módulo de elasticidad, que a 207 GPa, es el más alto entre los materiales estructurales considerados para aplicaciones automotrices. El acero además es el material estructural más barato disponible en la actualidad. La gran variedad de resistencias disponibles con acero van desde 200 MPa hasta 1500 MPa. Es también una ventaja importante, ya que da la oportunidad de seleccionar acero según la necesidad de diseño estructural. El uso de aceros de alta resistencia no sólo permite reducir el grosor del calibre, sino que mejora la capacidad de carga y la resistencia al choque de la estructura del vehículo. Además, la formabilidad superior del acero en comparación con las aleaciones de

aluminio y magnesio, la excelente soldabilidad y reciclabilidad son algunas de las razones del predominio del acero en los automóviles actuales (Mallick, 2012).

4.1.4.1 Aceros TRIP (plasticidad inducida por transformación)

La microestructura de los aceros TRIP se retiene austenita embebida en una matriz primaria de ferrita. Además de un mínimo de cinco por ciento en volumen de austenita retenida, las fases duras tales como martensita y bainita están presentes en cantidades variables. Los aceros TRIP normalmente requieren el uso de una retención isotérmica a una temperatura intermedia, que produce algo de bainita. El mayor contenido de silicio y carbono de los aceros TRIP también da lugar a fracciones volumétricas significativas de austenita retenida en la microestructura final (association, 2013).

4.1.4.1.1 Estructura química aceros TRIP

Tabla 9. Proporciones típicas de diferentes fases en aceros avanzados de alta resistencia AHSS (el contenido de fase está en fracción de volumen).

ACERO	FERRITA	MARTENSITA	BAINITA	AUSTENITA RETENIDA
DP	0.80-0.85	0.15-0.20	-	-
TRIP	0.55-0.65	-	0.25 -0.35	0.05-0.20
CP	0.05-0.10	0.05 -0.10	0.80-0.90	-
MART	-	1.0	-	-

Fuente: TRIP aided and complex phase steels, Elsevier 2016. Traducida por el autor.

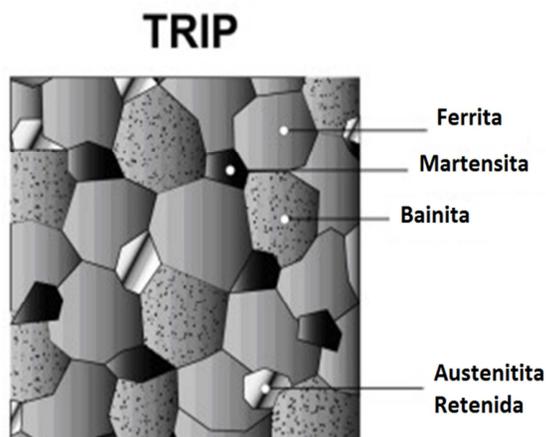


Figura 7. TRIP El bainita y la austenita retenida son fases adicionales en los aceros TRIP.

Fuente: worldautosteel, 2013. Traducida por el autor.

4.1.4.1.2 Propiedades mecánicas

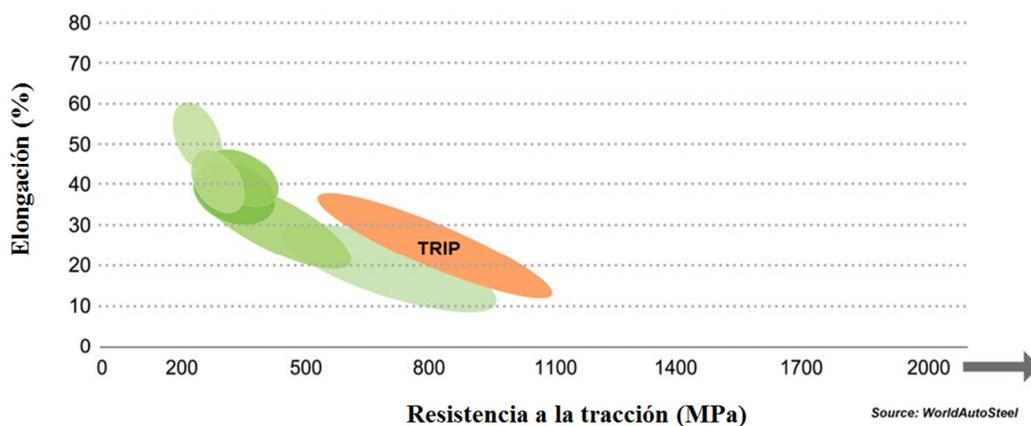


Figura 8. Propiedades mecánicas aceros TRIP.

Fuente: worldautosteel, 2013, Traducida por el autor.

En la siguiente figura se comparan los comportamientos típicos de flujo de 780 MPa grado TRIP ayudado y aceros CP. El comportamiento de flujo de un grado de acero DP a 800 MPa también se incluye en la misma figura a efectos comparativos (Mukherjee, 2016).

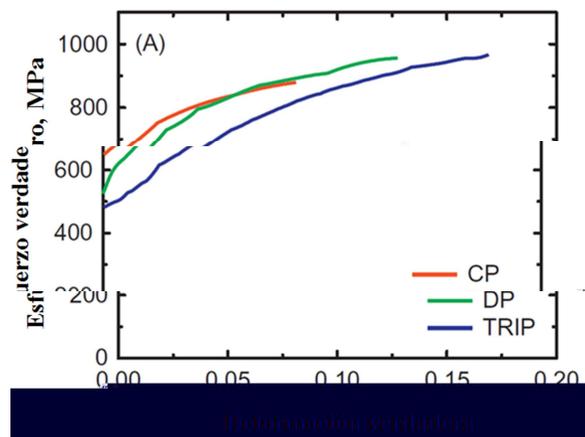


Figura 9. Deformación verdadera aceros TRIP.

Fuente: TRIP aided and complex phase steels, Elsevier 2016. Traducida por el autor.

4.1.4.2 Aceros de alta resistencia de baja aleación (HSLA)

4.1.4.2.1 Propiedades químicas de aceros de alta resistencia de baja aleación

Los aceros HSLA son una categoría especial de aceros planos de carbono con elementos de microaleación, como vanadio (V), niobio (Nb) o titanio (Ti), y poseen propiedades mecánicas superiores (García, 2016).

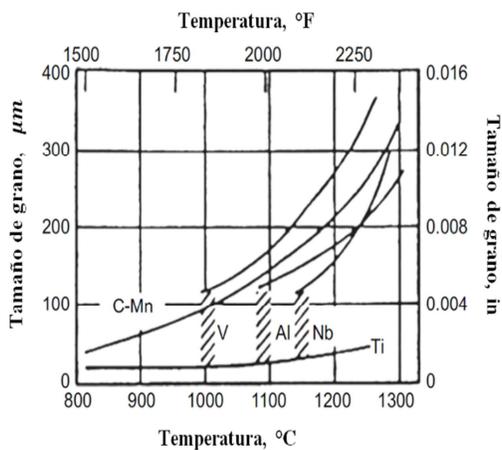


Figura 10. Temperatura Comportamiento de engrosamiento de granos de austenita en aceros que contienen varias adiciones de micro aleación.

Fuente: High strength low alloyed (HSLA) steels. Elsevier Ltd 2016. Traducida por el autor.

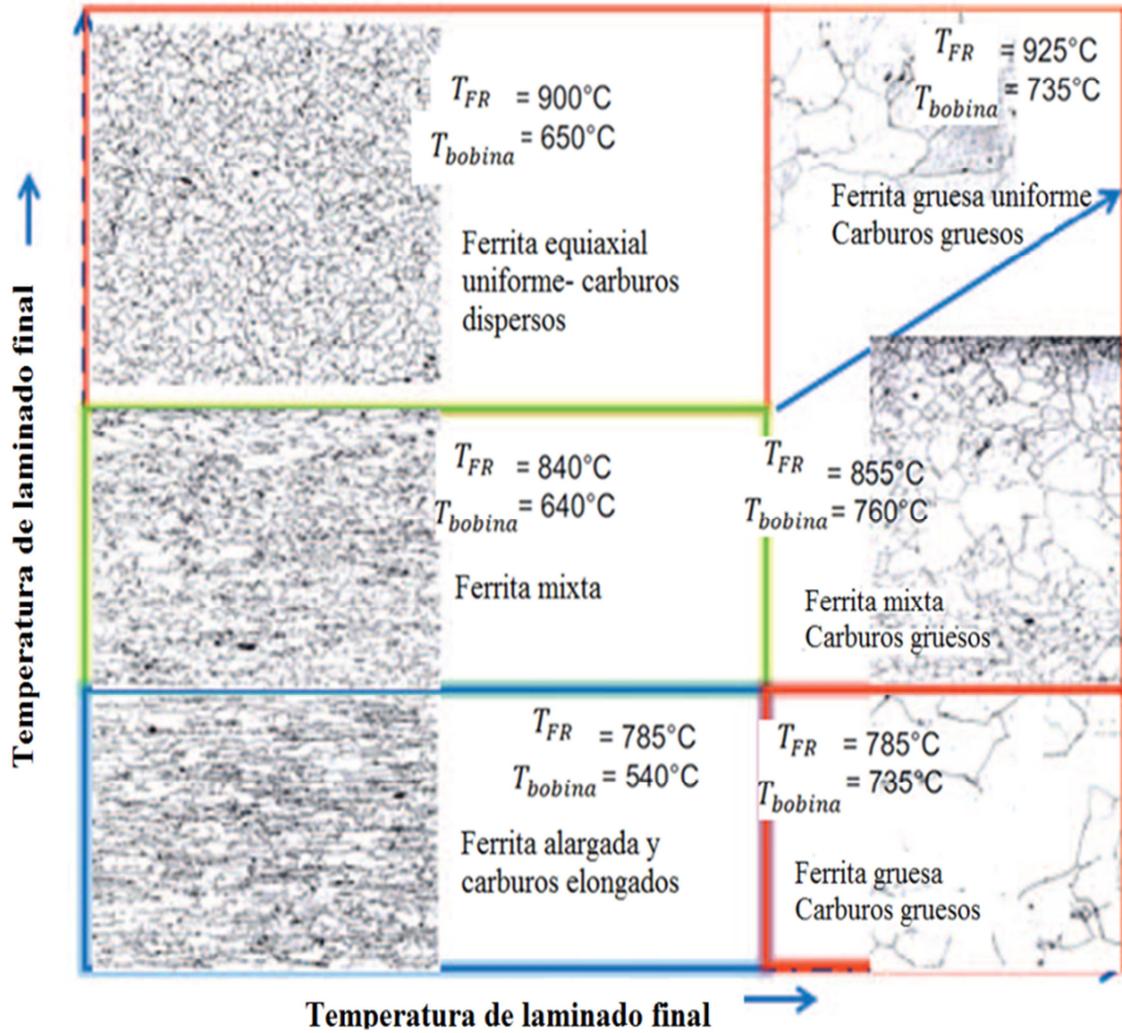


Figura 11. Efecto de la temperatura de laminado de acabado y temperatura de bobinado sobre la uniformidad del tamaño de grano de ferrita en aceros HSLA

Fuente: High strength low alloyed (HSLA) steels. Elsevier Ltd 2016. Traducida por el autor.

4.1.4.2.2 Propiedades mecánicas aceros de alta resistencia de baja aleación

Tabla 10. Propiedades mecánicas requeridas de láminas de aceros HSLA laminadas en caliente y laminadas en frío.

SAE J2340 DESIGNACIÓN TIPO	RESISTENCIA A LA FLUENCIA (MPA) MÍNIMA	RESISTENCIA A LA FLUENCIA (MPA) MÁXIMA	RESISTE A LA TRACCIÓN (MPA) MÍNIMA	%E total MÍNIMO REDUCIDO EN FRÍO	%E total MÍNIMO REDUCIDO EN CALIENTE
300S	300	400	390	24	26
300X	300	400	370	24	28
300Y	300	400	400	21	25
340S	340	440	440	22	24
340X	340	440	410	22	25
340Y	340	440	440	20	24
380X	380	480	450	20	23
380Y	380	480	480	18	22
420X	420	520	490	18	22
420Y	420	520	520	18	19
490X	490	590	560	14	20
490Y	490	590	590	12	19
550X	550	680	620	12	18
550Y	550	680	650	12	18

Fuente: High strength low alloyed (HSLA) steels. Elsevier Ltd 2016. Traducida por el autor.

Tabla que representa las propiedades mecánicas según designación de láminas de aceros HSLA laminadas en caliente, donde mayor es la designación mayores las propiedades mecánicas que este posee.

4.1.4.2.3 Aplicaciones de los aceros de alta resistencia de baja aleación

Tabla 11. Aplicaciones de los aceros de alta resistencia de baja aleación

GRADO	TIPO DE PRODUCTO	PROPIEDADES FUNCIONALES	APLICACIONES PRINCIPALES
HSLA 260-420	Laminados en caliente	conformado en frío	chasis, timón, rines y discos, y partes de suspensión
HSLA 550			
HSLA 750			
HSLA 320	Laminación en frío para galvanización por inmersión en caliente	conformado en frío	Partes de automoción que requieren ciertos niveles de estiramiento y características de paso profundo
HSLA 420			
HSLA 590			

Fuente: High strength low alloyed (HSLA) steels. Elsevier Ltd 2016. Traducida por el autor.

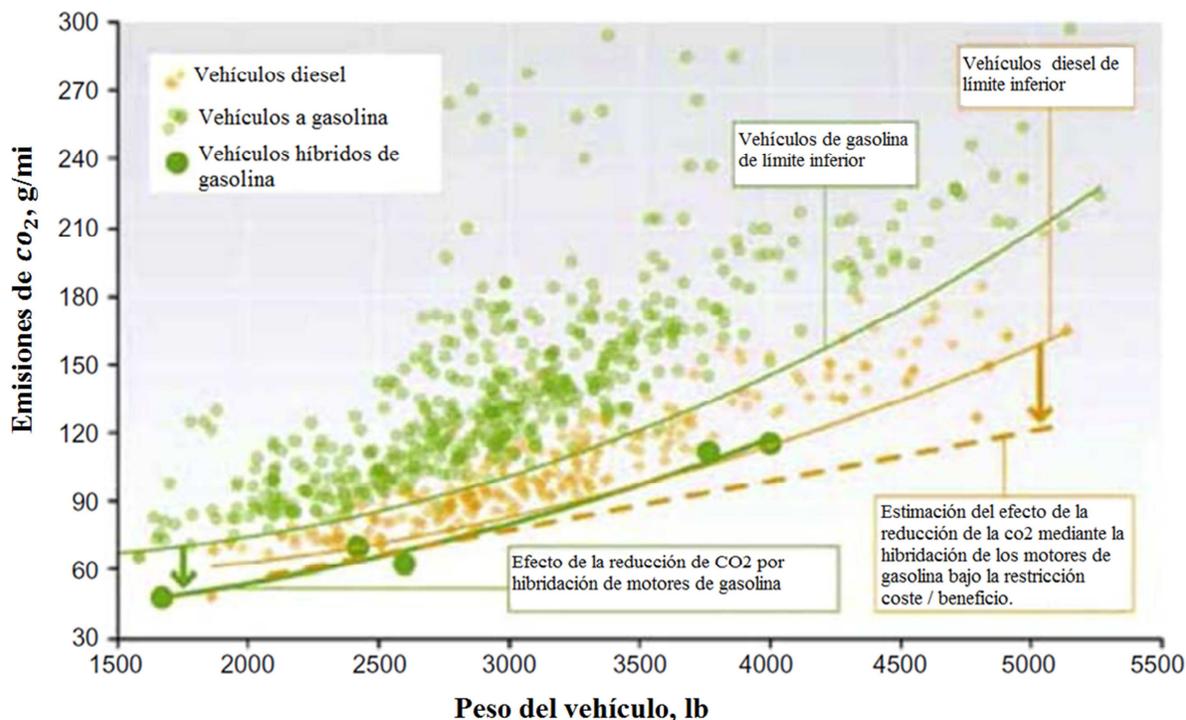


Figura 12. Emisiones de CO₂ con respecto al peso del vehículo.

Fuente: High strength low alloyed (HSLA) steels. Elsevier Ltd 2016. Traducida por el autor.

4.1.4.3 Aceros nanoestructurados

Los aceros han sido el material más popular e indispensable para estructuras de carrocerías de automóviles en el pasado, y recientemente en particular, varios tipos de aceros de alta resistencia (HSSs) se han desarrollado y aplicado a las estructuras corporales, lo que ha contribuido a una reducción de peso (Tsuji, 2012).

4.1.4.3.1 Láminas de acero de cementita ferrita nanoestructurada UFG-FC

4.1.4.3.1.1 Composición química

Tabla 12. Composición química (% en masa) de acero UFG-FC

C	Si	Mn	P	S	Al	Nb	B	N
0.10	0.01	2.00	0.002	0.0013	0.035	0.022	0.0015	0.0007

Fuente: Nanostructured steel for automotive body structures, Woodhead Publishing Limited 2012. Traducida

por el autor.

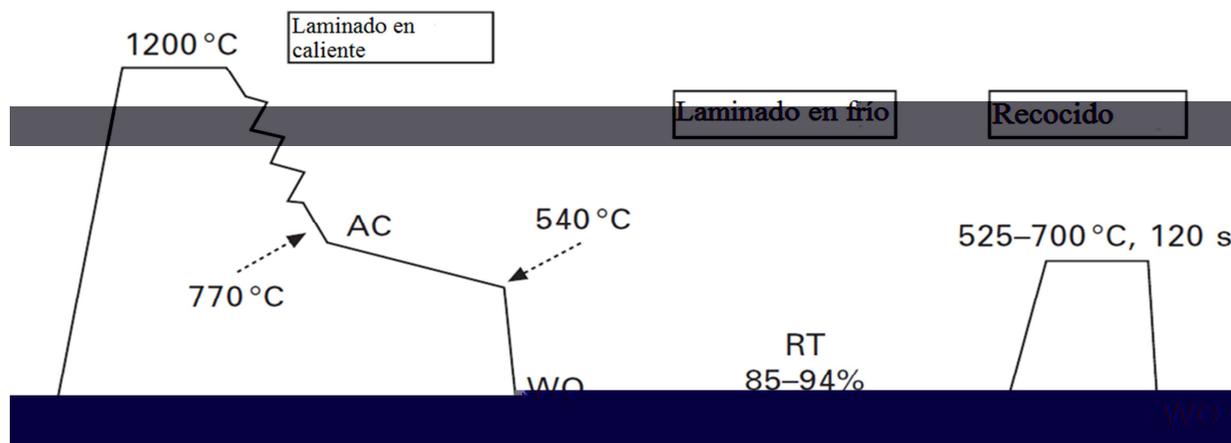


Figura 13. Ilustración esquemática que describe las condiciones de fabricación del acero UFG-FC.

Fuente: Nanostructured steel for automotive body structures, Woodhead Publishing Limited 2012. Traducida por el autor.

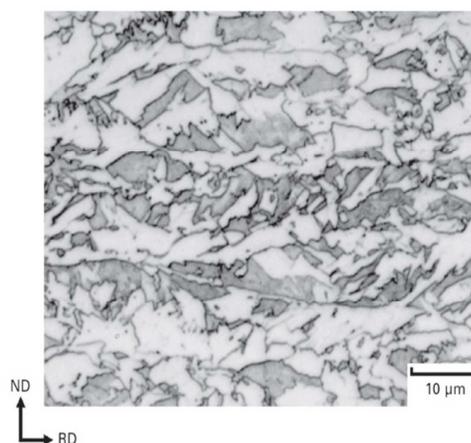


Figura 14. Micrografía óptica de la lámina laminada en caliente del acero UFG-FC. Observado desde TD.

Fuente: Nanostructured steel for automotive body structures, Woodhead Publishing Limited 2012. Traducida por el autor.

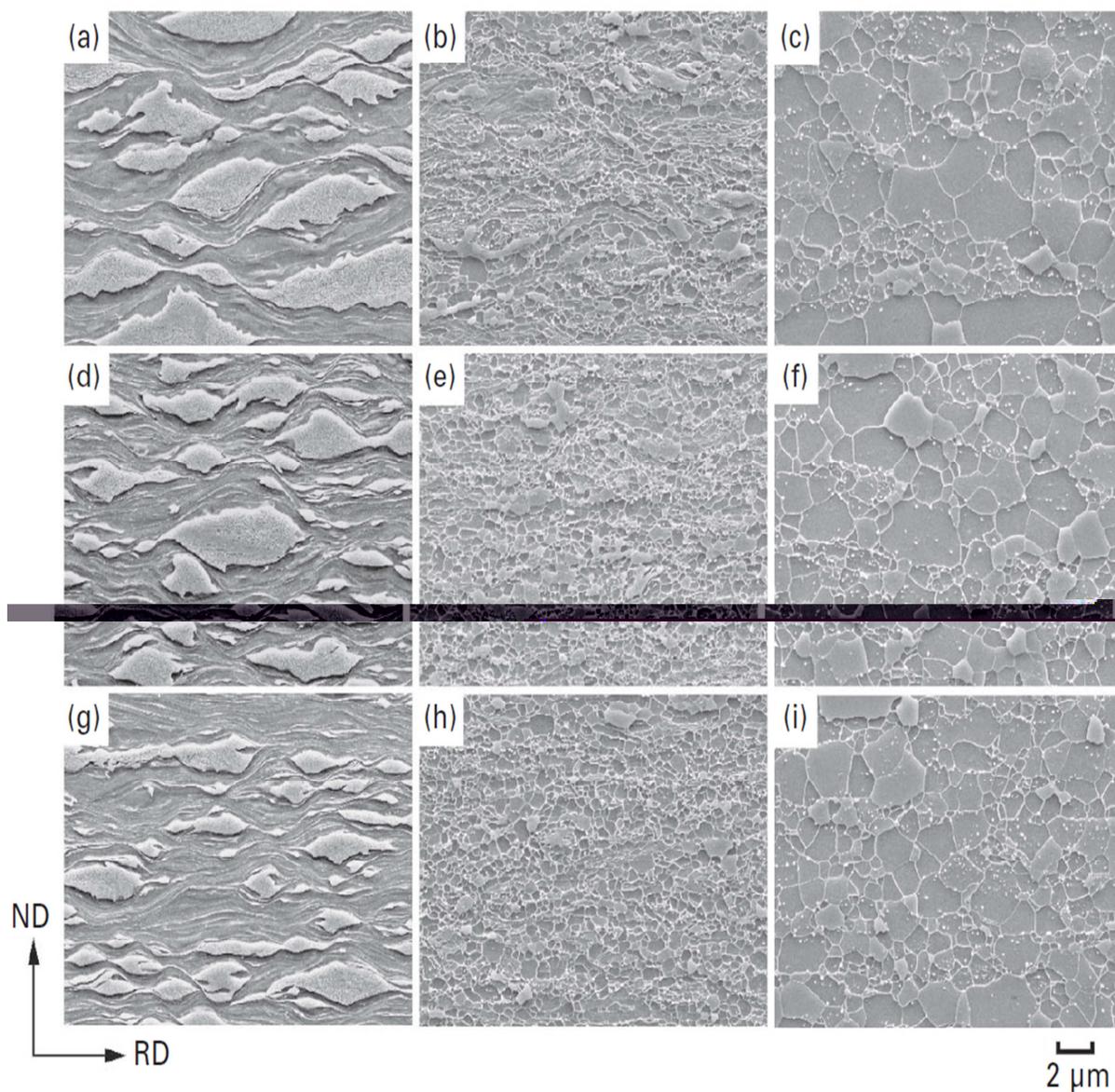


Figura 15. Microestructura espécimen laminado, recocidos y laminación en frío, (b), (e), (h), Especímenes recocidos a 650°C después del laminado en frío. Las reducciones de laminación en frío son (a), (b), (c), 85%, (d), (e), (f), 91% y (g), (h), (i), 94%. Observado desde TD

Fuente: Nanostructured steel for automotive body structures, Woodhead Publishing Limited 2012. Traducida por el autor.

4.1.4.3.1.2 Propiedades mecánicas

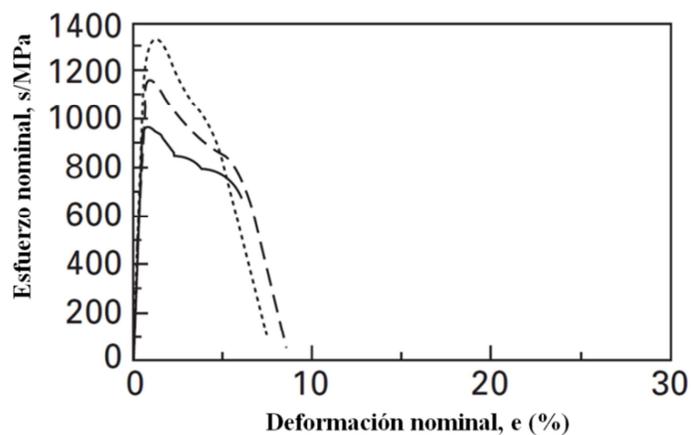


Figura 16. Curvas de esfuerzo-deformación nominal de las muestras de acero UFG-FC 91% laminadas en frío y recocidas a 620°C.

Fuente: Nanostructured steel for automotive body structures, Woodhead Publishing Limited 2012. Traducida por el autor.

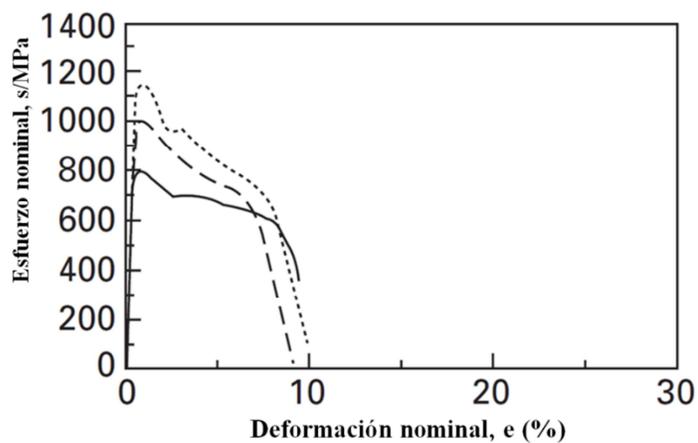


Figura 17. Curvas de esfuerzo-deformación nominal de las muestras de acero UFG-FC 91% laminadas en frío y recocidas a 635°C.

Fuente: Nanostructured steel for automotive body structures, Woodhead Publishing Limited 2012. Traducida por el autor.

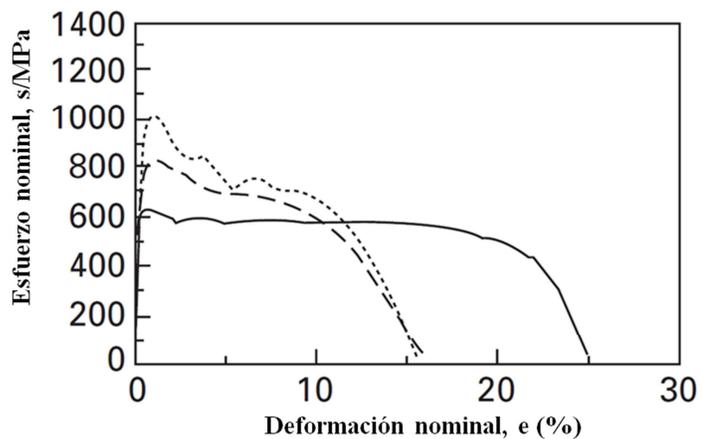


Figura 18. Curvas de esfuerzo-deformación nominal de las muestras de acero UFG-FC 91% laminadas en frío y recocidas a 670°C.

Fuente: Nanostructured steel for automotive body structures, Woodhead Publishing Limited 2012. Traducida por el autor.

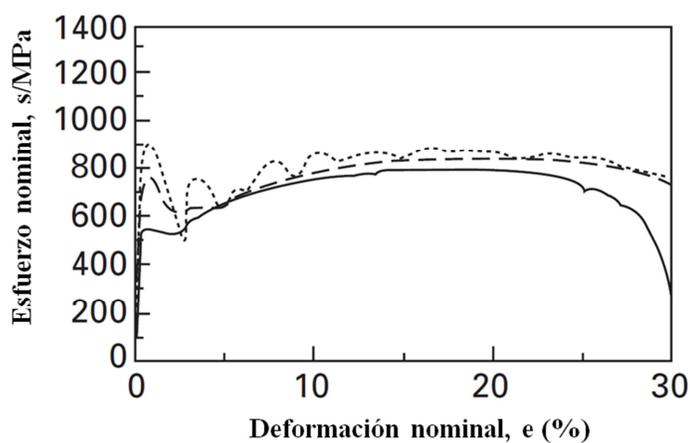


Figura 19. Curvas de esfuerzo-deformación nominal de las muestras de acero UFG-FC 91% laminadas en frío y recocidas a 700°C.

Fuente: Nanostructured steel for automotive body structures, Woodhead Publishing Limited 2012. Traducida por el autor.

Tabla 13. Propiedades mecánicas del acero UFG-FC

	Temperatura de recocido (°C)	Microestructura	tamaño principal del grano de grafito (μm)	0.2 % compensación de estrés (MPa)	Resistencia a la tracción (MPa)	Elongación total (%)
UFG-FC A	620	F-C	0.49	966	966	8.4
UFG-FC B	635	F-C	0.62	816	820	11.3
UFG-FC C	670	F-C	0.95	636	638	23.4
FCM	700	F-C-M	1.0	515	753	28.0

Fuente: Nanostructured steel for automotive body structures, Woodhead Publishing Limited 2012. Traducida

por el autor.

4.1.4.4 Acero de 700 MPa de alta resistencia de Q & P laminado en caliente.

Acero de 700 MPa de alta resistencia de Q & P laminado en caliente es un foco de investigación en el campo de acero de alta resistencia en la última década, que apunta principalmente a mejorar la resistencia y la plasticidad del acero simultáneamente, es decir, para mejorar el producto de la fuerza y la plasticidad del acero. Actualmente, se reconoce generalmente que el acero Q & P es un nuevo acero importante entre la tercera generación de acero avanzado de alta resistencia en el campo del acero para automóviles (Huanrong Wang, 2016).

4.1.4.4.1 Composición química Acero de 700 MPa de alta resistencia

Tabla 14. Composición química de una lámina de aleación basada en Al-Mg-Sí.

Realización n° (%peso)	C	Si	Mn	P	S	Al	N	Ti	O
1	0.15	1.55	2.52	0.006	0.0027	0.55	0.0032	0.010	0.0026
2	0.22	1.26	1.83	0.006	0.0022	0.83	0.0033	0.005	0.0024
3	0.28	1.37	2.95	0.009	0.0024	0.32	0.0046	0.015	0.0023
4	0.34	1.95	1.98	0.010	0.0023	0.99	0.0036	0.008	0.0028
5	0.40	1.72	1.55	0.012	0.0031	0.74	0.0040	0.013	0.0029

Fuente: Patente No US20160017449. Traducida por el autor.

4.1.4.4.2 Propiedades mecánicas Acero de 700 MPa de alta resistencia

Tabla 15. Propiedades mecánicas Acero de 700 MPa de alta resistencia.

Realización n° (% peso)	Propiedades mecánicas			
	Resistencia a la fluencia (MPa)	Resistencia a la tracción (MPa)	Tasa de elongación (%)	Razón elástica
1	738	1324	12	0.56
2	818	1458	12	0.56
3	834	1468	11	0.57
4	853	1436	11	0.59
5	910	1513	10	0.60

Fuente: Patente No US20160017449. Traducida por el autor.

4.1.4.4.3 Aplicaciones

Componentes estructurales automotrices (Huanrong Wang, 2016).

4.1.4.5 Aceros martensíticos con rendimiento de tensión de 1700 a 2200 MPa

La presente invención comprende una aleación de acero martensítico que tiene una resistencia a la tracción final de al menos 1700 MPa. Preferiblemente, la aleación puede tener una resistencia a la tracción final de al menos 1800 MPa, al menos 1900 MPa, al menos 2000 MPa o incluso al menos 2100 MPa. La aleación de acero martensítica puede tener una resistencia a la tracción final entre 1700 y 2200 MPa. La aleación de acero martensítico puede tener un alargamiento total de al menos 3,5% y más preferiblemente de al menos 5% (Rongjie & S., 2015).

4.1.4.5.1 Composición química aceros martensíticos.

Tabla 16. Composiciones químicas del acero investigado (% Peso)

Acero	C	Mn	Si	Ti	B	Al	N	S	P
28C	0.282	0.577	0.199	0.021		0.02	0.004	0.005	0.004
28C-2B	0.281	0.58	0.197	0.022	0.0016	0.022	0.0042	0.004	0.004
32C	0.321	0.578	0.195	0.021		0.021	0.0044	0.004	0.004
32C-2B	0.323	0.578	0.196	0.022	0.0017	0.032	0.0053	0.004	0.005
36C	0.363	0.58	0.196	0.022		0.025	0.0044	0.004	0.004

Fuente: Patente No US20150023835. Traducida por el autor.

4.1.4.5.2 Propiedades mecánicas aceros martensítico

Tabla 17. Propiedades mecánicas aceros martensítico.

Acero	Propiedades mecánicas del acero investigado		
	Resistencia a la fluencia (MPa)	Resistencia última a la tracción (MPa)	E total (%)
28C	1593	1908	4
28C-2B	1540	1838	3.2
32C	1644	2005	4.5
32C-2B	1569	1922	4.9
36C	1688	2080	3.5

Fuente: Patente No US20150023835. Traducida por el autor.

4.1.4.5.3 Aplicaciones

Los aceros martensíticos se utilizan cada vez más en aplicaciones que requieren una alta resistencia para el impacto lateral y la protección del vehículo sobre el rodillo, y se han utilizado durante mucho tiempo para aplicaciones tales como parachoques que se pueden laminar fácilmente (Rongjie & S., 2015).

4.1.4.6 Lámina de acero de alta resistencia laminada en frío que tiene excelente ductilidad.

La presente descripción se refiere a una lámina de acero de alta resistencia utilizada para materiales de construcción y medios de transporte, tales como vehículos y trenes y, más específicamente, a una lámina de acero laminada en frío de alta resistencia que tiene una ductilidad excelente (Lee, Kwak, Ryu, Sin, & Choo, 2017).

4.1.4.6.1 Composición química de una lámina de aleación basada en Al-Mg-Sí.

Tabla 18. Composición química de una lámina de aleación basada en Al-Mg-Sí.

tipo de acero	Composición química de una lámina de aleación basada en Al-Mg-Sí.						
	C	Si	Mn	Ni	P	S	Sol. Al
inventivo 1	0.15	1.51	2.21	—	0.011	0.005	0.03
inventivo 4	0.24	1.53	2.11	0.5	0.013	0.005	0.03
comparativo 1	0.08	1.38	1.71	—	0.011	0.005	0.04

Fuente: Patente No US20170051378. Traducida por el autor.

4.1.4.6.2 Propiedades mecánicas de una lámina de aleación basada en Al-Mg-Sí.

Tabla 19. Propiedades mecánicas de una lámina de aleación basada en Al-Mg-Sí.

Tipo de acero	Propiedades mecánicas		
	Resistencia a la fluencia (MPa)	Resistencia a la tracción (MPa)	Tasa de elongación (%)
1	576	850	28
2	591	986	26.9
3	463	644	32.7

Fuente: Patente No US20170051378. Traducida por el autor.

4.1.4.6.3 Aplicaciones

Componentes estructurales automotrices (Lee, Kwak, Ryu, Sin, & Choo, 2017).

4.1.4.7 Lámina de acero austenítico de hierro-carbono-manganeso con excelente resistencia al agrietamiento retrasado.

La invención se refiere a la fabricación de chapas laminadas en caliente y laminadas en frío a partir de aceros austeníticos de hierro-carbono-manganeso que tienen propiedades mecánicas muy elevadas, y especialmente una alta resistencia mecánica combinada con una excelente resistencia al craqueo retardado (Scott, Cugy, & Allely, 2016).

4.1.4.7.1 Propiedades químicas lámina de acero austenítico de hierro-carbono-manganeso, expresadas en porcentaje en peso.

Tabla 20. Propiedades químicas lámina de acero austenítico de hierro-carbono manganeso, expresadas en porcentaje en peso.

Lámina	Composiciones de acero, expresadas en porcentaje en peso.										
	C (%)	Mn (%)	Si (%)	Al (%)	S (%)	P (%)	N (%)	V (%)	Mo (%)	Ni (%)	Cu (%)
A	0.627	21.96	0.193	<0.040	<0.005	0.023	0.011	0.210	—	0.044	0.014
B	0.593	21.92	0.232	<0.040	<0.005	0.023	0.011	0.202	0.010	0.071	0.039
C	0.604	22.06	0.199	<0.040	<0.005	0.022	0.010	0.231	0.011	0.058	0.029
D	0.574	22.57	0.198	<0.040	<0.005	0.017	0.009	0.005	0.004	0.034	0.011

Fuente: Patente No US20160010187. Traducida por el autor.

4.1.4.7.2 Propiedades mecánicas lámina de acero austenítico.

Tabla 21. Propiedades mecánicas lámina de acero austenítico.

Lámina	UTS (MPa)	A (%)
A4	1150	51
A5	1155	50
A1	1147	50
C2	1150	53
A2	1136	56
C1	1150	51
B	1132	54
A3	1137	53
D	1056	60

Fuente: Patente No US20160010187. Traducida por el autor.

4.1.4.7.3 Aplicaciones

En vista de la economía de combustible y la seguridad en el caso de colisiones, los aceros de alta resistencia son cada vez más utilizados en la industria del automóvil. Esto requiere el uso de materiales estructurales que combinan una alta resistencia a la tracción con alta ductilidad (Scott, Cugy, & Allely, 2016).

4.1.5 Aleaciones de aluminio

En términos generales, la atracción del aluminio se basa en su baja densidad (2,69 g / cm³). La regla histórica al considerar las estructuras o subconjuntos hechos de alternativas al acero es que el peso se puede reducir aproximadamente a la mitad, pero el costo se duplica (Davies, 2012). Aunque la densidad del aluminio es un tercio de la del acero, no se puede lograr el potencial de reducción total porque el módulo (69 GPa) es considerablemente más bajo que el del acero (210 GPa), y como la rigidez es una influencia primaria en el diseño de la mayoría de las partes de la carrocería alguna compensación se debe hacer y el espesor aumentó (Davies, 2012).

Ventajas:

- baja densidad;
- resistencia a la corrosión;
- Fuerte base de suministro;
- Reciclabilidad. (Davies, 2012)

Desventajas:

- Peor conformabilidad que el acero;
- Menos fácil de soldar que el acero.
- Alto y fluctuante costo; (Davies, 2012)

La serie 5xxx se refiere a aleaciones de aluminio-magnesio mientras que las aleaciones 6xxx se refieren a aquellas con adiciones de magnesio más silicio. El segundo dígito indica modificaciones de aleación, y si es cero indica la aleación original; Los dos últimos dígitos no tienen significado especial más allá de la identificación de diferentes aleaciones (Davies, 2012).

Composición química**Tabla 22.** Composición química típica de las principales aleaciones AlMgSi

ALEACIÓN	NOMBRE COMERCIAL	CONTENIDO EN % DE PESO				
		Si	Fe	Cu	Mn	Mg
6016	Ac-121	1.1	0.2	0.08	0.7	0.4
6014	Ac-170	0.6	0.2	0.13	0.7	0.6
6016	Ac-140	1.0	0.2	0.04	0.7	0.5
6111		0.6	0.2	0.7	0.15	0.7

Fuente: Aluminium sheet for automotive applications. Woodhead Publishing Limited 2012. Traducida por el autor.

Designación acuerdo a AA o EN AW-, respectivamente

Tabla 23. Propiedades mecánicas típicas de las aleaciones principales de AlMgSi.

ALEACIÓN *	MARCA COMERCIAL	TEMPLAR (T4 O PX **)	0.2% PS (MPa)	UTS (MPa)	Ag (%)	A80 (%)	n_m	r_m	0.2% PS DEPUÉS DE 2% DE DEFORMACIÓN + 185°C POR 20 min (MPa)
6016	Ac-121	T4	95	205	22	26	0.30	0.7	140
6016	Ac-121	PX	100	210	22	26	0.29	0.84	215
6014	Ac-170	PX	90	195	22	25	0.29	0.68	220
6014	Ac-140	PX	115	230	22	26	0.29	0.7	240
6011		PX	125	245	22	25	0.27	0.65	255

Fuente: Aluminium sheet for automotive applications. Woodhead Publishing Limited 2012. Traducida por el autor.

* Designación acuerdo a AA o EN AW-, respectivamente

** pre-envejecido

4.1.5.1 Aleación de aluminio de micro aleación de tierra rara para el riel de guía del tragaluz de un automóvil.

4.1.5.1.1 Ejemplo 1

4.1.5.1.1.1 Composición química

Tabla 24. Composición química Aleación de aluminio con micro aleación de tierras raras.

ELEMENTO QUÍMICO	Si	Fe	Cu	Zn	Mg	Mn	Cr	Ti	Re	Er	Al
contenido %	0.3	0.35	0.1	0.1	0.6	0.1	0.1	0.1	0.3	0.4	El resto

Fuente: Patente No CN105970036. Traducida por el autor.

4.1.5.1.1.2 Propiedades mecánicas

Resistencia a la tracción de 365MPa, límite de elasticidad 256MPa, dur.479431(4) 4 res.

4.1.5.1.2 Ejemplo 2

4.1.5.1.2.1 Composición química

Tabla 25. Composición química Propiedades mecánicas Aleación de aluminio de micro aleación de tierras raras.

ELEMENTO QUÍMICO	Si	Fe	Cu	Zn	Mg	Mn	Cr	Ti	Re	Er	Al
contenido %	0.3	0.35	0.1	0.1	0.6	0.1	0.1	0.1	0.3	0.4	El resto

Fuente: Patente No CN105970036. Traducida por el autor.

4.1.5.1.2.2 Propiedades mecánicas Aleación de aluminio de micro aleación de tierras raras ejemplo 2

Resistencia a la tracción de 408MPa, límite de elasticidad 381MPa, dureza HB200, elongación 13,5%, la profundidad máxima a la corrosión intergranular de 0,0 5 mm.

4.1.5.1.3 Ejemplo 3

4.1.5.1.3.1 Composición química

Tabla 26. Composición química Aleación de aluminio de micro aleación de tierras raras.

ELEMENTO QUÍMICO	Si	Fe	Cu	Zn	Mg	Mn	Cr	Ti	Re	Er	Al
contenido %	0.6	0.35	0.1	0.1	0.9	0.1	0.1	0.1	0.5	0.5	El resto

Fuente: Patente No CN105970036. Traducida por el autor.

4.1.5.1.3.2 Propiedades mecánicas

Resistencia a la tracción de 422 MPa, límite de elasticidad 389MPa, dureza de HB210, elongación 12,9%, la profundidad máxima a la corrosión intergranular de 0,0 de 4 mm. (Xia Xinming, 2016).

4.1.5.2 Aleaciones aluminio-magnesio-litio

Las aleaciones de aluminio son útiles en una variedad de aplicaciones. Sin embargo, la mejora de una propiedad de una aleación de aluminio sin degradar otra propiedad es evasiva. Por ejemplo, es difícil aumentar la resistencia de una aleación sin disminuir la tenacidad de una

aleación. Otras propiedades de interés para las aleaciones de aluminio incluyen resistencia a la corrosión y resistencia a la fatiga, por nombrar dos (Bovard, Rioja, Sawtell, & Mooy., 2015).

4.1.5.2.1 Ejemplo 1

4.1.5.2.1.1 Composición química aleación aluminio-magnesio-litio

Tabla 27. Ejemplo 1 Composiciones de la aleación

Aleación	Mg	Li	Cu	Zn
1	2.89	0.00	0	0
2	2.80	0.21	0	0
3	2.90	0.87	0	0
4	2.80	1.20	0	0
5	2.70	1.60	0	0
6	5.03	0.00	0	0
7	4.75	0.23	0	0
8	4.75	0.87	0	0
9	4.55	1.20	0	0
10	5.55	0.85	0	0
11	5.04	0.00	0.19	0.54
12	4.50	0.86	0.18	0.46

Fuente: Patente No US20150376740. Traducida por el autor.

4.1.5.2.1.2 Propiedades mecánicas

Tabla 28. Propiedades mecánicas aleación ejemplo 2 aluminio-magnesio-litio.

Aleación	Temperatura de terminación del laminado en caliente. °F	TYS (MPa)	UTS (MPa)	E (%)
1	500-550	173.75	246.83	28.4
2	500-550	167.54	261.31	24.9
3	400-450	224.1	318.53	15.2
4	400-450	241.31	334.39	12.9
5	400-450	246.1	365.4	11.8
6	400-450	246.1	344.73	24.1
7	400-450	253.7	366.8	17.0
8	500-550	217.18	357.14	23.5
9	400-450	264.06	384.72	19.1
10	400-450	268.89	396.448	18.9
11	400-450	278.54	389.55	17.5
12	400-450	269.58	391.6	16.4

Fuente: Patente No US20150376740. Traducida por el autor.

4.1.5.3 Ejemplo 2

4.1.5.3.1 Composición química de la aleación del ejemplo 2

Tabla 29. Ejemplo 2 Composiciones de la aleación aluminio-magnesio-litio

Aleación	Mg	Li	Zn	Cu	Ag
13	4.42	2.01	0.96	0.35	0.24
14	4.33	2.09	1.87	0.35	0.23
15	4.53	2.13	0.97	0.95	0.24
16	4.48	2.18	1.92	0.95	0.24
17	4.41	2.03	0.97	0.35	0.65
18	4.38	2.04	1.90	0.36	0.65
19	4.41	2.06	0.98	0.95	0.66
20	4.36	2.12	1.89	0.89	0.62
21	4.37	2.08	1.44	0.65	0.44
22	4.31	2.22	2.82	0.64	0.43
23	4.43	2.16	1.44	1.85	0.45
24	4.45	2.18	1.48	0.68	0.91
25	4.45	2.06	1.45	0.67	0.45
26	4.40	2.13	1.45	0.67	0.44

Fuente: Patente No US20150376740. Traducida por el autor.

) (Bovard, Rioja, Sawtell, & Mooy., 2015).

4.1.5.3.2 Propiedades mecánicas de las aleaciones del ejemplo 2

Tabla 30. Propiedades mecánicas de las aleaciones del ejemplo 2.

Aleación	TYS (MPa)	UTS (MPa)	E (%)
13	408.16	455.05	6.4
14	414.37	453	3.9
15	383.3	428.16	5.2
16	395.06	427.47	5.2
17	443.3	475.04	3.7
18	409.54	442.64	4.5
19	373.69	410.23	5.9
20	364.7	409.54	4.6
21	384.03	426.09	7.1
22	381.28	415.06	4.8
23	366.8	408.85	6.1
24	385.4	417.8	3.5
25	386.106	415.06	5.5
26	369.55	400.58	4.6

Fuente: Patente No US20150376740. Traducida por el autor.

4.1.5.3.3 Aplicaciones

Las nuevas aleaciones de aluminio descritas en este documento pueden usarse en una variedad de aplicaciones, tales como en aplicaciones automotrices y / o aeroespaciales, entre otras. En una realización, las nuevas aleaciones de aluminio se utilizan en una aplicación aeroespacial, tales como pieles de ala (superior e inferior) o largueros / refuerzos, piel o largueros del fuselaje, costillas, marcos, largueros, mamparos, marcos circunferenciales, empenaje Y estabilizadores verticales), vigas del piso, pistas del asiento, puertas, y componentes de la superficie de control (por ejemplo, timones, alerones) entre otros. En otra realización, las nuevas aleaciones de aluminio se utilizan en una aplicación para automóviles, tales como paneles de cierre (por ejemplo, capuchas, guardabarros, puertas, techos y tapas de maletero, entre otros), ruedas y aplicaciones de resistencia crítica, (Por ejemplo, columnas, refuerzos), entre otros. En otra realización más, las nuevas aleaciones de aluminio se utilizan en una aplicación marina, tal como para buques y barcos (por ejemplo, cascos, cubiertas, mástiles y superestructuras, entre otros) (Bovard, Rioja, Sawtell, & Mooy., 2015).

4.1.5.4 Material de aleación de aluminio que tiene resistencia adhesiva excepcional

4.1.5.4.1 Composición química de una lámina de aleación basada en Al-Mg-Sí.

Tabla 31. Composición química de una lámina de aleación basada en Al-Mg-Sí.

Mg	Si	Sn	Fe	Mn	Ti	Cu
0.55	1.02	0.05	0.17	0.06	0.01	0.16

Fuente: Patente No US20170175238. Traducida por el autor.

4.1.5.4.2 Propiedades mecánicas aleación basada en Al-Mg-Sí.

Tabla 32. Propiedades mecánicas aleación basada en Al-Mg-Sí.

Como 0,2% de tensión de prueba (MPa)	0,2% de tensión de prueba Después de bh (MPa)	Incremento tensión de prueba (MPa)
104	231	127

Fuente: Patente No US20170175238. Traducida por el autor.

4.1.5.4.3 Aplicaciones

Cuerpo estructural de panel y cuerpo de refuerzo (Tatsumi, Takada, & Ozawa, 2017).

4.1.5.5 Placa de aleación de aluminio que tiene excelente capacidad de maleabilidad y propiedades de endurecimiento en horno.

4.1.5.5.1 Composición química de una aleación de aluminio que tiene excelente capacidad de maleabilidad

Tabla 33. Composición química de una aleación de aluminio que tiene excelente capacidad de maleabilidad

Aleación	Mg	Si	Sn	Fe	Mn	Ti	Cu	V
1	0.58	0.90	0.050	0.2				
2	0.40	0.82	0.039	0.2	0.05		0.12	
3	0.39	1.18	0.058	0.2		0.01		0.2

Fuente: Patente No US2017017523. Traducida por el autor.

Se presentan la composición química de varios ejemplos de diferentes aleaciones que tienen excelente propiedades de maleabilidad.

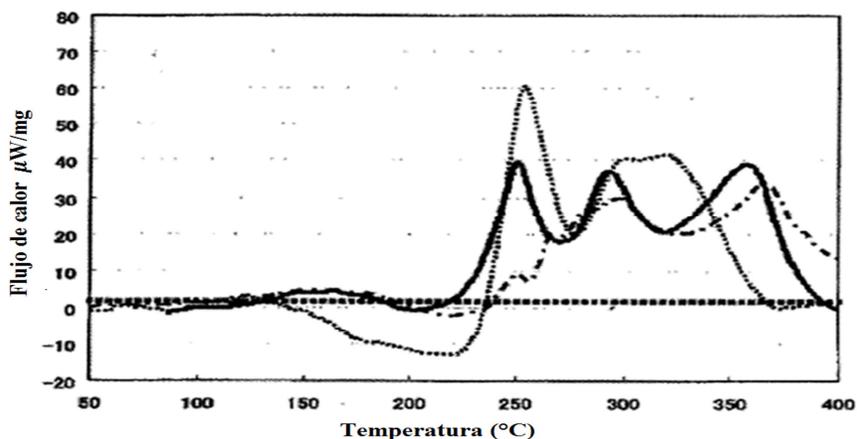


Figura 20. Análisis térmico de una aleación de aluminio que tiene excelente capacidad de maleabilidad y propiedades de endurecimiento.

Fuente: Patente No US20170175231. Traducida por el autor.

4.1.5.5.2 Propiedades mecánicas

Tabla 34. Propiedades mecánicas aleación de aluminio que tiene excelente.

Aleación	0,2% de tensión de prueba (MPa)	0,2% de tensión de prueba Después de bh (MPa)	Incremento tensión de prueba (MPa)
1	147	262	115
2	144	261	117
3	150	269	119

Fuente: Patente No US20170175231. Traducida por el autor.

4.1.5.5.3 Aplicación

Las láminas de aleación de aluminio de la serie 6000 se pueden utilizar en aplicaciones extendidas a paneles de automoción, en particular, paneles exteriores en los que pueden surgir problemas relacionados con el diseño de hermosas configuraciones de superficie curvada, líneas de caracteres, etc. (Shishido, MatsumotoA, & Aruga, 2017).

4.1.5.6 Aleación de aluminio con adiciones de escandio, circonio y erbio

4.1.5.6.1 Composición química

Las composiciones de Aleaciones 1-3 en el estado de moldeado, tal como se miden por espectroscopia de emisión de plasma de corriente continua ("DCPMS") y tomografía de Sonda de átomos de electrodo local en 3-D ("LEAP"), se proporcionan en la Tabla siguiente (Huskamp, Booth-Morrison, Dunand, Seidman, Boileau, & Ghaffari., 2017).

Tabla 35. Composición química aleación de aluminio con adiciones de escandio, circonio y erbio

Aleación	Composición medida (DCPMS)			Composición medida (3-D LEAP)		
	Zr	Sc	Er	Zr	Sc	Er
1	0.052	0.067	—	0.0256	0.0685	—
2	0.035	0.047	0.01	0.0198	0.0476	0.0038
3	0.035	0.042	0.019	0.02	0.0394	0.0046

Fuente: Patente No US20170016101. Traducida por el autor.

4.1.5.6.2 Propiedades mecánicas

Los valores de microdureza de las dos aleaciones que contienen Er, Aleaciones 2 y 3, durante el envejecimiento isotérmico a 400 °C son comparables en toda la gama de tiempos de envejecimiento. Ambas aleaciones presentan un aumento de microdureza después de 0,5 min, con un aumento concomitante en la conductividad eléctrica. Después de 0,5 h de envejecimiento, los valores de microdureza de las aleaciones 1 y 2 son 422 ± 12 y 414 ± 11 MPa, respectivamente. Esto contrasta dramáticamente con la aleación libre de Er (Aleación 1), cuya microdureza no aumenta más allá del valor homogeneizado de 199 ± 14 MPa después de 0,5 h, y logra un pico de microdureza de sólo 243 ± 3 MPa después de 8 días a 400 °C. Por el contrario, la microdureza de la aleación 2 alcanza un valor de 461 ± 15 MPa después de 2 días y disminuye ligeramente a 438 ± 21 MPa después de 64 días de envejecimiento a 400°C. La aleación 3 tiene una microdureza máxima de 451 ± 11 MPa después de un día de envejecimiento, y tiene la misma microdureza, dentro de la incertidumbre, de 448 ± 21 MPa después de 64 días a 400°C. Los valores de microdureza de las aleaciones 2 y 3 disminuyen para los tiempos de envejecimiento de 128 y 256 días debido a la acumulación de precipitados. Las conductividades eléctricas de las aleaciones 2 y 3 aumentan constantemente durante los primeros 1-2 días, a medida que avanza la precipitación. Entre 2 y 64 días, las conductividades eléctricas de ambas aleaciones alcanzan mesetas, lo que indica que la mayor parte del soluto disponible ha precipitado fuera de la solución. Las conductividades eléctricas de las aleaciones 2 y 3 aumentan ligeramente después de 128 y 256 días de envejecimiento, ya que las aleaciones continúan acercándose lentamente al equilibrio.

(Huskamp, Booth-Morrison, Dunand, Seidman, Boileau, & Ghaffari., 2017)

4.1.5.6.3 Aplicaciones

Las aleaciones de hierro fundido y de titanio son actualmente el material de elección para ciertas aplicaciones de alta temperatura, tales como chasis de automoción y componentes de transmisión, componentes de motores para automóviles y aeronaves, componentes estructurales de motores de aeronaves y estructuras y estructuras de fuselaje. Sin embargo, las aleaciones diluidas de aluminio-zirconio-escandio (Al-Zr-Sc), donde el escandio y el zirconio están por debajo de sus límites de solubilidad, son excelentes alternativas al hierro fundido y aleaciones de titanio en aplicaciones de alta temperatura (Huskamp, Booth-Morrison, Dunand, Seidman, Boileau, & Ghaffari., 2017).

4.1.5.7 Aleación AlSiMgCu de alto rendimiento.

4.1.5.7.1 Propiedades químicas

Tabla 36. Composición química de una lámina de aleación basada en Al-Mg-Si. (% peso)

Aleación	(% peso)								
	Si	Cu	Mg	Zn	Ag	Fe	Sr	Ti	B
Al—9Si—0.5Mg	8.87	0.021	0.48	0	0	0.079	0.0125	0.05	0.003
Al—9Si—0.35Mg— 0.75Cu—4Zn	9.01	0.75	0.37	4.03	0	0.077	0.0125	0.031	0.003
Al—9Si—0.45Mg— 0.75Cu—4Zn	9.09	0.75	0.46	4.02	0	0.081	0.0125	0.04	0.003
Al—9Si—0.45Mg— 0.75Cu	9.18	0.76	0.45	0	0	0.083	0.0125	0.042	0.003
Al—9Si—0.5Mg— 0.75Cu	9.02	0.77	0.49	0	0	0.081	0.0125	0.013	0.003
Al—9Si—0.35Mg— 1.25Cu	9.02	1.25	0.34	0	0	0.088	0.0125	0.03	0.003
Al—9Si—0.45Mg— 1.25Cu	9.11	1.28	0.44	0	0	0.082	0.0125	0.04	0.003
Al—9Si—0.55Mg— 1.25Cu	8.99	1.27	0.53	0	0	0.1	0.0125	0.04	0.003
Al—9Si—0.35Mg— 1.75Cu	9.29	1.83	0.37	0	0	0.08	0.0125	0.048	0.003
Al—9Si—0.35Mg— 1.75Cu—0.5Ag	8.88	1.78	0.35	0	0.5	0.081	0.0125	0.044	0.003

Fuente: Patente No US20170016092. Traducida por el autor.

4.1.5.7.2 Propiedades mecánicas

Tabla 37. Propiedades mecánicas (envejecido a 155°C por 15 horas)

Aleación	UTS (MPa)	TYS (MPa)	E (%)	Q (MPa)
Al—9Si—0.5Mg	405.8	323.3	8.3	543.2
Al—9Si—0.35Mg—0.75Cu—4Zn	431.5	342.0	5.5	542.6
Al—9Si—0.45Mg—0.75Cu—4Zn	460.5	370.5	5.5	571.6
Al—9Si—0.45Mg—0.75Cu	451.5	339.0	6.5	573.4
Al—9Si—0.5Mg—0.75Cu	426.0	317.3	8.0	561.5
Al—9Si—0.35Mg—1.25Cu	411.2	299.2	7.3	540.2
Al—9Si—0.45Mg—1.25Cu	424.3	328.0	4.8	525.8
Al—9Si—0.55Mg—1.25Cu	444.8	336.5	6.0	561.6
Al—9Si—0.35Mg—1.75Cu	465.7	325.0	9.0	608.8
Al—9Si—0.35Mg—1.75Cu—0.5Ag	463.3	343.0	7.5	594.5

Fuente: Patente No US20170016092. Traducida por el autor.

La aleación de aluminio fundido Al—9Si—0.35Mg—1.75Cu después de un tratamiento térmico de envejecido de 15 horas presenta la mayor resistencia última a la tracción con una resistencia de 465,7MPa y el mayor porcentaje de elongación con una elongación de 9.0 (Yan & Lin., 2017).

Tabla 38. Propiedades mecánicas (envejecido a 155°C por 30 horas)

Aleación	UTS (MPa)	TYS (MPa)	E (%)	Q (MPa)
Al—9Si—0.5Mg	398.5	326.5	6.5	520.4
Al—9Si—0.35Mg—0.75Cu—4Zn	433.5	358.0	4.5	531.5
Al—9Si—0.45Mg—0.75Cu—4Zn	469.0	378.5	7.0	595.8
Al—9Si—0.45Mg—0.75Cu	450.5	354.8	5.0	555.3
Al—9Si—0.5Mg—0.75Cu	442.8	348.2	6.7	566.4
Al—9Si—0.35Mg—1.25Cu	436.3	326.3	7.0	563.1
Al—9Si—0.45Mg—1.25Cu	453.8	353.0	5.8	567.7
Al—9Si—0.55Mg—1.25Cu	460.3	365.3	4.8	561.8
Al—9Si—0.35Mg—1.75Cu	459.5	355.3	5.5	570.6
Al—9Si—0.35Mg—1.75Cu—0.5Ag	471.7	364.5	6.3	591.9

Fuente: Patente No US20170016092. Traducida por el autor.

La aleación de aluminio fundido Al—9Si—0.35Mg—1.75Cu—0.5Ag después de un tratamiento térmico de envejecido de 30 horas presenta la mayor resistencia última a la tracción con una resistencia de 471,7 MPa (Yan & Lin., 2017).

Tabla 39. Propiedades mecánicas (envejecido a 155°C por 60 horas)

Aleación	UTS (MPa)	TYS (MPa)	E (%)	Q (MPa)
Al—9Si—0.5Mg	398.7	340.2	5.3	507.7
Al—9Si—0.35Mg—0.75Cu—4Zn	446.8	366.0	6.5	568.7
Al—9Si—0.45Mg—0.75Cu—4Zn	465.3	390.7	5.0	570.2
Al—9Si—0.45Mg—0.75Cu	464.0	373.5	6.5	585.9
Al—9Si—0.5Mg—0.75Cu	442.5	364.5	6.0	559.2
Al—9Si—0.35Mg—1.25Cu	446.5	342.8	6.5	568.4
Al—9Si—0.45Mg—1.25Cu	455.3	375.8	4.0	545.6
Al—9Si—0.55Mg—1.25Cu	475.8	385.0	4.8	577.3
Al—9Si—0.35Mg—1.75Cu	478.8	386.3	5.0	583.6
Al—9Si—0.35Mg—1.75Cu—0.5Ag	471.0	389.3	4.5	569.0

Fuente: Patente No US20170016092. Traducida por el autor.

La aleación de aluminio fundido Al—9Si—0.35Mg—1.75Cu después de un tratamiento térmico de envejecido de 60 horas presenta la mayor resistencia última a la tracción con una resistencia de 478,8 MPa (Yan & Lin., 2017).

4.1.5.7.3 Aplicaciones

Las nuevas aleaciones de aluminio fundido pueden ser utilizadas en una variedad de aplicaciones, incluyendo aplicaciones de motor (por ejemplo, como una cabeza de cilindro, como un bloque de cilindro / motor) y Aplicaciones automotrices (por ejemplo, componentes de suspensión y estructurales, varillas de conexión), entre otros (Yan & Lin., 2017).

4.1.5.8.2 Propiedades mecánicas aleación fundible de al-zn-mg-cu-zr

Tabla 41. Propiedades mecánicas aleación fundible de al-zn-mg-cu-zr

Aleación	Resistencia a la fluencia (MPa)	Resistencia última a la tracción (MPa)	E (%)	Segundo paso el tiempo de envejecimiento, horas a 340°F
1	322.5	377.0	11.0	16.0
2	326.0	381.5	12.0	16.0
3	328.0	381.5	12.0	24.0
4	295.5	339.5	16.0	4.0
5	315.0	372.0	13.5	16.0
6	263.5	318.0	16.0	16.0
7	299.5	352.0	13.0	16.0
8	310.0	362.5	15.0	16.0
9	304.5	355.0	13.0	16.0
10	350.0	402.0	17.0	16.0
11	357.0	407.0	13.0	16.0
12	362.3	415.0	13.0	16.0
13	366.0	418.0	16.0	16.0
14	376.0	431.0	14.0	16.0
15	371.3	422.4	11.5	4.0
16	387.8	434.9	11.0	4.0
17	398.5	445.3	9.5	4.0
18	304.5	351.0	14.5	4.0
19	293.5	341.0	16.0	4.0
20	299.0	342.0	18.0	4.0

Fuente: Patente No US20150247229. Traducida por el autor.

Tabla que expresa Propiedades mecánicas de diferentes aleaciones fundibles de al-zn-mg-cu-zr, donde la aleación 17 presenta la mayor resistencia última a la tracción con una resistencia de 445,3 y la aleación 10 presenta el mayor porcentaje de elongación con una elongación del 17%.

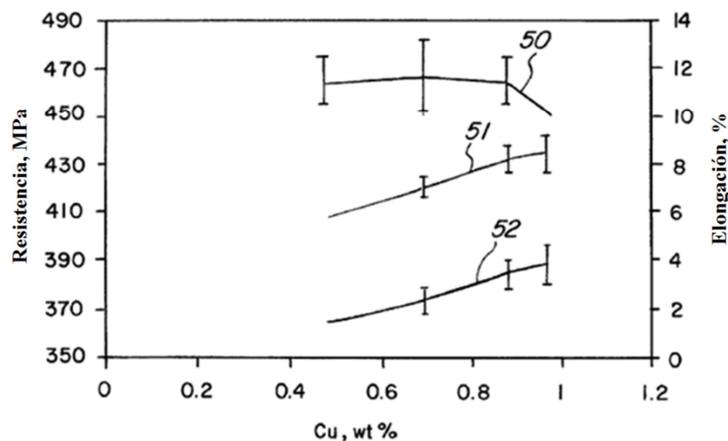


Figura 22. Propiedades mecánicas por porcentaje de Cu.

Fuente: Patente No US20150247229. Traducida por el autor.

4.1.5.8.3 Aplicaciones

Esta invención se refiere en general a aleaciones de aluminio para piezas fundidas para formas de automóviles y aeroespaciales que tienen alta resistencia a la tracción y alta resistencia al agrietamiento por corrosión por tensión (SCC).

Las piezas de aluminio fundido se utilizan en aplicaciones estructurales en suspensiones de automóviles para reducir el peso. El grupo de aleaciones más comúnmente utilizado, Al7SiMg, tiene límites de resistencia bien establecidos. En aplicaciones donde se requiere alta resistencia, se usan típicamente productos forjados. Los productos forjados son desventajosamente más caros que los productos fundidos. Pueden realizarse considerables ahorros de costos tanto en aplicaciones automotrices como aeroespaciales si los productos fundidos se pueden usar para reemplazar productos forjados con poca o ninguna pérdida de resistencia. Rendimiento de alargamiento, resistencia a la corrosión general. Resistencia a la corrosión por estrés y resistencia a la fatiga (Lin, y otros, 2015).

4.1.5.9 Aleación de aluminio de alta elasticidad que incluye compuesto de titanio.

4.1.5.9.1 Composición química

Una aleación de aluminio de alta elasticidad que incluye un compuesto de titanio, que comprende Ti y B, en la que una relación de composición de Ti y B está en el intervalo de aproximadamente 3,5 a aproximadamente 6: 1, B se incluye en un contenido de aproximadamente 0,5 a 2% en peso Sobre el peso total de la aleación de aluminio de alta elasticidad, y ambas fases de Al_3Ti y TiB_2 se incluyen como una fase de refuerzo.

Propiedades mecánicas (Park & Lee, 2015).

- Silicio en una cantidad de aproximadamente 5,0 a 13,0% en peso;
- Hierro en una cantidad de aproximadamente 0,0 a 1,3% en peso;
- Manganeso en una cantidad de aproximadamente 0,0 a 0,5% en peso;
- Manganeso en una cantidad de aproximadamente 0,0 a 0,5% en peso;
- Magnesio en una cantidad de aproximadamente 0,0 a 0,3% en peso;
- Zinc en una cantidad de aproximadamente 0,0 a 1,0% en peso;
- Níquel en una cantidad de aproximadamente 0,0 a 0,5% en peso;
- Estaño en una cantidad de aproximadamente 0,0 a 0,3% en peso;
- Cobre en una cantidad de aproximadamente 1,5 a 3,5% en peso;
- Boro (B) en una cantidad de aproximadamente 0,5 a 2% en peso;
- Titanio (Ti) incluido de manera que una proporción de composición de Ti y B esté en el intervalo de aproximadamente 3,5 a aproximadamente 6: 1;
- Aluminio como el resto (Park & Lee, 2015).

Basado en el peso total de la aleación de aluminio de alta elasticidad, en el que ambas fases Al_3Ti y TiB_2 se incluyen en ella como una fase de refuerzo (Park & Lee, 2015).

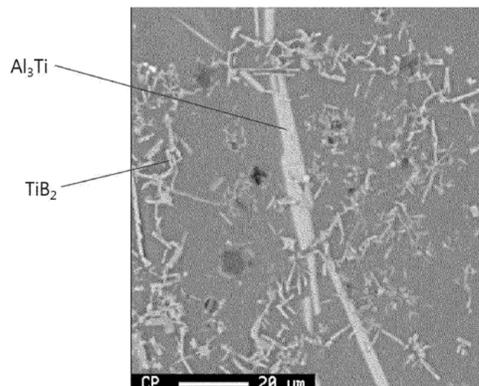


Figura 23. Vista microscópica de una aleación de aluminio de acuerdo con una realización ejemplar de la presente invención en la que se incluyen simultáneamente fases Al_3Ti y TiB_2 .

Fuente: Patente No US20150240333. Traducida por el autor.

4.1.5.9.2 Propiedades mecánicas

Tabla 42. Propiedades mecánicas aleación de aluminio de alta elasticidad que incluye compuesto de titanio.

Aleación	Módulo de elasticidad (GPa)
Al	66.3
Si	161
Al_7Cu_4Ni	245
TiB_2	564
AlB_2	234
Al_3Ti	220
$Al_5Cu_2Mg_8Si_6$	245

Fuente: Patente No US20150240333. Traducida por el autor.

Tabla que expresa el módulo de distintas aleaciones, siendo la aleación TiB_2 la que presenta mejor características con un módulo de elasticidad de 564 GPa (Park & Lee, 2015).

4.1.5.9.3 Aplicaciones

Aplicaciones automotrices estructurales (Park & Lee, 2015).

4.1.5.10 Aluminio fundido a alta presión (HPDC) para aplicaciones automotrices.

El foco principal se centra en las aleaciones de aluminio fundido a alta presión (HPDC) y en los factores impulsores que conducen al uso actual de aleaciones de fundición de primera calidad. Se describen la composición química, las propiedades mecánicas y las características específicas de Silafont®-36, Magsimal®-59 y Castasil®-37.

4.1.5.10.1 Aleaciones de AlSi termotratables- Silafont®-36

4.1.5.10.1.1 Composición química

Silafont® Se basa en el aluminio primario puro del 99.8%. Tiene un contenido medio de silicio del 10,5%, proporcionando una excelente capacidad de moldeo (F. Casarotto, 2012).

Tabla 43. Porcentaje de composición química de Silafont®-36

	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ti	Sr	Total de otros
mínimo	9.5			0.5	0.1		0.04	0.010	
máximo	11.5	0.15	0.03	0.8	0.5	0.07	0.15	0.020	0.1

Fuente: High-pressure die-cast (HPDC) aluminium alloys for automotive applications. Woodhead Publishing Limited 2012. Traducida por el autor.

4.1.5.10.1.2 Propiedades mecánicas Silafont®-36

La característica clave que distingue a Silafont®-36 de otras aleaciones AlSiMg de HPDC es su alta elongación en el estado de fundición. Las propiedades típicas del Silafont®-36 son una resistencia a la fluencia de 120-150 MPa combinado con una elongación de 5-12%. La presencia de magnesio permite el tratamiento térmico con o sin solución de las piezas fundidas (F. Casarotto, 2012).

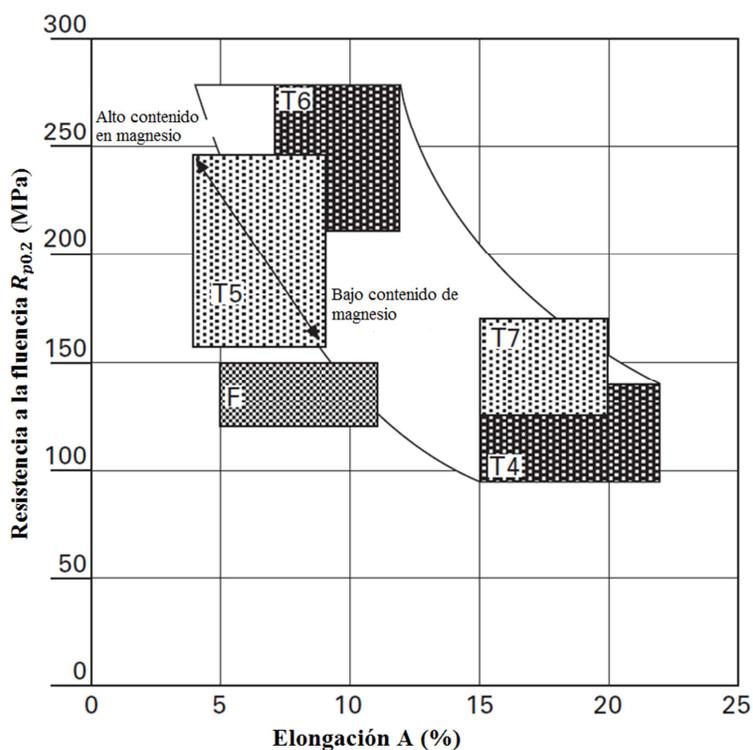


Figura 24. Rendimiento y elongación de Silafont®-36, según diferentes contenidos de magnesio y tratamientos térmicos.

Fuente: High-pressure die-cast (HPDC) aluminium alloys for automotive applications. Woodhead Publishing Limited 2012. Traducida por el autor.

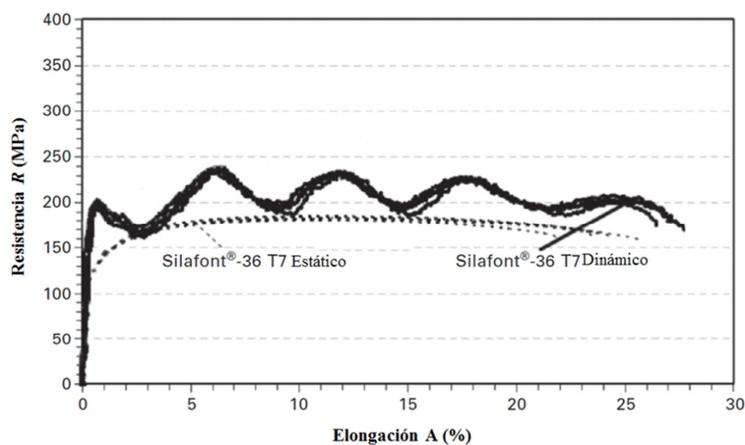


Figura 25. Ensayos de tracción dinámica versus estática para Silafont®-36 en el estado T7.

Fuente: High-pressure die-cast (HPDC) aluminium alloys for automotive applications. Woodhead Publishing Limited 2012. Traducida por el autor.

4.1.5.10.1.3 Aplicaciones

- 0,10% a 0,19% Mg para componentes dúctiles relevantes para el choque y para piezas con bridas, p. ej. Amortiguadores de vibraciones, carcasas, vasos de resorte, nodos de armazón espacial, paneles de puertas o barras de parachoques.
- 0,19% a 0,28% Mg para piezas de seguridad bajo cargas de fatiga, p.ej. Los soportes del motor, las carcasas del volante o las articulaciones basculantes. Adicionalmente para piezas T4, T6 y T7 tratadas térmicamente.
- 0,28% a 0,35% Mg para componentes sometidos a altas cargas de funcionamiento, tensiones de impacto, por ejemplo. Marcos estructurales, cárteres, columnas de dirección, bancadas, cubos de rueda o husillos.
- 0,35% a 0,50% Mg para las piezas moldeadas térmicamente T5, p. ej. Pilares, piezas estructurales, brazos de suspensión trasera, cunas de motor o soportes de puntales.
- 0,35% a 0,50% Mg para las piezas moldeadas térmicamente T5, p. ej. Pilares, piezas estructurales, brazos de suspensión trasera, cunas de motor o soportes de puntales (F. Casarotto, 2012).



Figura 26. Nodos fundidos de alta presión del pilar A en el primer ASF del Audi A8.

Fuente: High-pressure die-cast (HPDC) aluminium alloys for automotive applications. Woodhead Publishing Limited 2012.



Figura 27. Bancada con filtro integrado para un SUV.

Fuente: High-pressure die-cast (HPDC) aluminium alloys for automotive applications. Woodhead Publishing Limited 2012.



Figura 28. Marcos de la tapa trasera.

Fuente: High-pressure die-cast (HPDC) aluminium alloys for automotive applications. Woodhead Publishing Limited 2012.



Figura 29. Montaje integral del motor de un automóvil de clase media.

Fuente: High-pressure die-cast (HPDC) aluminium alloys for automotive applications. Woodhead Publishing Limited 2012.



Figura 30. Panel de la puerta lateral de un BMW Z8.

Fuente: High-pressure die-cast (HPDC) aluminium alloys for automotive applications. Woodhead Publishing Limited 2012.



Figura 31. Montaje del motor de un automóvil BMW de clase alta.

Fuente: High-pressure die-cast (HPDC) aluminium alloys for automotive applications. Woodhead Publishing Limited 2012.

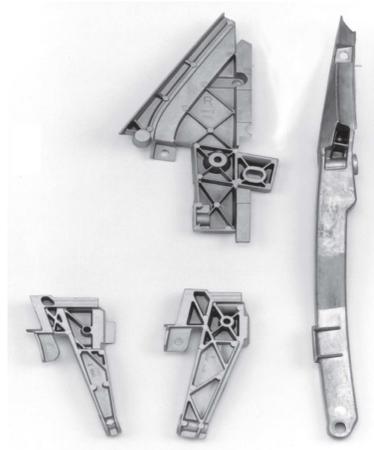


Figura 32. Nodos fundidos para la puerta lateral para el Audi A4.

Fuente: High-pressure die-cast (HPDC) aluminium alloys for automotive applications. Woodhead Publishing Limited 2012.

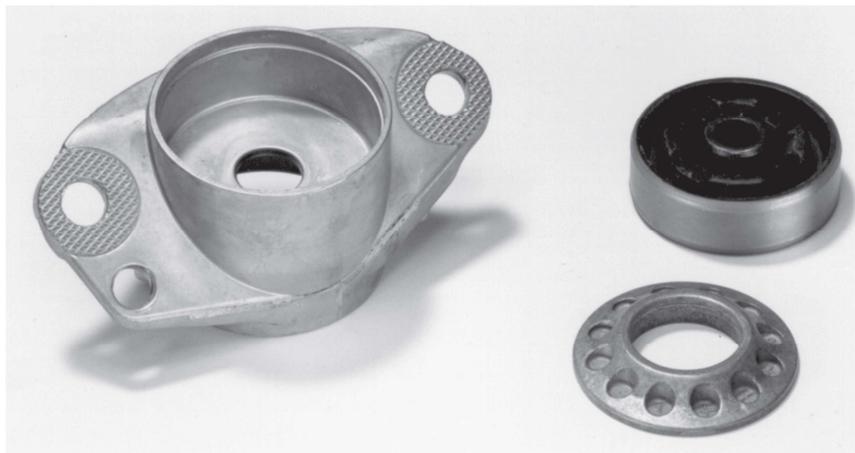


Figura 33. Carcasa para amortiguadores de vibraciones.

Fuente: High-pressure die-cast (HPDC) aluminium alloys for automotive applications. Woodhead Publishing Limited 2012.



Figura 34. Amortiguador ensamblado: Silafont-36 con 0.16 Mg

Fuente: High-pressure die-cast (HPDC) aluminium alloys for automotive applications. Woodhead Publishing Limited 2012.

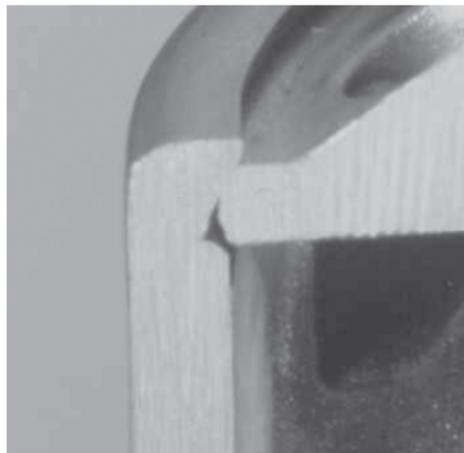


Figura 35. Sección transversal de la "corona" brida del amortiguador de vibraciones.

Fuente: High-pressure die-cast (HPDC) aluminium alloys for automotive applications. Woodhead Publishing Limited 2012.

4.1.5.10.2 Aleaciones de AlMg no termotratables - Magsimal®-59

Magsimal®-59 es una marca registrada que define una aleación de fundición primaria que corresponde químicamente a AlMg5Si2Mn (F. Casarotto, 2012).

4.1.5.10.2.1 Propiedades químicas Magsimal®-59

Tabla 44 . Porcentaje de composición química de Magsimal®-59

	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ti	Be	Total de otros
mínimo	1.8			0.5	5.0				
máximo	2.6	0.2	0.05	0.8	6.0	0.07	0.2	0.004	0.2

Fuente: High-pressure die-cast (HPDC) aluminium alloys for automotive applications. Woodhead Publishing Limited 2012. Traducida por el autor.

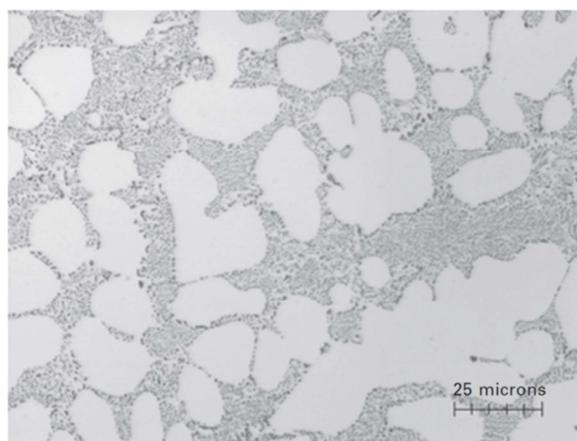


Figura 36. Microestructura de Magsimal®-59- comparado a una aleación común AlMg5Si2Mn.

Fuente: High-pressure die-cast (HPDC) aluminium alloys for automotive applications. Woodhead Publishing Limited 2012.

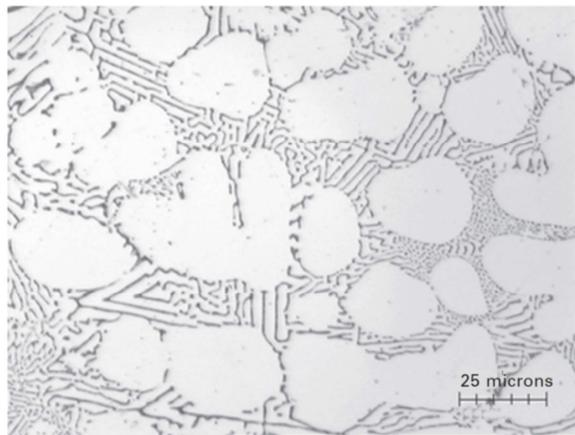


Figura 37. Microestructura de Magsimal®-59- La morfología diferente de eutéctica es la característica principal para la superior elongación y resistencia a la fatiga.

Fuente: High-pressure die-cast (HPDC) aluminium alloys for automotive applications. Woodhead Publishing Limited 2012.

4.1.5.10.2.2 Propiedades mecánicas Magsimal®-59

Propiedades mecánicas de Magsimal®-59 en estado fundido, en función del grosor de pared

Tabla 45. Propiedades mecánicas de Magsimal®-59 en estado fundido, en función del grosor de pared

espesor de pared (mm)	$R_{p0.2}$ (Mpa)	R_m (Mpa)	A (%)
<2	>220	>300	10-15
2-4	160-220	310-340	12-18
4-6	140-170	250-320	9-14
6-12	120-145	220-260	8-12

Fuente: High-pressure die-cast (HPDC) aluminium alloys for automotive applications. Woodhead Publishing Limited 2012. Traducida por el autor.

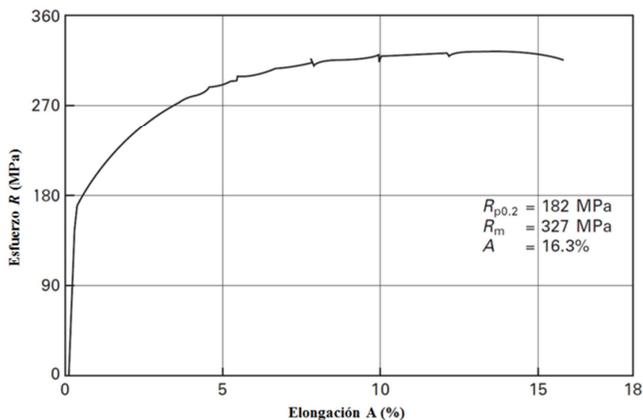


Figura 38. Curva de esfuerzo-deformación de Magsimal®-59, en estado fundido para una muestra de 3 mm de espesor de pared.

Fuente: High-pressure die-cast (HPDC) aluminium alloys for automotive applications. Woodhead Publishing Limited 2012. Traducida por el autor.

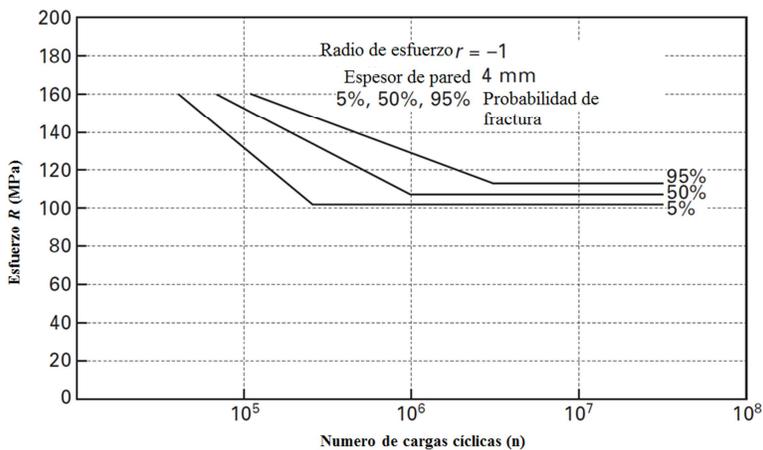


Figura 39. Curva de Wöhler para Magsimal®-59.

Fuente: High-pressure die-cast (HPDC) aluminium alloys for automotive applications. Woodhead Publishing Limited 2012.

4.1.5.10.2.3 Aplicaciones Magsimal®-59



Figura 40. Paneles para interiores de puertas de un SUV.

Fuente: High-pressure die-cast (HPDC) aluminium alloys for automotive applications. Woodhead Publishing Limited 2012.



Figura 41. Marco de la puerta.

Fuente: High-pressure die-cast (HPDC) aluminium alloys for automotive applications. Woodhead Publishing Limited 2012.



Figura 42. Travesaño integral para BMW Allroad, series 5, 6 y 7.

Fuente: High-pressure die-cast (HPDC) aluminium alloys for automotive applications. Woodhead Publishing Limited 2012.



Figura 43. Caja de cambios del Mercedes S-Class.

Fuente: High-pressure die-cast (HPDC) aluminium alloys for automotive applications. Woodhead Publishing Limited 2012.



Figura 44. Volante del VW Beetle.

Fuente: High-pressure die-cast (HPDC) aluminium alloys for automotive applications. Woodhead Publishing Limited 2012.



Figura 45. Soporte de suspensión para SUVs.

Fuente: High-pressure die-cast (HPDC) aluminium alloys for automotive applications. Woodhead Publishing Limited 2012.

4.1.5.10.3 Aleaciones de AlSi no termotratables - Castasil®-37

4.1.5.10.3.1 Propiedades químicas - Castasil®-37

Tabla 46. Propiedades químicas de la aleación de AlSi no termotratable - Castasil®-37

	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Mo	Zr	Ti	Sr	Total de otros
mínimo	8.5			0.35						0.006	
máximo	10.5	0.15	0.05	0.60	0.06	0.07	0.3	0.3	0.15	0.025	0.10

Fuente: High-pressure die-cast (HPDC) aluminium alloys for automotive applications. Woodhead Publishing

Limited 2012. Traducida por el autor.

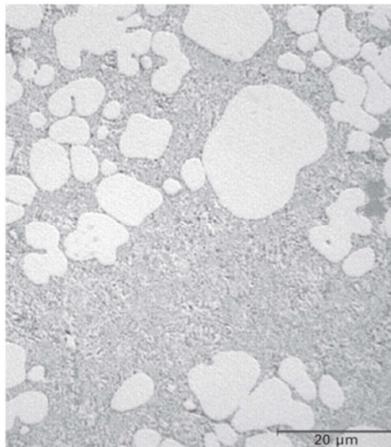


Figura 46. Microestructura de Castasil®-37 Comparado con uno de Silafont®-36.

Fuente: High-pressure die-cast (HPDC) aluminium alloys for automotive applications. Woodhead Publishing

Limited 2012.



Figura 47. Microestructura de Castasil®-37 en estado fundido, muestra de 3 mm de espesor de pared.

Fuente: High-pressure die-cast (HPDC) aluminium alloys for automotive applications. Woodhead Publishing Limited 2012

4.1.5.10.3.2 Propiedades mecánicas-Castasil®-37

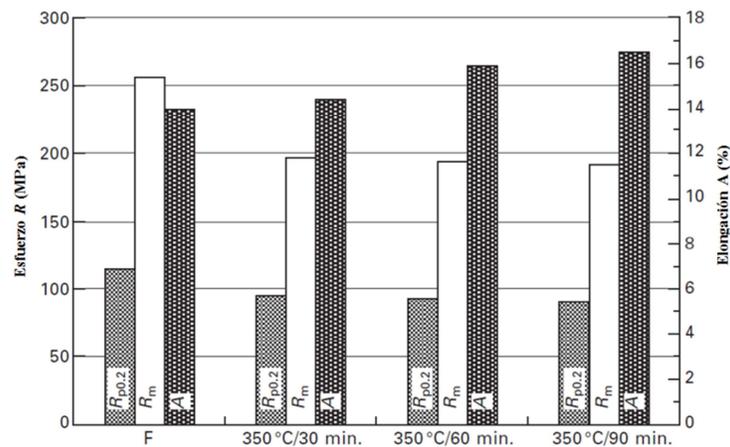


Figura 48. Las propiedades mecánicas de Castasil®-37 en el temple F y para diferentes estados tratados térmicamente.

Fuente: High-pressure die-cast (HPDC) aluminium alloys for automotive applications. Woodhead Publishing Limited 2012. Traducida por el autor.

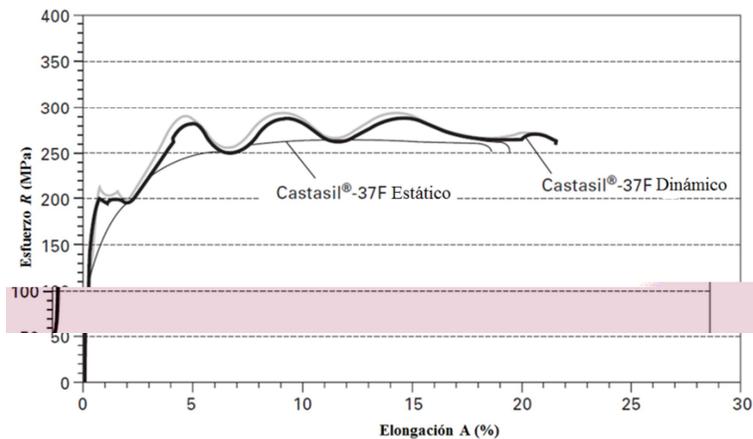


Figura 49. Ensayos de tracción dinámicos frente a estáticos para Castasil®-37 en estado fundido.

Fuente: High-pressure die-cast (HPDC) aluminium alloys for automotive applications. Woodhead Publishing Limited 2012. Traducida por el autor.

4.1.5.10.3.3 Aplicaciones para Castasil®-37

Las aplicaciones típicas para Castasil®-37 son piezas estructurales de ancho-superficie con diseño y geometrías complejas, donde se requiere alta ductilidad en el estado como-fundido.

En la ¿? muestra algunos nodos HPDC del Lamborghini Gallardo Spyder AS F, que dan rigidez a toda la construcción y permiten la conexión de perfiles extruidos y paneles de chapa mediante soldadura MIG y remachado.

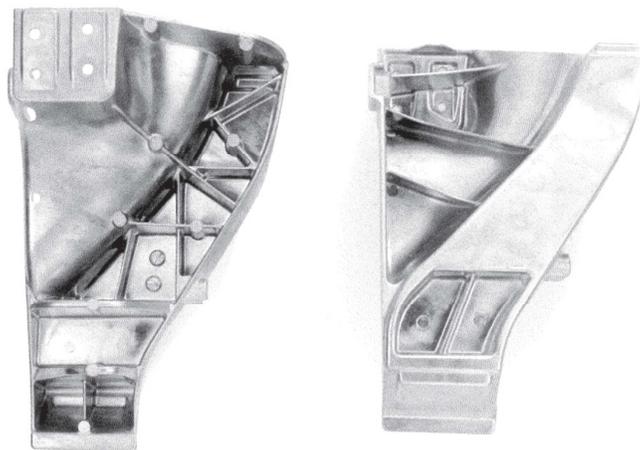


Figura 50. Nodos del Lamborghini Gallardo Spyder.

Fuente: High-pressure die-cast (HPDC) aluminium alloys for automotive applications. Woodhead Publishing Limited 2012

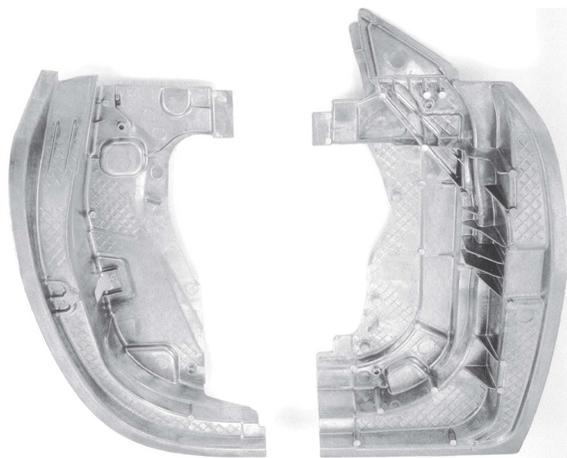


Figura 51. Bisagras y cerrojos de paneles para puertas del Jaguar XK.

Fuente: High-pressure die-cast (HPDC) aluminium alloys for automotive applications. Woodhead Publishing Limited 2012



Figura 52. Conector trasero para miembro del marco de la solera para el Audi A8.

Fuente: High-pressure die-cast (HPDC) aluminium alloys for automotive applications. Woodhead Publishing Limited 2012

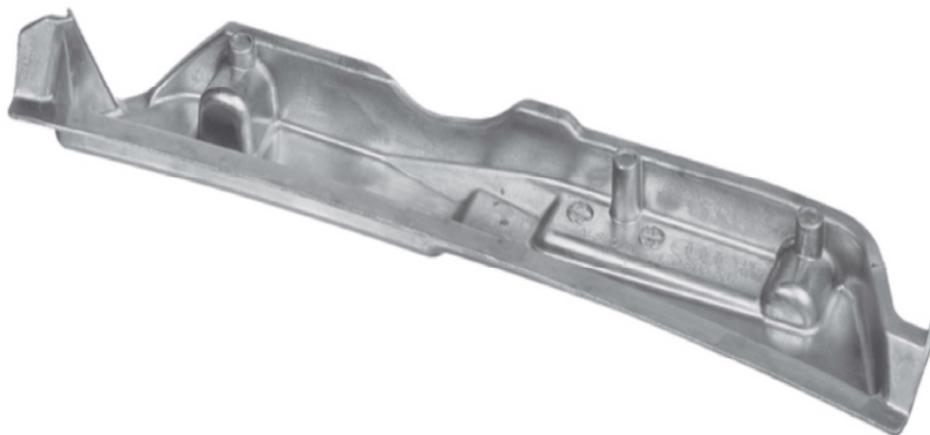


Figura 53. Travesaño delantero del Audi R8.

Fuente: High-pressure die-cast (HPDC) aluminium alloys for automotive applications. Woodhead Publishing Limited 2012.



Figura 54. Palancas plegables RHT de la VW EOS.

Fuente: High-pressure die-cast (HPDC) aluminium alloys for automotive applications. Woodhead Publishing Limited 2012.

4.1.6 Familia de Aleaciones de magnesio AZ

El magnesio es un metal blanco grisáceo que representa el 2,7% de la corteza terrestre (Okamoto H, 1988) Debido a su alta actividad química, nunca se encuentra como un metal puro en la naturaleza. (Pidgeon L M, 1946) También se encuentra en el agua de mar, siendo esta una fuente comercial importante de magnesio.

Para todas las aplicaciones estructurales, el magnesio se alea con otros metales para proporcionar la resistencia adecuada, resistencia a la corrosión, formabilidad, etc. A continuación se presenta un breve resumen (Polmear I J, 1999) de algunos de los elementos típicos de aleación e impureza y sus respectivos efectos sobre el magnesio (las letras entre paréntesis indican la designación de aleación en la práctica comercial) (B. R. Powell, 2012):

- El aluminio (A) es el elemento de aleación más común. Mejora la resistencia, la dureza y la resistencia a la corrosión, pero reduce la ductilidad. Un contenido de aluminio de aproximadamente 5-6% produce la combinación óptima de resistencia y ductilidad para aplicaciones estructurales. El aumento del contenido de aluminio

amplía el rango de congelación y hace que la aleación sea más fácil de fundir, pero más difícil de extruir debido a la mayor dureza.

- El zinc (Z) se utiliza para aumentar la resistencia. Sin embargo, reduce la ductilidad, aumenta la falta de calor de las aleaciones a base de Mg-Al, que puede conducir a la microporosidad y puede acelerar la corrosión.
- El manganeso (M) aumenta ligeramente el límite elástico pero no afecta la resistencia a la tracción. Su función más importante es mejorar la resistencia a la corrosión de aleaciones basadas en Mg Al mediante la eliminación de hierro y otros elementos de metales pesados en compuestos intermetálicos relativamente inofensivos, algunos de los cuales se separan durante la fusión.
- El silicio (S) aumenta la fluidez y mejora ligeramente la resistencia a la fluencia.
- El zirconio (K) es un importante refinador de granos para arena y molde de metal, gravedad y fundición a baja presión de aleaciones de magnesio.
- El estaño (T) aumenta la ductilidad.
- El litio (L) reduce la densidad y puede mejorar la ductilidad creando una estructura cúbica con más del 11% de adiciones. La adición de litio aumenta significativamente el coste y reduce la resistencia a la corrosión.
- El torio (H) y el itrio (W) aumentan la resistencia a la fluencia. También se ha demostrado que las tierras alcalinas de calcio (X) y el estroncio (J) aumentan la resistencia a la fluencia.
- Hierro (sin designación) reduce la resistencia a la corrosión de las aleaciones de magnesio y se mantiene por debajo de 50 ppm en todas las aleaciones utilizadas hoy en día (**ASTM International, 2008**). De forma similar, el cobre (C) y el níquel (sin

designación) reducen la resistencia a la corrosión de las aleaciones de Mg. El cobre tiene una letra para su designación debido a su uso en ZC63, una aleación inicial de la fundición en arena (B. R. Powell, 2012).

Tabla 47. Nomenclatura para la Familia de Aleaciones de magnesio AZ

A - aluminio	J - estroncio	R - cromo
B - bismuto	Z - zirconio	S - silicio
C - cobre	L - litio	T - estaño
D - cadmio	M - manganeso	V - gadolinio
E - tierras extrañas	N - níquel	W - itrio
F - hierro	P - plomo	Y - antimonio
H - torio	Q - plata	Z - zinc

Fuente: Magnesium alloys for lightweight powertrains and automotive bodies. Woodhead Publishing Limited 2012. Traducida por el autor.

4.1.6.1 Composición química grupo AZ

Tabla 48. Composición nominal de aleaciones de magnesio grupo

Aleación	Al	Mn	Zn
AZ81A-T4	7.6	0.13	0.7
AZ91C-T4	8.7	0.13	0.7
AZ91D	9.0	0.13	0.7
AZ31B-F	3.0		1.0
AZ61A-F	6.5		1.0
AZ31B-H24	3.0		1.0

Fuente: Magnesium alloys for lightweight powertrains and automotive bodies. Woodhead Publishing Limited 2012. Traducida por el autor.

4.1.6.2 Propiedades mecánicas grupo AZ

Tabla 49. Propiedades mecánicas típicas de las aleaciones de magnesio a temperatura ambiente

Aleación	UTS	resistencia a la fluencia			Elongación %	Resistencia al corte (MPa)	Dureza HRB
		Tensión (MPa)	Compresión (MPa)	Rodamiento (MPa)			
AZ81A-T4	275	83	83	305	15	125	55
AZ91C-T4	275	145	145	360	6	145	66
AZ91D	240	150	165		3	140	63
AZ31B-F	260	200	97	230	15	130	49
AZ61A-F	310	230	130	285	16	140	60
AZ31B-H24	290	220	180	325	15	160	73

Fuente: Magnesium alloys for lightweight powertrains and automotive bodies. Woodhead Publishing Limited

2012. Traducida por el autor.

Tabla 50. Ventajas clave para propiedades mejoradas, diseño y fabricación con magnesio.

propiedad	ventaja
resistencia específica	El magnesio tiene una resistencia específica que es similar al hierro fundido, y similar o mayor que muchos aluminio automotrices tradicionales y por lo tanto puede proporcionar más reducción de masa relativa al aluminio.
Rigidez específica	El magnesio tiene una mayor rigidez específica que muchos materiales poliméricos y compuestos, lo que permite una reducción de masa mejorada.
Fluidez	La fluidez relativamente alta del magnesio permite piezas fundidas con paredes extremadamente delgadas (1,5 mm), lo que aumenta las oportunidades de reducción de masa.
Formabilidad en caliente	El magnesio forjado puede formarse en formas muy complejas utilizando procesos de formación de temperatura elevada.
Mecanizado	Las herramientas de mecanizado duran más tiempo con magnesio que con aluminio, lo que reduce los costes. El único problema es el cuidado adicional requerido con los pastillas de mecanizado.
Amortiguación	Las aleaciones de magnesio tienen una excelente capacidad de amortiguación en comparación con otros materiales haciéndolos atractivos.
Propiedades a baja temperatura	El magnesio no presenta propiedades de transición frágil a dúctil, por lo que se puede utilizar a temperaturas de servicio muy bajas.

Fuente: Magnesium alloys for lightweight powertrains and automotive bodies. Woodhead Publishing Limited

2012. Traducida por el autor.

4.1.6.3 Aplicaciones

- Componentes de alta resistencia y baja ductilidad en entornos térmicos inferiores a 125 ° C.
- Abrazaderas de freno, soportes de embrague, tapas, cajas de transferencia y cajas de cambio, colectores de admisión, tapas de válvulas, cajas de transmisión manuales, ruedas, cajas de transmisión CVT, asientos, carcasas de bolsas de aire (B. R. Powell, 2012).

4.1.6.4 Tendencias futuras

Si bien el magnesio es el metal estructural más ligero y el tercer material metálico más comúnmente utilizado en los automóviles después del acero y el aluminio, quedan muchos retos en varios aspectos del desarrollo de la aleación y los procesos de fabricación para explotar su elevada relación de resistencia a masa para sus extensas aplicaciones ligeras en la industria automotriz (B. R. Powell, 2012).

4.2 Polímeros y compuestos

4.2.1 Compuesto de fibra de carbono no tejido.

Las fibras de carbono están encontrando muchos usos en productos modernos como refuerzo debido a su fuerza y rigidez. De acuerdo con ciertas realizaciones de la invención, la pluralidad de fibras de carbono puede comprender fibras cortadas. En algunas realizaciones de la invención, la pluralidad de fibras de carbono puede estar sin rizado. En ciertas realizaciones de la invención, la pluralidad de fibras de carbono puede comprender una longitud media de aproximadamente 60 mm a aproximadamente 100 mm. En otras realizaciones de la invención, la pluralidad de fibras de carbono puede comprender una longitud media de aproximadamente 65 mm a aproximadamente 85 mm. En algunas realizaciones de la invención, la pluralidad de fibras de

carbono puede comprender una longitud media de aproximadamente 75 mm (Hunt, Carroll, Barberena, & Ralph A. Moody, 2017).

4.2.1.1 Composición compuesto de fibra de carbono

- La pluralidad de fibras de carbono comprende una densidad de masa lineal de aproximadamente 0,1 dtex a aproximadamente 1,0 dtex.
- La matriz polimérica comprende una pluralidad de fibras poliméricas discontinuas.
- La pluralidad de fibras poliméricas discontinuas comprende al menos uno de un poliéster, un policarbonato, un copoliéster, una poliamida, una polifenileno sulfona, un polímero de ingeniería, o cualquier combinación de los mismos.
- La pluralidad de fibras poliméricas discontinuas comprende un poliéster.
- La pluralidad de fibras poliméricas discontinuas comprende una longitud media de aproximadamente 1 mm a aproximadamente 100 mm.
- La pluralidad de fibras poliméricas discontinuas comprende una densidad de masa lineal de aproximadamente 1,0 dtex a aproximadamente 3,0 dtex.
- Compuesto no tejido reforzado con fibra comprende un espesor medio de aproximadamente 1 mm a aproximadamente 3 mm.
- El material compuesto no tejido reforzado con fibra comprende una densidad compuesta de aproximadamente $1 \frac{g}{cm^3}$ a aproximadamente $5 \frac{g}{cm^3}$.
- Compuesto no tejido reforzado con fibra comprende de aproximadamente 10% en peso a aproximadamente 90% en peso. % De fibra de carbono y de aproximadamente en 10% en peso a aproximadamente 90% en peso matriz de polimérica (Hunt, Carroll, Barberena, & Ralph A. Moody, 2017).

4.2.1.2 Propiedades mecánicas Compuesto de fibra de carbono

Tabla 51. Propiedades mecánicas Compuesto de fibra de carbono

Fibra	Longitud de fibra de carbono mm	Espacio mínimo establecido para la prensa. mm	Espesor promedio medido mm	Resistencia a la tracción MPa	Deformación por tracción %	Módulo de elasticidad
ejemplo 1	50	2	1.91	233	1.45	17.9
ejemplo 2	50	1.5	1.75	223	1.34	19.7
ejemplo 3	75	2	1.93	156	1.29	13.1
ejemplo 4	75	1.75	1.76	242	1.51	18.8
ejemplo 5	75	1.5	1.55	229	1.64	16.7

Fuente: Patente No US20170173926. Traducida por el autor.

4.2.1.3 Aplicaciones Compuesto de fibra de carbono

El enfoque más común para usar fibras de carbono es como telas tejidas o simplemente como filamentos que se forman en capas e incorporan en una resina para formar una parte conformada un panel para un vehículo de transporte entre otras aplicaciones (Hunt, Carroll, Barberena, & Ralph A. Moody, 2017).

4.2.2 Material termoplástico reforzado con relleno con muy buena resistencia al rayado y tacto suave.

“La invención se refiere a composiciones de moldeo poliméricas compuestas de un material suave, de un llenador, y de un polímero termoplástico, preferiblemente un polímero de olefina. Sorprendentemente, se ha encontrado que este objetivo se logra mediante la composición de moldeo como se mencionó al inicio, que comprende al menos una combinación de 5 a 90% en peso del material suave con 5 a 60% en peso de material de vidrio como llenador y con 3 a 70% en peso del polímero termoplástico. La composición de moldeo de conformidad con la invención preferiblemente tiene un índice de fusión $MI_{(230/2.16)}$ en la escala de 0.1 a 100 g/10 min y un módulo de tensión en la escala de 10 a 4500 MPa preferiblemente de 100 a 4000 MPa más preferiblemente de 130 a 2500 MPa” (Alt, Licht, Jonischkeit, & Padilla., 2008).

4.2.2.1 Composición

Tabla 52. Composición material termoplástico reforzado con muy resistencia al tacto

Ejemplo de trabajo	1	2	3	4	5	6
Mat. Suave	69.5%	59.5%	70%	60%	68.5%	585
Partículas de vidrio	20%	20%				
Fibras de vidrio			20%	20%	20%	20%
Polipropileno termoplástico	10%	20%	10%	20%	10%	20%
Peróxido	0.5%	0.5%			0.5%	0.5%
Talco					1%	1%

Fuente: Patente No MX/a/2008/002860. Traducida por el autor.

4.2.2.2 Propiedades mecánicas material termoplástico reforzado.

Tabla 53. Propiedades mecánicas material termoplástico reforzado.

Ejemplo de trabajo	1	2	3	4	5	6
módulo de tensión MPa	139	188	561	1089	668	1555
dureza shore a 3	85	88	82	89	88	90
dureza shore a 4	30	36	37	45	37	48
resistencia al agrietamiento	-0.4	0.1	-0.3	-0.1	-0.1	0.03

Fuente: Patente No MX/a/2008/002860. Traducida por el autor.

4.2.3 Aleación del copolímero de policarbonato-poliéster.

4.2.3.1 Composición

Policarbonato

- PC-1: ASTM D1238 (300 °C, 1,2 kg) para tener un índice de fusión de 3 a 13g de peso molecular promedio 10 peso (Mw) de 48.000 g / mol es una resina de policarbonato lineal (lineal) (Kim, y otros, 2016).
- PC-2: ASTM D1238 (300 °C, 1,2 kg) es una lineal (lineal) un índice de fusión de 14 a 30 g / 10 minutos tiene un peso molecular promedio en peso (Mw) de 40.000 g / mol de acuerdo con la resina de policarbonato (Kim, y otros, 2016).

Resina de poliéster

- PBT: viscosidad intrínseca (η) es 1.2dl / g de resina de tereftalato de polibutileno (Kim, y otros, 2016).

Copolímero a base de estireno

- ABS: un tamaño de caucho 0,5-1,0 μm el contenido de caucho de dieno de 15% en peso, 72% en peso de monómero de estireno y acrilonitrilo como un nitrilo de monómeros acrílicos por la polimerización en emulsión de 13% en peso de resina de acrilonitrilo / butadieno / estireno (Kim, y otros, 2016).
- MBS: el tamaño de goma es de 0,1-0,5 μm el contenido de caucho de dieno de 70% en peso, 14% en peso de monómero de estireno, 14% en peso de monómero de acrilonitrilo, y acrilonitrilo, metacrilato de metilo acrílico monómero por polimerización en emulsión de 2% en peso / butadieno / estireno / resina de metacrilato de metilo (Kim, y otros, 2016).
- SAN: resina, estireno / acrilonitrilo mediante polimerización en masa del 76% en peso de monómero de estireno y el monómero de 24% en peso de acrilonitrilo (M_w 140.000 g / mol) (Kim, y otros, 2016).

Tabla 54. Composición aleación del copolímero de policarbonato-poliéster

división	Ejemplo 1	Ejemplo 2	Ejemplo 3	Ejemplo Comparativo 1	Ejemplo Comparativo 2	Ejemplo comparativo 3
PC-1 (% en peso)	35	35	35	0	40	35
PC-2 (% en peso)	31	31	31	66	31	24
PBT (% en peso)	9	10	11	10	1	21
ABS (% en peso)	0	13	13	0	13	13
MBS (% en peso)	13	0	0	13	0	0
SAN (% en peso)	12	11	10	11	15	7

Fuente: Patente No KR1020160062859. Traducida por el autor.

4.2.3.2 Propiedades mecánicas

Tabla 55. Propiedades mecánicas aleación del copolímero de policarbonato-poliéster

división	Ejemplo 1	Ejemplo 2	Ejemplo 3	Ejemplo Comparativo 1	Ejemplo Comparativo 2	Ejemplo comparativo 3
El índice de fusión (g / 10 min)	7.0	6.9	6.7	7.2	7.4	7.2
Resistencia a la tracción (MPa)	54.0	53.93	54.13	54.426	55.89	55.7
Resistencia a la flexión (MPa)	79.4	79.43	79.13	79.92	81.39	81.1
Módulo de flexión (MPa)	2162.36	2157.46	2167.2	2.172.172	2206.49	2201.59

Fuente: Patente No KR1020160062859. Traducida por el autor.

4.2.4 Compuestos de polímero reforzados con fibra de grafito / carbono y carbono / carbono (CFRPs).

Los polímeros reforzados con fibra de carbono ofrecen un buen potencial para la fabricación de bielas. La figura muestra una biela compuesta hecha de tal material (L. L. Myagkov, 2014).



Figura 55. Biela de polímero reforzado con fibra de carbono de motor R4 (82/71).

Fuente: Advanced and conventional internal combustion engine materials. Alternative fuels and advanced vehicle technologies for improved environmental performance 2014.

Estos materiales se refuerzan adicionalmente mediante nanopartículas cerámicas dispersadas de 5-20 micras, tales como Si_3N_4 , Al_2O_3 y B_4C que pueden constituir Entre 5 y 30% del volumen de material. Estos materiales tienen una resistencia y rigidez relativamente altas a baja densidad y la distribución anisotrópica de propiedades mecánicas es ventajosa en la fabricación de ciertos componentes del motor, tales como bielas. Las propiedades mecánicas de la fibra de carbono del polímero reforzado utilizado en la biela compuesta del motor R4 (82/71) se compara con las propiedades de acero en la siguiente Tabla. El material está hecho de dos polímeros monocapa que difieren en la orientación de sus fibras. La parte principal de la biela y su tapa están hechas de dos polímeros monocapa mezclados en diferentes proporciones (L. L. Myagkov, 2014).

4.2.4.1 Propiedades mecánicas

Tabla 56. Propiedades mecánicas del material de fibra de vidrio de carbono

PROPIEDADES	MATERIAL				
	MONOCAPA 0° ± 90°	MONOCAPA 0° ± 45°	ACERO	PARTE PRINCIPAL DE LA BIELA	tapa de la biela
$\rho, \frac{g}{cm^3}$	2.0	2.0	7.8	2.0	2.0
$E_x \times 10^{-3} MPa$	125	121	200	92	80
$E_y \times 10^{-3} MPa$	8.4	8.35		34.2	46
μ_{xy}	0.29	0.29	0.3	0.133	0.1085
μ_{yx}			-	0.0494	0.024
$G_{xy} MPa$	4.3	4.5	77	6.6	6.8
$\frac{\sigma^+_x}{\sigma^-_x} MPa$	1050/950	900/850	1000	226.7/666.6	195.6/592.2
$\frac{\sigma^+_y}{\sigma^-_y} MPa$	20/120	30/118	-	82.1/258.5	111/348.3
$\tau_{xy} MPa$	60	60	800	111.2	
Fuerza específica, $\frac{\sigma^+_x}{\sigma^-_x}, m \times 10^{-3}$	53.0/48.0	4.3/4.6	9.3	12/34	10.0/30.2
Fuerza específica, $\frac{\sigma^+_y}{\sigma^-_y}, m \times 10^{-3}$	0.1/0.6	0.15/0.6	9.3	4.2/13.2	5.7/17.8
Rigidez específica, $\frac{E_x}{\gamma^*}, m \times 10^{-3}$	6400	6200	2600	4700	4100
Rigidez específica, $\frac{E_y}{\gamma^*}, m \times 10^{-3}$	430	430	-	1750	2350

Fuente: Advanced and conventional internal combustion engine materials. Alternative fuels and advanced vehicle technologies for improved environmental performance 2014. Traducida por el autor.

Actualmente se están haciendo esfuerzos significativos para desarrollar diseños para pistones hechos de materiales compuestos de tipo grafito / fibra de carbono o fibra de carbono / carbono.

Estos materiales tienen una matriz de grafito o carbono reforzada por fibras de carbono. El fortalecimiento del material generalmente tiene lugar en cuatro direcciones, Dando las propiedades mecánicas materiales isotrópicas en la escala macro. La principal ventaja de estos materiales es su combinación de densidad comparativamente baja y alta resistencia. También tienen propiedades mecánicas estables en el rango de temperatura típico para motores de combustión interna. El alto coste de estos materiales impide actualmente su aplicación a gran escala en la producción de motores. La siguiente tabla muestra las propiedades mecánicas de un material compuesto de grafito / fibra de carbono utilizado en la producción de diseños de pistón prospectivo (L. L. Myagkov, 2014).

Tabla 57. Propiedades mecánicas de un material compuesto de fibra de grafito y carbono.

densidad aparente, $\frac{g}{cm^3}$	1.8-2.0
módulo elástico de Young, GPa	13-16
Resistencia a la flexión, MPa	80-120
Resistencia a la compresión, MPa	150-250
CTE, $10^{-6} K^{-1}$	5-7
Conductividad térmica, $\frac{W}{mK}$	40-60
Rigidez específica, Km	6800
Resistencia específica a la flexión, Km	5.0
Resistencia específica a la compresión, Km	10.0

Fuente: Advanced and conventional internal combustion engine materials. Alternative fuels and advanced vehicle technologies for improved environmental performance 2014. Traducida por el autor.

4.2.5 Polímeros avanzados: poliamidas ultramid

A finales del siglo XX, el plástico se había convertido en un material popular que reemplazaba al aluminio convencional para fabricar colectores de admisión de motores.

Estos son conocidos como colectores de admisión de aire de plástico (PAI M). La aplicación de plásticos proporciona alrededor del 40% de ahorro de peso, lo que resulta en una mejor eficiencia

de combustible y emisiones más bajas. Los colectores de admisión de aire de Ultramid mejoran el suministro de aire del motor y, por lo tanto, ayudan a aumentar el rendimiento (L. L. Myagkov, 2014).

Las paredes interiores lisas de los canales de entrada de poliamida proporcionan propiedades de arrastre más bajas que el aluminio. El plástico también puede tener una forma más fácil para producir un diseño de flujo de aire favorable a un coste reducido. Ultramid es un ejemplo típico de material plástico y consiste en poliamida reforzada con fibra de vidrio que es resistente al aire caliente y al envejecimiento térmico. Puede resistir el contacto con el aire caliente a 120 ° C durante períodos sostenidos, así como temperaturas máximas de 150 ° C. Actualmente, los materiales plásticos están optimizados para hacer frente a los crecientes requerimientos mecánicos y térmicos de los modernos sistemas de admisión de aire y para mejorar sus características dinámicas y acústicas (L. L. Myagkov, 2014).

4.2.5.1 Propiedades

Muchos productos están reforzados con fibras de vidrio u otros rellenos y contienen aditivos especiales para mejorar la tenacidad, las propiedades de retardantes de llama o la resistencia a las influencias ambientales para permitir una amplia gama de propiedades diferentes. Las poliamidas especiales también ofrecen otros beneficios tales como alta estabilidad dimensional y resistencia química.

Las características más importantes de Ultramid® son:

- Alta resistencia y rigidez.
- Muy buena resistencia al impacto.
- Buenas propiedades elásticas.
- Excelente resistencia a los productos químicos.

- Estabilidad dimensional.
- Baja tendencia a la fluencia.
- Propiedades excepcionales de deslizamiento por fricción.

La base de los grados Ultramid® son poliamidas que se suministran en una variedad de pesos moleculares o viscosidades, tienen una gama de aditivos y se refuerzan con fibras de vidrio o minerales.

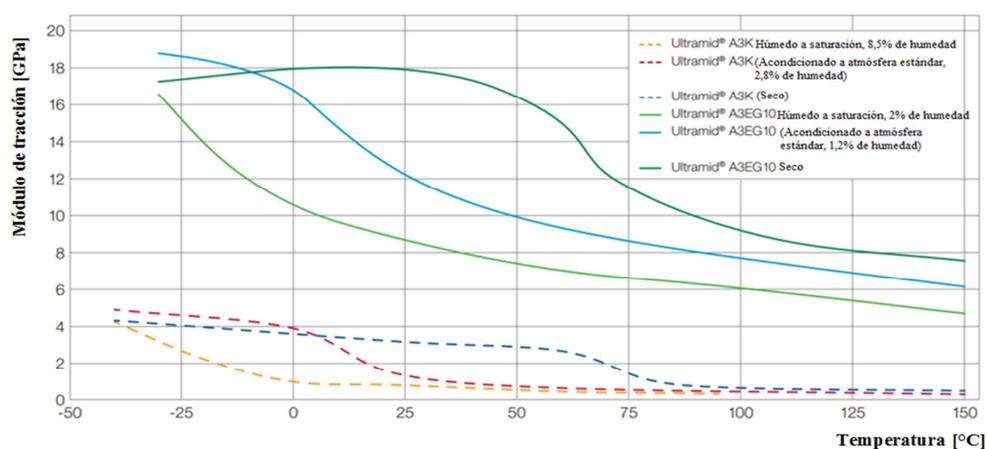


Figura 56. Módulo de tracción de Ultramid® A3K y A3EG10 en función de la temperatura y la humedad.

Fuente: company, BASF: the chemical. Traducida por el autor.

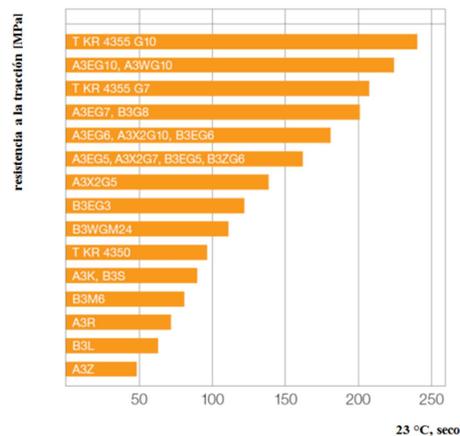


Figura 57. Resistencia a la tracción (resistencia a la tracción en el caso de calidades reforzadas) para los grados Ultramid® seleccionados a 23 ° C en estado seco (ISO 527).

Fuente: company, BASF: the chemical. Traducida por el autor.

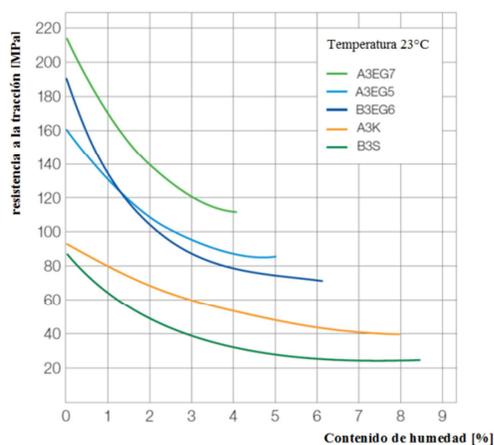


Figura 58. Resistencia a la tracción (límite de elasticidad en el caso de grados no reforzados) para Ultramid® en función del contenido de humedad a 23 ° C (ISO 527).

Fuente: company, BASF: the chemical. Traducida por el autor.

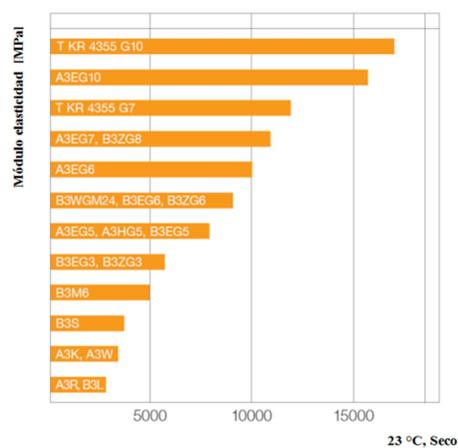


Figura 59. Módulo de elasticidad para los grados Ultramid® seleccionados a 23 ° C en estado seco (ISO 527)

Fuente: company, BASF: the chemical. Traducida por el autor.

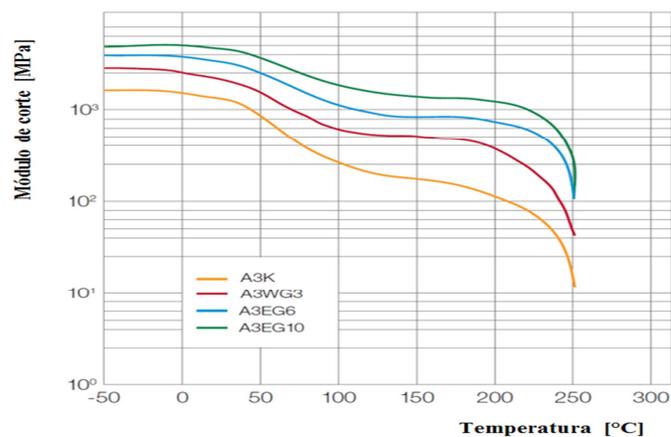


Figura 60. Módulo de corte de los grados Ultramid® A en función de la temperatura (ISO 6721-2, seco) y del contenido de fibra de vidrio.

Fuente: company, BASF: the chemical. Traducida por el autor.

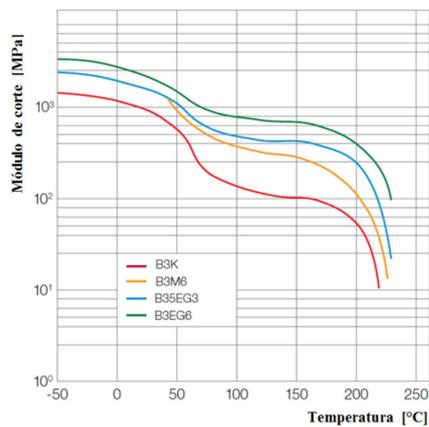


Figura 61. Módulo de corte de los grados Ultramid® B en función de la temperatura (ISO 6721-2, seco).

Fuente: company, BASF: the chemical. Traducida por el autor.

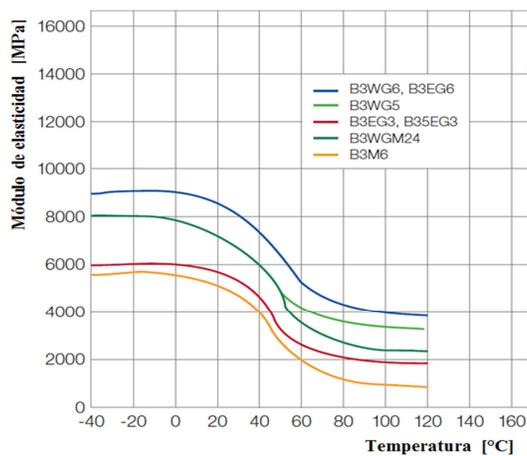


Figura 62. Módulo de elasticidad de las calidades Ultramid® B reforzadas en función de la temperatura (Ensayo de flexión ISO 178, seco)

Fuente: company, BASF: the chemical. Traducida por el autor.

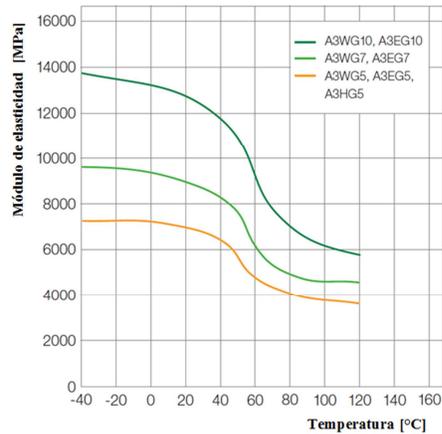


Figura 63. Módulo de elasticidad de las calidades Ultramid® B reforzadas en función de la temperatura (Ensayo de flexión ISO 178, seco).

Fuente: company, BASF: the chemical. Traducida por el autor.



Figura 64. Un colector de admisión de aire de plástico (PA11) con Componentes.

Fuente: Advanced and conventional internal combustion engine materials. Alternative fuels and advanced vehicle technologies for improved environmental performance 2014.

4.2.5.2 Aplicaciones

- **Motor y engranajes:** Tubería de admisión y colector de admisión, tapas de aire de carga, tuberías de aire de carga, tapa de la culata, campana, sensor de masa de aire,

cárter de aceite, carcasas de filtro de aceite, sensores de aceite, carriles guía de cadena, correas dentadas, Jaulas, ruedas dentadas, clips de fijación.

- **Sistema del radiador:** Tapas de extremo del radiador, carcasas del termostato, tuberías del refrigerante, ruedas del ventilador, marcos del ventilador.
- **Sistema de suministro de combustible:** Carcasas de filtros de combustible, tuberías de combustible, acoplamientos de acción rápida.
- **Suspensión:** Soporte del motor, soporte del par, limitador del rodillo de torsión, viga transversal de la transmisión, carrocería y piezas adicionales.
- **Interior:** pedales y pedales, palancas y elementos de accionamiento, rejillas de altavoces, manijas de las puertas, estructuras de los asientos.
- **Exterior:** piezas estructurales, tiradores exteriores de puerta, base de espejo, tapacubos, extremo delantero, amortiguadores de choque, refuerzo de parachoques inferior (LBS).
- **Sistema eléctrico:** arneses de cables, correas y conectores, portalámparas, cajas de fusibles, portapiezas y portaescobillas, conductos de cables, actuadores y accionamientos (company, 2013).

4.2.6 Compuestos textiles

Los compuestos de fibra larga más avanzados han surgido conocidos como compuestos textiles. Los textiles se clasifican en tres tipos principales de tela: telas tejidas, trenzadas y hechas a punto. Se introducen para mejorar el comportamiento mecánico de los compuestos y para ofrecer más opciones de arquitecturas compuestas (Ali Hallal, 2014).

4.2.6.1 Propiedades mecánicas

Tabla 58. Propiedades mecánicas de diferentes tipos de compuestos.

COMPUESTO	MÓDULO DE YOUNG LONGITUDINAL (GPa)	RESISTENCIA A LA ROTURA (MPa) TENSIÓN	DENSIDAD $\frac{g}{cm^3}$
compuesto unidireccional grafito/epoxi	181	1500	1600
compuesto unidireccional vidrio/epoxi	38.60	1062	1800
[0.9] grafito/epoxi	95.98	373.0	1600
[0.9] vidrio/epoxi	23.58	88.25	1800
textil 2D "tafetán" carbón/epoxi	59.4	515.05	1500
textil 3D "entrelazado"	49.02	672	1400
textil 3D "ortogonal"	57.5	770	1500

Fuente: Overview of Composite Materials and their Automotive Applications. John Wiley & Sons, Ltd 2014.

Traducida por el autor.

4.2.6.2 Aplicaciones

- **Tapicería:** El volumen de la tapicería varía según la región, ya que los fabricantes de diferentes regiones pueden preferir diferentes estilos de interiores de vehículos. Fabricación tejida de la tapicería del automóvil. Un promedio de 5-6 m² de tela se utiliza en los automóviles para la tapicería. Los diseñadores modernos están tratando de dar mirada deportiva o elegante a los interiores del coche (Tanveer Malik, 2016).
- **Alfombras:** La alfombra es una parte importante del interior del automóvil. Las alfombras deben soportar temperaturas extremas. En general se utilizan alfombras de fieltro de agujas, alfombras de pelo cortado. Los principales fabricantes de automóviles utilizan alfombras de pelo cortado en sus coches. Las alfombras suelen tener un respaldo de goma (Tanveer Malik, 2016).
- **Componentes interiores pre-montados:** paneles de puertas, revestimientos de cubiertas, los revestimientos del techo, estanterías y materiales de aislamiento (calor,

sonido, vibración, etc.) son ejemplos importantes para componentes interiores pre - ensamblados (Tanveer Malik, 2016).

- **Llantas:** El material textil de este tipo se utiliza principalmente para el refuerzo. Los materiales textiles tales como la viscosa, el vidrio y los cables de acero proporcionan estabilidad dimensional así como refuerzo. La estabilidad dimensional es un requisito esencial para los neumáticos. La resistencia se proporciona a los neumáticos principalmente por la tela de fibras que se encuentra con el cuerpo del neumático llamado Carcas (Tanveer Malik, 2016).
- **Dispositivos de seguridad:** Debido a la presión gubernamental y a la legislación, los dispositivos de seguridad se han convertido en un mercado creciente para la industria textil automovilística. Los cinturones de seguridad y las bolsas de aire se utilizan comúnmente para la seguridad en los automóviles. Los cinturones de seguridad controlan el movimiento hacia delante de los usuarios de manera controlada durante el paro repentino del vehículo. Aproximadamente 1 kilogramo de fibra textil por coche se consume en los cinturones de seguridad. Un airbags es un sistema automático de retención de seguridad que ha ganado importancia en la última década (Tanveer Malik, 2016).

4.2.7 Novedoso ABS modificado (acrilonitrilo butadieno estireno).

4.2.7.1 Composición química.

50-60 partes de resina ABS, triisocianato alifático 8-13 partes de ácido cianúrico, 2-6 partes de carbono blanco, 1-3 partes de hidroxilo aceite de silicona, 20-35 partes de resina de PC, resina PA 15-20 partes, diatomea 1-3 partes de suelo, piezas de plástico de poliolefina 3-7, 1-4 partes de fibras de vidrio, mica 5-10 partes, 3-6 partes de ácido esteárico, 4-9 partes de poliacrilato, 3-7

partes de mezcla madre , 1-5 partes de un agente dispersante, 3-4 partes de fosfito de trietilenglicol, 1-2 partes de un antioxidante (Junjie, 2013).

4.2.7.2 Propiedades mecánicas

Tabla 59. Propiedades mecánicas ABS modificado (acrilonitrilo butadieno estireno)

No.	elementos de prueba	resultado
1	Densidad $\frac{g}{cm \& \text{lt}^3}$	1.56
2	Resistencia a la tracción (MPa)	64
3	Alargamiento a la rotura (%)	12
4	Resistencia a la flexión (MPa)	89
5	La resistencia al impacto (kJ / m^2)	95
6	temperatura de distorsión térmica (°C)	90
7	Resistencia al calor (80 °C / 72h)	No deformación, decoloración, y pegajosa
8	velocidad de combustión (mm / min)	20
9	Impacto por caída de bola	ninguna grieta

Fuente: Patente No CN103435960. Traducida por el autor.

4.2.7.3 Aplicaciones

ABS puede proporcionar una amplia gama de propiedades seleccionadas, se utiliza ampliamente en el interior del coche y partes exteriores. En el interior, ABS se puede usar para paneles de puertas, salpicadero barra de recorte, una caja de guantes, un panel de instrumentos en el control, salidas de aires acondicionados y similares; en el exterior, para parrillas ABS, el marco, la placa de matrícula, decorativo y otra norma (Junjie, 2013).

4.2.8 Material de automoción con excelente flujo, alta rigidez, excelente ductilidad y CLTE bajo.

4.2.8.1 Composición

Tabla 60. Composición del material de automoción con excelente flujo, alta rigidez, excelente ductilidad y CLTE bajo

Composición	Peso (%)
HECO 2	65,33
Elastómero 1	5.0
Elastómero 2	5.0
Talco	23.0
Negro de carbón	1.3
AO1	0.07
Éster Glicerol	0.3
MFR (g/10 min)	14.0
Cenizas 600 °C. (%)	23.1
Densidad g/cm ³	0.00104

Fuente: Patente No US20120108728. Traducida por el autor.

4.2.8.2 Propiedades mecánicas

Tabla 61. Composición material de automoción con excelente flujo, alta rigidez, excelente ductilidad y CLTE bajo.

Módulo de tensión (MPa)	1486
Resistencia a la tracción en el límite elástico (MPa)	16.2
Deformación por tracción en el límite elástico (MPa)	6.0
Resistencia a la tracción a la rotura (MPa)	14.2
Deformación por tracción a la rotura (MPa)	336
Módulo de flexión (MPa)	1618

Fuente: Patente No US20120108728. Traducida por el autor.

"HECO 2" es el producto comercial EF015AE de Borealis

"Elastómero 1" es el producto comercial Engage 8100 de Dow Elastomers

"Elastómero 3" es el producto comercial Engage 8400 de Dow Elastomers

"Talco" es el talco comercial Jetfine 3CA de Luzenac Europa, Francia.

El "negro de carbón" es el lote comercial "Plasblak PE4103" de Cabot

"AO1" es el antioxidante fenólico comercial Irganox 1076 de Ciba

El "éster de glicerol" es comercial Atmer 129 de Ciba (Michael, 2012).

4.2.8.3 Aplicaciones

Los polipropilenos heterofásicos son ampliamente utilizados en la industria del automóvil (por ejemplo en aplicaciones de parachoques) ya que combinan una buena rigidez con un comportamiento de resistencia al impacto razonable (Michael, 2012).

Otros desafíos para los compuestos en la industria del automóvil

La demanda de coches más ligeros, más seguros y más eficientes asegurará y aumentará el papel de los plásticos en la industria automotriz en el futuro ya que todavía ofrecen una excelente relación peso / rendimiento. Este desarrollo se aprovecha por el hecho de que la mayoría de los OEMs diversifican sus líneas de productos que conducen a menores cantidades para cada serie. Como los costos de producción son factores importantes para la eficiencia económica, menos cantidades hacen que los materiales compuestos (incluyendo sus tecnologías de proceso) resulten más interesantes.

Aunque las unidades clásicas de energía seguirán siendo estándar durante las décadas próximas una oportunidad ofrece el cambio de los motores conducidos con combustibles fósiles a los vehículos eléctricos. En 2010 China se vendieron cerca de 18 millones de coches eléctricos, mientras que el gobierno alemán planea tener alrededor de un millón de coches eléctricos en las carreteras para el 2020 (Hildebrandt, 2012). Las aplicaciones potenciales para los plásticos en tales coches pueden ser componentes de cápsulas, aislantes, accesorios así como unidades de control y circuitos (Anon, 2009).

Ya que la investigación se está haciendo actualmente por los proveedores de materiales termoestables para disminuir los tiempos de curado, aplicaciones futuras del automóvil hará un uso más extenso de las técnicas fuera de autoclave como RTM de alta presión (HP-RTM). Esto y las variaciones de esta técnica permitirán la fabricación rentable de varias decenas de miles de piezas al año (Hildebrandt, 2012).

Otro desafío para los futuros automóviles podría ser el aumento del uso de bioplásticos como el ácido poliláctico (PLA) y las poliamidas y poliésteres de base biológica. Además, los compuestos naturales reforzados con fibra permanecerán en su nivel real de uso, mientras tengan un precio razonablemente bajo y ofrezcan un alto rendimiento con poco peso (H., 2009).

Conclusiones

El respectivo análisis de la información que se obtuvo mediante la clasificación de los materiales avanzados en el sector automotriz permitió identificar que las tendencias de los materiales avanzados en el sector están orientadas a construir materiales que sean lo suficientemente ligeros para reducir emisiones, reducir el consumo de combustible, reducir el peso del automotor; así como crear materiales que ayuden a aumentar la seguridad de los pasajeros. La cantidad de combustible que se reduce en comparación al peso variaron dependiendo las fuentes que se investigaron pero se estima que por cada 10% de reducción de peso se reduce de 6-8% en el consumo de combustible.

Gracias a la información detallada que se encontró acerca de los materiales poliméricos avanzados se pudo identificar que estos están ganando cada vez más auge debido a su gran resistencia y bajo peso lo que los hace materiales esenciales en la industria automotriz en su lucha por conseguir vehículos más eficientes y más ligeros.

El estudio de vigilancia realizado permite resaltar la tradicional importancia del acero como materia prima en el sector automotriz ya que por muchos años ha sido un material indispensable para la industria automovilística por su fácil procesamiento y su bajo costo en comparación con el aluminio u otros metales.

El aluminio es un metal que ha venido ganando relevancia en la industria automotriz durante las últimas décadas debido a que su peso es mucho menor que otros metales imprescindibles en la industria automotriz como el acero, pero al mismo tiempo el aluminio tiene ciertas desventajas

como su costo, dificultad para procesar y debido a su resistencia menor a la de otros metales es necesario aumentar el grosor de pared para así cubrir esta necesidad.

El estudio de la vigilancia tecnológica permite establecer parámetros de búsqueda o factores críticos de vigilancia para poder llevar a cabo investigaciones en los diferentes campos del conocimiento tanto a nivel tecnológico como a nivel científico.

El análisis de los diferentes materiales avanzados en la industria automotriz constituye una parte fundamental ya que estos contribuyen a la mejora en los sistemas mecánicos ayudando a la reducción de peso y consumo de combustible.

La vigilancia tecnológica es una técnica que permite extraer información de ciencia y tecnología para mejorar la toma de decisiones en las organizaciones que ejecutan proyectos de investigación y desarrollo.

Al momento de la elección de los materiales es muy importante tener en cuenta los parámetros de diseño como lo son las propiedades mecánicas, facilidad para el conformado y la contaminación ambiental ya que estos son de vital importancia al momento de determinar el peso, el costo así como la facilidad para cumplir con la legislación ambiental.

Recomendaciones

Seguir investigando en el tema de la vigilancia tecnológica de materiales avanzados en la industria automotriz ya que la vigilancia tecnológica es un proceso continuo y debe mantenerse actualizado de los avances tecnológicos y científicos para de esta forma saber que está pasando en el mundo, ya sea para no realizar investigaciones redundantes o para utilizar esa información como ventaja competitiva para contribuir a la toma de decisiones.

Obtener más apoyo por parte de la universidad para este tipo de investigación ya que el presente trabajo se realizó con muchas dificultades debido a que se contaba con recursos limitados y por lo tanto no se pudo obtener más información sobre el tema.

Realizar un estudio de los diferentes materiales que se encontraron para analizar la factibilidad de su producción en Colombia, del mismo modo se puede realizar un análisis de prospectiva y conocer que materiales pueden conllevar a una ventaja en el futuro y del cual pueda resultar en un estudio de investigación bien estructurado que sirva como generación de nuevos conocimientos y que además pueda traer ventaja industrial.

Referencias

- Adel Il González Alcalá, D. D. (2015). Conceptos sobre Vigilancia Tecnológica. En D. D. Adel Il González Alcalá, *Guía Práctica InnoViTech: Vigilancia Tecnológica para la Innovación* (págs. 17-24). rionegro: Servicio Nacional de Aprendizaje SENA,.
- Ali Hallal, A. E.-H. (2014). Overview of Composite Materials and their Automotive Applications. *John Wiley & Sons, Ltd.*
- Alt, F. P., Licht, E. H., Jonischkeit, W., & Padilla., H. R. (2008). *Patente n° MX/a/2008/002860*. Italia.
- Anon. (2009). Potential for Innovation in the Cars of Tomorrow. *Kunststoffe International*, 44-46.
- association, w. s. (10 de Marzo de 2013). *worldautosteel*. Recuperado el 03 de Junio de 2017, de <http://www.worldautosteel.org/steel-basics/steel-types/transformation-induced-plasticity-trip-steel/>
- B. R. Powell, A. A. (2012). Magnesium alloys for lightweight powertrains and automotive bodies. *Woodhead Publishing Limited*, 150-209.
- Bell, T. (20 de Noviembre de 2016). *the balance*. Recuperado el 15 de Julio de 2017, de <https://www.thebalance.com/metal-alloys-2340254>
- Bibiana Arango Alzate, L. T. (2012). Vigilancia Tecnológica: Metodologías y Aplicaciones. *Revista gestión de las personas y tecnología – issn 0718 – edición N° 13*, 250-261.
- Blasco, S. V. (2005). *Tecnología industrial II*. McGraw-Hill Interamericana de España S.L.
- Bloeck, M. (2012). Aluminium sheet for automotive applications. *Woodhead Publishing Limited*.
- Boresi, A. P. (1993). *Advanced mechanics of materials*. New York: John Wiley and Sons.

- Bovard, F., Rioja, R. J., Sawtell, R. R., & Mooy., D. C. (2015). *Patente n° US20150376740*. Estados Unidos .
- Callister, W. D. (2007). *Materials Science and Engineering: An Introduction, 7th edition*. New York: John Wiley and Sons, Inc.
- company, B. t. (2013). *ultramid*. BASF: the chemical company.
- Davies, G. (2012). *Materials for Automobile Bodies*. ELSEVIER.
- Departamento Nacional de Planeación República de Colombia. (2013). *Plan Nacional de Desarrollo 2014 - 2018*. Bogotá.
- Domingo, H. C. (03 de Junio de 2011). *técnica industrial*. Recuperado el 2017 de Junio de 01, de <http://www.tecnicaindustrial.es/tifrontal/a-4187-el-derroche-reinventar-rueda.aspx>
- F. Casarotto, A. J. (2012). High-pressure die-cast (HPDC) aluminium alloys for automotive applications. *Woodhead Publishing Limited*, 109-161.
- Foltz, J. W. (2015). *Patente n° WO2016114956*. Estados Unidos.
- Garcia, C. (2016). High strength low alloyed (HSLA) steels. *Elsevier Ltd*, 145-167.
- González, M. (06 de Diciembre de 2011). *La guía*. Recuperado el 15 de Julio de 2017, de <http://fisica.laguia2000.com/dinamica-clasica/fuerzas/tenacidad>
- H., K. (2009). A Logical Development– Bioplastics. *Kunststoffe International*, 6-11.
- Hildebrandt, P. M. (2012). Polymer and composite moulding technologies for automotive applications. *Woodhead Publishing Limited*, 210-229.
- Huanrong Wang, Z. L. (2016). *Patente n° US20160017449*. China.
- Hugo Tosco, A. R. (2016). *Estudio panorámico de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva: tecnologías de materiales compuestos*. BUENOS AIRES: Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva.

- Hunt, N. P., Carroll, M. S., Barberena, D. I., & Ralph A. Moody, I. (2017). *Patente n° US20170173926*. Estados Unidos.
- Huskamp, C. S., Booth-Morrison, C., Dunand, D. C., Seidman, D. N., Boileau, J. M., & Ghaffari, B. (2017). *Patente n° US20170016101*. Estados Unidos.
- Jones, R. M. (1999). *Mechanics of Composite Materials*. Taylor & Francis.
- Junjie, J. (2013). *Patente n° CN103435960*. China.
- Kim, J. H., Lee, S. H., Kim, M. K., Kim, M. H., Jeong, M. H., 김재환, y otros. (2016). *Patente n° KR1020160062859*. Corea del sur.
- Kim, W., & Laird, C. (1978). Crack Nucleation and State I Propagation in High Strain Fatigue- II Mechanism. *Acta Metallurgica*, 789–799.
- L. L. Myagkov, K. M. (2014). Advanced and conventional internal combustion engine materials. *Alternative fuels and advanced vehicle technologies for improved environmental performance*.
- Lee, K.-Y., Kwak, J.-H., Ryu, J.-H., Sin, D.-S., & Choo, S.-D. (2017). *Patente n° US20170051378*. Corea del sur.
- Libai, A. a. (1998). *The nonlinear theory of elastic shells*. Cambridge University Press.
- Lin, J. C., Yan, X., Moran, J. P., Newman, J. M., Sawtell, R. R., Scott, G. D., y otros. (2015). *Patente n° US20150247229*. Estados Unidos.
- Lyon, R. L. (1976). *Steam Automobile Vol. 13, No. 3*. SACA.
- Mallick, P. K. (2012). Advanced materials for automotive applications: an overview. *Woodhead Publishing Limited*, 17-39.

- Matlab. (s.f.). *Matlab: material property data*. Recuperado el 26 de junio de 2017, de <http://www.matweb.com/search/datasheet.aspx?matguid=0ada036e31fb444eaa84e411021e2214&ckck=1>
- McCrum, N. G., Buckley, C. P., & Bucknall, C. B. (1997). *Principles of polymer engineering*. New York: Oxford University Press.
- Michael, T. (2012). *Patente n° US20120108728*. Austria.
- Mukherjee, K. S. (2016). TRIP aided and complex phase steels. *ELSEVIER*.
- Okamoto H, N.-H. J. (1988). Phase Diagrams of Binary Magnesium Alloys. *ASM International*, 1-3.
- P.Groover, M. (2002). *Fundamentals of Modern Manufacturing*. U.S.A: John Wiley & Sons.
- Painter, P. C., & Coleman, M. M. (1997). *Fundamentals of polymer science : an introductory text*. Lancaster, Pa: Technomic Pub. Co.
- Park, H. M., & Lee, H. D. (2015). *Patente n° US20150240333*. Corea del sur.
- Pidgeon L M, M. J. (1946). Magnesium. *ASM International*, 4-22.
- Polmear I J, M. A. (1999). Magnesium and Magnesium alloys. *ASM International*, 3-5.
- Reid Whitney, M. T. (4 de Julio de 2013). *AZO MATERIALS*. Recuperado el 1 de Junio de 2017, de <http://www.azom.com/article.aspx?ArticleID=9417>
- Rongjie, S., & S., P. N. (2015). *Patente n° US20150023835*. Estados Unidos.
- Rowe, J. (2012). *Advanced materials in automotive engineering*. Cambridge: Woodhead Publishing Limited,.
- Scott, C., Cugy, P., & Allely, C. (2016). *Patente n° US20160010187*. Francia.
- Shishido, H., MatsumotoA, K., & Aruga, Y. (2017). *Patente n° US20170175231*. Japón.

- Soriano, D., & Ferrer Ruiz, E. J. (2008). *Elementos Amovibles De La Carroceria*. España: Editex, S.A. .
- Tanveer Malik, S. P. (Septiembre de 2016). *fibre2fashion*. Recuperado el 25 de Mayo de 2017, de <http://www.fibre2fashion.com/industry-article/1807/application-of-textiles-in-automobile?page=2>
- Tatsumi, A., Takada, S., & Ozawa, T. (2017). *Patente n° US20170175238*. Japón.
- tecnología, O. v. (s.f.). *OVTT Observatorio virtual de transferencia de tecnología* . Recuperado el 14 de Julio de 2017
- Tsuji, Y. O. (2012). Nanostructured steel for automotive body structures. *Woodhead Publishing Limited, 57-84*.
- Velásquez, J. R. (2010). *Introducción a la gestión tecnológica*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín.
- Vicente, F. P. (1999). *Vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva*. Cotec.
- William Fortune Smith, J. H. (2006). *Foundations of Materials Science and Engineering*. McGraw-Hill.
- Wredenber, F., & Larsson, P. (2009). Scratch testing of metals and polymers: Experiments and numerics. *wear*.
- Xia Xinming, Y. L. (2016). *Patente n° CN105970036*. China.
- Yan, X., & Lin., J. C. (2017). *Patente n° US20170016092*. China.

Anexos

Anexo 1. Parámetros que se deben tener en cuenta al momento de seleccionar un material.

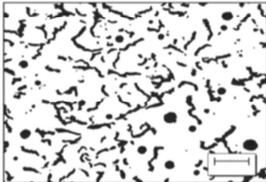
Material	Parámetros de diseño					Facilidad de manufactura ("cadena de proceso")*			"Amabilidad" con el ambiente"***		Costo
	YS (MPa)	UTS	A80 (min%)	E.Mod (GPa)	D	Forming	Joing	Paint	co2 + Emisiones	Desecho (ELV)	Formado o acero=1
formación de acero de calidad EN 10130 DC04+Z	140 min	270 min	40	210	7.87	8	9	9	7	9	1.0
HSS EN 10292 H300YD+Z	300 min	400 min	26	210	7.87	6	8	9	8	8.5	1.1
UHSS-martensita	1050-1250	1350-1550	5	210	7.87	4	7	9	8	8.5	1.5
Aluminio 5xxx	110 min	240 min	23	69	2.69	6	5	8	9	9	4.0
Aluminio 6xxx	120 min	250 min	24	69	2.69	6	5	8	9	9	5.0
lámina de magnesio	160 min	240 min	7	45	1.75	4	4	7	9.5	6	4.0
Lámina de titanio	880 min	924 min	5	110	4.5	6	5	7	9	6	60.0
GRP	950	400-1800	<2.0	40	1.95	8	7	8	8	5	8.0
Compuesto de fibra de carbono	1100	1200-2250	<2.0	120-250	1.60-1.90	8	7	8	9	5	50.0+

Fuente: Materials for Automobile Bodies. ELSEVIER 2012. Traducida por el autor.

* Basado en el rango: 1= difícil de procesar; 10= producción sin dificultad.

** Facilidad con la que se puede cumplir la legislación vigente: 1=desarrollo extensivo requerido; 10= sin dificultad. (Davies, 2012)

Anexo 2. Repositorios.

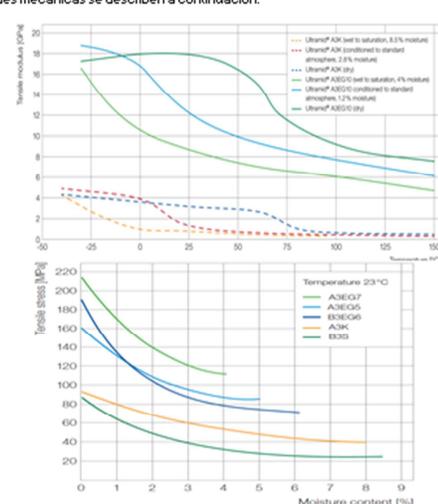
REPOSITORIO																																																																					
RESULTADOS DE LA BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN ESTRUCTURADA																																																																					
Ecuación N°	TÍTULO DEL CONTENIDO (artículo, libro, patente, etc)	AUTOR (es)	HALLAZGOS																																																																		
1	Advanced and conventional internal combustion engine materials	L. L. Myagkov K. Mahkamov N. D. Chainov I. Makhkamova	<p>"Materiales avanzados de combustión interna (IC): hierro de grafito compacto (CGI). Su uso esta principalmente destinado a Cabezas de cilindro, Bloques y manguitos de cilindro. Más de 500.000 motores CGI se producen anualmente. La producción actual se limita a los motores diesel. Se estima que más de 30 diferentes diseños de motores se están produciendo con un bloque de cilindros CGI o una cabeza de cilindro CGI. la estructura química y propiedades mecánicas se describe a continuación:"</p>  <p>Propiedades físicas y mecánicas de CGI (GJI) en comparación con la fundición gris convencional (GJL) y el aluminio (A) a 20 ° C</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>PROPIEDADES</th> <th>UNIDADES</th> <th>GJI 450</th> <th>GJI 250</th> <th>GJL 300</th> <th>A390.0</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RESISTENCIA ÚLTIMA A LA TRACCIÓN</td> <td>MPa</td> <td>450</td> <td>250</td> <td>300</td> <td>275</td> </tr> <tr> <td>MÓDULO DE ELASTICIDAD</td> <td>GPa</td> <td>145</td> <td>105</td> <td>115</td> <td>80</td> </tr> <tr> <td>ELONGACIÓN</td> <td>%</td> <td>1-2</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>FATIGA POR FLEXIÓN ROTATIVA (20 °C)</td> <td>MPa</td> <td>210</td> <td>110</td> <td>125</td> <td>100</td> </tr> <tr> <td>FATIGA POR FLEXIÓN ROTATIVA (225 °C)</td> <td>MPa</td> <td>205</td> <td>100</td> <td>120</td> <td>35</td> </tr> <tr> <td>CONDUCTIVIDAD TÉRMICA</td> <td>W/(mK)</td> <td>36</td> <td>46</td> <td>39</td> <td>130</td> </tr> <tr> <td>EXPANSIÓN TÉRMICA</td> <td>µm/(mK)</td> <td>12</td> <td>12</td> <td>12</td> <td>18</td> </tr> <tr> <td>DENSIDAD</td> <td>g/cc (sistema CGS)</td> <td>7,1</td> <td>7,1</td> <td>7,1</td> <td>2,7</td> </tr> <tr> <td>DUREZA BRINELL</td> <td></td> <td>10-3000</td> <td>215-255</td> <td>190-225</td> <td>215-255</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>110-150</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	PROPIEDADES	UNIDADES	GJI 450	GJI 250	GJL 300	A390.0	RESISTENCIA ÚLTIMA A LA TRACCIÓN	MPa	450	250	300	275	MÓDULO DE ELASTICIDAD	GPa	145	105	115	80	ELONGACIÓN	%	1-2	0	0	1	FATIGA POR FLEXIÓN ROTATIVA (20 °C)	MPa	210	110	125	100	FATIGA POR FLEXIÓN ROTATIVA (225 °C)	MPa	205	100	120	35	CONDUCTIVIDAD TÉRMICA	W/(mK)	36	46	39	130	EXPANSIÓN TÉRMICA	µm/(mK)	12	12	12	18	DENSIDAD	g/cc (sistema CGS)	7,1	7,1	7,1	2,7	DUREZA BRINELL		10-3000	215-255	190-225	215-255					110-150	
PROPIEDADES	UNIDADES	GJI 450	GJI 250	GJL 300	A390.0																																																																
RESISTENCIA ÚLTIMA A LA TRACCIÓN	MPa	450	250	300	275																																																																
MÓDULO DE ELASTICIDAD	GPa	145	105	115	80																																																																
ELONGACIÓN	%	1-2	0	0	1																																																																
FATIGA POR FLEXIÓN ROTATIVA (20 °C)	MPa	210	110	125	100																																																																
FATIGA POR FLEXIÓN ROTATIVA (225 °C)	MPa	205	100	120	35																																																																
CONDUCTIVIDAD TÉRMICA	W/(mK)	36	46	39	130																																																																
EXPANSIÓN TÉRMICA	µm/(mK)	12	12	12	18																																																																
DENSIDAD	g/cc (sistema CGS)	7,1	7,1	7,1	2,7																																																																
DUREZA BRINELL		10-3000	215-255	190-225	215-255																																																																
				110-150																																																																	

REPOSITORIO																																																	
RESULTADOS DE LA BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN ESTRUCTURADA																																																	
Ecuación N°	TÍTULO DEL CONTENIDO (artículo, libro, patente, etc)	AUTOR (es)	HALLAZGOS																																														
2	Advanced and conventional internal combustion engine materials	L. L. Myagkov K. Mahkamov N. D. Chainov I. Makhkamova	<p>"ALEACIÓN DE NÍQUEL-CROMO es una aleación de níquel-cromo forjada y endurecida por edad. Es reforzado por la adición de titanio, aluminio y carbono y ha sido desarrollado para su uso a temperaturas de hasta 815 ° C. sus aplicaciones son principalmente: Ingeniería de turbinas de gas, Válvulas de escape de automóviles, insertos y núcleos de fundición a presión, Piezas de tubo de caldera nuclear. las propiedades mecánicas y químicas se describen a continuación."</p> <p>COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA ALEACIÓN NIMONIC® 80A (% POR PESO)</p> <table border="1"> <tbody> <tr><td>Carbón</td><td>0.10 Máx.</td></tr> <tr><td>Cromo</td><td>18.0-21.0</td></tr> <tr><td>Silicio</td><td>1.0 Máx.</td></tr> <tr><td>Cobre</td><td>0.2 Máx.</td></tr> <tr><td>Hierro</td><td>3.0 Máx.</td></tr> <tr><td>Manganeso</td><td>1.0</td></tr> <tr><td>Titanio</td><td>1.8-2.7</td></tr> <tr><td>aluminio</td><td>1.0-1.8</td></tr> <tr><td>cobalto</td><td>2.0 Máx.</td></tr> <tr><td>boro</td><td>0.008 Máx.</td></tr> <tr><td>zirconio</td><td>0.15 Máx.</td></tr> <tr><td>plomo</td><td>0.0025 Máx.</td></tr> <tr><td>Azufre</td><td>0.015</td></tr> <tr><td>Níquel</td><td>En equilibrio</td></tr> </tbody> </table> <p>PROPIEDADES FÍSICAS</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>PROPIEDADES FÍSICAS</th> <th>SISTEMA MÉTRICO</th> <th>SISTEMA INGLÉS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DENSIDAD</td> <td>8.19 $\frac{gm}{cm^3}$</td> <td>0.296 $\frac{lb}{in^3}$</td> </tr> </tbody> </table> <p>PROPIEDADES MECÁNICAS</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>PROPIEDADES MECÁNICAS</th> <th>SISTEMA MÉTRICO</th> <th>SISTEMA INGLÉS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (TEMPLADO)</td> <td>1250 MPa</td> <td>181 Ksi</td> </tr> <tr> <td>LÍMITE ELÁSTICO</td> <td>780 MPa</td> <td>113 Ksi</td> </tr> <tr> <td>ALARGAMIENTO A LA ROTURA</td> <td>30%</td> <td>30%</td> </tr> </tbody> </table>	Carbón	0.10 Máx.	Cromo	18.0-21.0	Silicio	1.0 Máx.	Cobre	0.2 Máx.	Hierro	3.0 Máx.	Manganeso	1.0	Titanio	1.8-2.7	aluminio	1.0-1.8	cobalto	2.0 Máx.	boro	0.008 Máx.	zirconio	0.15 Máx.	plomo	0.0025 Máx.	Azufre	0.015	Níquel	En equilibrio	PROPIEDADES FÍSICAS	SISTEMA MÉTRICO	SISTEMA INGLÉS	DENSIDAD	8.19 $\frac{gm}{cm^3}$	0.296 $\frac{lb}{in^3}$	PROPIEDADES MECÁNICAS	SISTEMA MÉTRICO	SISTEMA INGLÉS	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (TEMPLADO)	1250 MPa	181 Ksi	LÍMITE ELÁSTICO	780 MPa	113 Ksi	ALARGAMIENTO A LA ROTURA	30%	30%
Carbón	0.10 Máx.																																																
Cromo	18.0-21.0																																																
Silicio	1.0 Máx.																																																
Cobre	0.2 Máx.																																																
Hierro	3.0 Máx.																																																
Manganeso	1.0																																																
Titanio	1.8-2.7																																																
aluminio	1.0-1.8																																																
cobalto	2.0 Máx.																																																
boro	0.008 Máx.																																																
zirconio	0.15 Máx.																																																
plomo	0.0025 Máx.																																																
Azufre	0.015																																																
Níquel	En equilibrio																																																
PROPIEDADES FÍSICAS	SISTEMA MÉTRICO	SISTEMA INGLÉS																																															
DENSIDAD	8.19 $\frac{gm}{cm^3}$	0.296 $\frac{lb}{in^3}$																																															
PROPIEDADES MECÁNICAS	SISTEMA MÉTRICO	SISTEMA INGLÉS																																															
RESISTENCIA A LA TRACCIÓN (TEMPLADO)	1250 MPa	181 Ksi																																															
LÍMITE ELÁSTICO	780 MPa	113 Ksi																																															
ALARGAMIENTO A LA ROTURA	30%	30%																																															

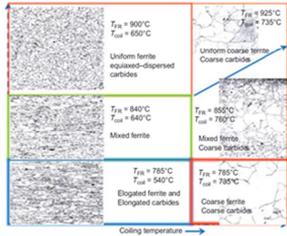
REPOSITORIO																												
RESULTADOS DE LA BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN ESTRUCTURADA																												
Ecuación N°	TÍTULO DEL CONTENIDO (artículo, libro, patente, etc)	AUTOR (es)	HALLAZGOS																									
3	TRIP aided and complex phase	K. Sugimoto M. Mukherjee	<p>"El acero TRIP es un acero de alta resistencia típicamente utilizado en la industria automotriz. TRIP (Plasticidad inducida por Transformación). Es conocido por su excelente combinación de fuerza y ductilidad. Como resultado de su alta capacidad de absorción de energía y resistencia a la fatiga, los aceros TRIP son particularmente adecuados para componentes estructurales y de seguridad para automóviles, tales como elementos transversales, vigas longitudinales, refuerzos de pilar B, topes y refuerzos de parachoques. sus propiedades químicas y mecánicas se describen a continuación."</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ACERO</th> <th>FERRITA</th> <th>MARTENSITA</th> <th>BAINITA</th> <th>AUSTENITA RETENIDA</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>DP</td> <td>0.80-0.85</td> <td>0.15-0.20</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>TRIP</td> <td>0.55-0.65</td> <td>-</td> <td>0.25 -0.35</td> <td>0.05-0.20</td> </tr> <tr> <td>CP</td> <td>0.05-0.10</td> <td>0.05 -0.10</td> <td>0.80-0.90</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>MART</td> <td>-</td> <td>1.0</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table> <p>Source: WorldAutoSteel</p>	ACERO	FERRITA	MARTENSITA	BAINITA	AUSTENITA RETENIDA	DP	0.80-0.85	0.15-0.20	-	-	TRIP	0.55-0.65	-	0.25 -0.35	0.05-0.20	CP	0.05-0.10	0.05 -0.10	0.80-0.90	-	MART	-	1.0	-	-
ACERO	FERRITA	MARTENSITA	BAINITA	AUSTENITA RETENIDA																								
DP	0.80-0.85	0.15-0.20	-	-																								
TRIP	0.55-0.65	-	0.25 -0.35	0.05-0.20																								
CP	0.05-0.10	0.05 -0.10	0.80-0.90	-																								
MART	-	1.0	-	-																								

REPOSITORIO																																																																																																							
RESULTADOS DE LA BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN ESTRUCTURADA																																																																																																							
Ecuación N°	TÍTULO DEL CONTENIDO (artículo, libro, patente, etc)	AUTOR (es)	HALLAZGOS																																																																																																				
4	Materials for Automobile Bodies	Geoffrey Davies	<p>"En términos generales, la atracción del aluminio se basa en su baja densidad (2,69 g / cm³). La regla histórica al considerar las estructuras o subconjuntos hechos de alternativas al acero es que el peso se puede reducir aproximadamente a la mitad, pero el costo se duplica. (Davies, 2012) Aunque la densidad del aluminio es un tercio de la del acero, no se puede lograr el potencial de reducción total porque el módulo (69 GPa) es considerablemente más bajo que el del acero (210 GPa), y como la rigidez es una influencia primaria en el diseño de la mayoría de las carrocerías alguna compensación se debe hacer y el espesor aumenta. su aplicación es principalmente en los interiores secundarios. Píxeles de suspensión, torques, sistema de dirección y propiedades químicas y mecánicas se describen a continuación."</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">ALEACIÓN</th> <th rowspan="2">NOMBRE COMERCIAL</th> <th colspan="5">CONTENIDO EN % DE PESO</th> </tr> <tr> <th>Si</th> <th>Fe</th> <th>Cu</th> <th>Mn</th> <th>Mg</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6016</td> <td>Ac-121</td> <td>1.1</td> <td>0.2</td> <td>0.08</td> <td>0.7</td> <td>0.4</td> </tr> <tr> <td>6014</td> <td>Ac-170</td> <td>0.6</td> <td>0.2</td> <td>0.13</td> <td>0.7</td> <td>0.6</td> </tr> <tr> <td>6016</td> <td>Ac-140</td> <td>1.0</td> <td>0.2</td> <td>0.04</td> <td>0.7</td> <td>0.5</td> </tr> <tr> <td>6111</td> <td></td> <td>0.6</td> <td>0.2</td> <td>0.7</td> <td>0.15</td> <td>0.7</td> </tr> </tbody> </table> <p>Designación acuerdo a AA o EN AW-, respectivamente</p> <p>Propiedades mecánicas típicas de las aleaciones principales de AlMgSi para aplicaciones de paneles exteriores en la condición suministrada y después de tensar y tratar con calor para simular la formación y curado por electro-capa.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ALEACIÓN *</th> <th>MARCA COMERCIAL</th> <th>TEMPLAR (T4 O PX **)</th> <th>0.2% PS (MPa)</th> <th>UTS (MPa)</th> <th>Ag (%)</th> <th>A90 (%)</th> <th>n_m</th> <th>r_m</th> <th>0.2% PS DEPUÉS DE 2% DE DEFORMACIÓN + 185°C POR 20 min (MPa)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>6016</td> <td>Ac-121</td> <td>T4</td> <td>95</td> <td>205</td> <td>22</td> <td>26</td> <td>0.30</td> <td>0.7</td> <td>140</td> </tr> <tr> <td>6016</td> <td>Ac-121</td> <td>PX</td> <td>100</td> <td>210</td> <td>22</td> <td>26</td> <td>0.29</td> <td>0.84</td> <td>215</td> </tr> <tr> <td>6014</td> <td>Ac-170</td> <td>PX</td> <td>90</td> <td>195</td> <td>22</td> <td>25</td> <td>0.29</td> <td>0.68</td> <td>220</td> </tr> <tr> <td>6014</td> <td>Ac-140</td> <td>PX</td> <td>115</td> <td>230</td> <td>22</td> <td>26</td> <td>0.29</td> <td>0.7</td> <td>240</td> </tr> <tr> <td>6011</td> <td></td> <td>PX</td> <td>125</td> <td>245</td> <td>22</td> <td>25</td> <td>0.27</td> <td>0.65</td> <td>255</td> </tr> </tbody> </table> <p>* Designación acuerdo a AA o EN AW-, respectivamente</p> <p>** pre-envejecido</p>	ALEACIÓN	NOMBRE COMERCIAL	CONTENIDO EN % DE PESO					Si	Fe	Cu	Mn	Mg	6016	Ac-121	1.1	0.2	0.08	0.7	0.4	6014	Ac-170	0.6	0.2	0.13	0.7	0.6	6016	Ac-140	1.0	0.2	0.04	0.7	0.5	6111		0.6	0.2	0.7	0.15	0.7	ALEACIÓN *	MARCA COMERCIAL	TEMPLAR (T4 O PX **)	0.2% PS (MPa)	UTS (MPa)	Ag (%)	A90 (%)	n _m	r _m	0.2% PS DEPUÉS DE 2% DE DEFORMACIÓN + 185°C POR 20 min (MPa)	6016	Ac-121	T4	95	205	22	26	0.30	0.7	140	6016	Ac-121	PX	100	210	22	26	0.29	0.84	215	6014	Ac-170	PX	90	195	22	25	0.29	0.68	220	6014	Ac-140	PX	115	230	22	26	0.29	0.7	240	6011		PX	125	245	22	25	0.27	0.65	255
ALEACIÓN	NOMBRE COMERCIAL	CONTENIDO EN % DE PESO																																																																																																					
		Si	Fe	Cu	Mn	Mg																																																																																																	
6016	Ac-121	1.1	0.2	0.08	0.7	0.4																																																																																																	
6014	Ac-170	0.6	0.2	0.13	0.7	0.6																																																																																																	
6016	Ac-140	1.0	0.2	0.04	0.7	0.5																																																																																																	
6111		0.6	0.2	0.7	0.15	0.7																																																																																																	
ALEACIÓN *	MARCA COMERCIAL	TEMPLAR (T4 O PX **)	0.2% PS (MPa)	UTS (MPa)	Ag (%)	A90 (%)	n _m	r _m	0.2% PS DEPUÉS DE 2% DE DEFORMACIÓN + 185°C POR 20 min (MPa)																																																																																														
6016	Ac-121	T4	95	205	22	26	0.30	0.7	140																																																																																														
6016	Ac-121	PX	100	210	22	26	0.29	0.84	215																																																																																														
6014	Ac-170	PX	90	195	22	25	0.29	0.68	220																																																																																														
6014	Ac-140	PX	115	230	22	26	0.29	0.7	240																																																																																														
6011		PX	125	245	22	25	0.27	0.65	255																																																																																														

REPOSITORIO																																																																																														
RESULTADOS DE LA BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN ESTRUCTURADA																																																																																														
Ecuación N°	DEL CONTENIDO (artículo, libro, patent)	AUTOR (es)	HALLAZGOS																																																																																											
			Estos materiales se refuerzan adicionalmente mediante nanopartículas cerámicas dispersadas de 5-20 micras, tales como Si3N4, Al2O3 y B4C que pueden constituir Entre 5 y 30% del volumen de material. Estos materiales tienen una resistencia y rigidez relativamente altas a baja densidad y la distribución anisotrópica de propiedades mecánicas es ventajosa en la fabricación de ciertos componentes del motor, tales como bielas. sus propiedades mecánicas se describen a continuación.																																																																																											
			<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">PROPIEDADES</th> <th colspan="5">MATERIAL</th> </tr> <tr> <th>MONOCAPA 0° ± 90°</th> <th>MONOCAPA 0° ± 45°</th> <th>ACERO</th> <th>PARTE PRINCIPAL DE LA BIELA</th> <th>tapa de la biela</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>$\rho, \frac{g}{cm^3}$</td> <td>2.0</td> <td>2.0</td> <td>7.8</td> <td>2.0</td> <td>2.0</td> </tr> <tr> <td>$E_x \times 10^{-3} MPa$</td> <td>125</td> <td>121</td> <td>200</td> <td>92</td> <td>80</td> </tr> <tr> <td>$E_y \times 10^{-3} MPa$</td> <td>8.4</td> <td>8.35</td> <td></td> <td>34.2</td> <td>46</td> </tr> <tr> <td>ν_{xy}</td> <td>0.29</td> <td>0.29</td> <td>0.3</td> <td>0.133</td> <td>0.1085</td> </tr> <tr> <td>ν_{yx}</td> <td></td> <td></td> <td>-</td> <td>0.0494</td> <td>0.024</td> </tr> <tr> <td>$G_{xy} MPa$</td> <td>4.3</td> <td>4.5</td> <td>77</td> <td>6.6</td> <td>6.8</td> </tr> <tr> <td>$\frac{\sigma_x}{\sigma_y} MPa$</td> <td>1050/950</td> <td>900/850</td> <td>1000</td> <td>226.7/666.6</td> <td>195.6/592.2</td> </tr> <tr> <td>$\frac{\sigma_y}{\sigma_x} MPa$</td> <td>20/120</td> <td>30/118</td> <td>-</td> <td>82.1/258.5</td> <td>111/348.3</td> </tr> <tr> <td>$\tau_{xy} MPa$</td> <td>60</td> <td>60</td> <td>800</td> <td>111.2</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Fuerza específica, $\frac{\sigma_x}{\sigma_y}, m \times 10^{-3}$</td> <td>53.0/48.0</td> <td>4.3/4.6</td> <td>9.3</td> <td>12/34</td> <td>10.0/30.2</td> </tr> <tr> <td>Fuerza específica, $\frac{\sigma_y}{\sigma_x}, m \times 10^{-3}$</td> <td>0.1/0.6</td> <td>0.15/0.6</td> <td>9.3</td> <td>4.2/13.2</td> <td>5.7/17.8</td> </tr> <tr> <td>Rigidez específica, $\frac{E_x}{\rho}, m \times 10^{-3}$</td> <td>6400</td> <td>6200</td> <td>2600</td> <td>4700</td> <td>4100</td> </tr> <tr> <td>Rigidez específica, $\frac{E_y}{\rho}, m \times 10^{-3}$</td> <td>430</td> <td>430</td> <td>-</td> <td>1750</td> <td>2350</td> </tr> </tbody> </table>			PROPIEDADES	MATERIAL					MONOCAPA 0° ± 90°	MONOCAPA 0° ± 45°	ACERO	PARTE PRINCIPAL DE LA BIELA	tapa de la biela	$\rho, \frac{g}{cm^3}$	2.0	2.0	7.8	2.0	2.0	$E_x \times 10^{-3} MPa$	125	121	200	92	80	$E_y \times 10^{-3} MPa$	8.4	8.35		34.2	46	ν_{xy}	0.29	0.29	0.3	0.133	0.1085	ν_{yx}			-	0.0494	0.024	$G_{xy} MPa$	4.3	4.5	77	6.6	6.8	$\frac{\sigma_x}{\sigma_y} MPa$	1050/950	900/850	1000	226.7/666.6	195.6/592.2	$\frac{\sigma_y}{\sigma_x} MPa$	20/120	30/118	-	82.1/258.5	111/348.3	$\tau_{xy} MPa$	60	60	800	111.2		Fuerza específica, $\frac{\sigma_x}{\sigma_y}, m \times 10^{-3}$	53.0/48.0	4.3/4.6	9.3	12/34	10.0/30.2	Fuerza específica, $\frac{\sigma_y}{\sigma_x}, m \times 10^{-3}$	0.1/0.6	0.15/0.6	9.3	4.2/13.2	5.7/17.8	Rigidez específica, $\frac{E_x}{\rho}, m \times 10^{-3}$	6400	6200	2600	4700	4100	Rigidez específica, $\frac{E_y}{\rho}, m \times 10^{-3}$	430	430	-	1750	2350
PROPIEDADES	MATERIAL																																																																																													
	MONOCAPA 0° ± 90°	MONOCAPA 0° ± 45°	ACERO	PARTE PRINCIPAL DE LA BIELA	tapa de la biela																																																																																									
$\rho, \frac{g}{cm^3}$	2.0	2.0	7.8	2.0	2.0																																																																																									
$E_x \times 10^{-3} MPa$	125	121	200	92	80																																																																																									
$E_y \times 10^{-3} MPa$	8.4	8.35		34.2	46																																																																																									
ν_{xy}	0.29	0.29	0.3	0.133	0.1085																																																																																									
ν_{yx}			-	0.0494	0.024																																																																																									
$G_{xy} MPa$	4.3	4.5	77	6.6	6.8																																																																																									
$\frac{\sigma_x}{\sigma_y} MPa$	1050/950	900/850	1000	226.7/666.6	195.6/592.2																																																																																									
$\frac{\sigma_y}{\sigma_x} MPa$	20/120	30/118	-	82.1/258.5	111/348.3																																																																																									
$\tau_{xy} MPa$	60	60	800	111.2																																																																																										
Fuerza específica, $\frac{\sigma_x}{\sigma_y}, m \times 10^{-3}$	53.0/48.0	4.3/4.6	9.3	12/34	10.0/30.2																																																																																									
Fuerza específica, $\frac{\sigma_y}{\sigma_x}, m \times 10^{-3}$	0.1/0.6	0.15/0.6	9.3	4.2/13.2	5.7/17.8																																																																																									
Rigidez específica, $\frac{E_x}{\rho}, m \times 10^{-3}$	6400	6200	2600	4700	4100																																																																																									
Rigidez específica, $\frac{E_y}{\rho}, m \times 10^{-3}$	430	430	-	1750	2350																																																																																									
5	Advanced and conventional internal combustion engine materials	L. L. Myagkov K. Mahkamov N. D. Chainov I. Makhkamova	<p>Propiedades mecánicas de un material compuesto de fibra de grafito y carbono</p> <table border="1"> <tbody> <tr> <td>densidad aparente, $\frac{g}{cm^3}$</td> <td>1.8-2.0</td> </tr> <tr> <td>módulo elástico de Young, GPa</td> <td>13-16</td> </tr> <tr> <td>Resistencia a la flexión, MPa</td> <td>80-120</td> </tr> <tr> <td>Resistencia a la compresión, MPa</td> <td>150-250</td> </tr> <tr> <td>CTE, $10^{-6} K^{-1}$</td> <td>5-7</td> </tr> <tr> <td>Conductividad térmica, $\frac{W}{mK}$</td> <td>40-60</td> </tr> <tr> <td>Rigidez específica, Km</td> <td>6800</td> </tr> <tr> <td>Resistencia específica a la flexión, Km</td> <td>5.0</td> </tr> <tr> <td>Resistencia específica a la compresión, Km</td> <td>10.0</td> </tr> </tbody> </table>			densidad aparente, $\frac{g}{cm^3}$	1.8-2.0	módulo elástico de Young, GPa	13-16	Resistencia a la flexión, MPa	80-120	Resistencia a la compresión, MPa	150-250	CTE, $10^{-6} K^{-1}$	5-7	Conductividad térmica, $\frac{W}{mK}$	40-60	Rigidez específica, Km	6800	Resistencia específica a la flexión, Km	5.0	Resistencia específica a la compresión, Km	10.0																																																																							
densidad aparente, $\frac{g}{cm^3}$	1.8-2.0																																																																																													
módulo elástico de Young, GPa	13-16																																																																																													
Resistencia a la flexión, MPa	80-120																																																																																													
Resistencia a la compresión, MPa	150-250																																																																																													
CTE, $10^{-6} K^{-1}$	5-7																																																																																													
Conductividad térmica, $\frac{W}{mK}$	40-60																																																																																													
Rigidez específica, Km	6800																																																																																													
Resistencia específica a la flexión, Km	5.0																																																																																													
Resistencia específica a la compresión, Km	10.0																																																																																													

REPOSITORIO			
RESULTADOS DE LA BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN ESTRUCTURADA			
Ecuación N°	TÍTULO DEL CONTENIDO (artículo, libro, patente)	AUTOR (es)	HALLAZGOS
6	Advanced and conventional internal combustion engine materials	L. L. Myagkov K. Makhmov N. D. Chainov I. Makhkamova	<p>“estos productos están reforzados con fibras de vidrio u otros rellenos y contienen aditivos especiales para mejorar la tenacidad, las propiedades de retardantes de llama o la resistencia a las influencias ambientales para permitir una amplia gama de propiedades diferentes. Las poliamidas especiales también ofrecen otros beneficios tales como alta estabilidad dimensional y resistencia química. entre sus aplicaciones se encuentran:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Motor y engranajes: Tubería de admisión y colector de admisión, tapas de aire de carga, tuberías de aire de carga, tapa de la culata, campana, sensor de masa de aire, cárter de aceite, carcargas de filtro de aceite, sensores de aceite, carriles guía de cadena, correas dentadas, Jaulas, ruedas dentadas, clips de fijación. • Sistema del radiador: Tapas de extremo del radiador, carcargas del termostato, tuberías del refrigerante, ruedas del ventilador, marcos del ventilador. • Sistema de suministro de combustible: Carcargas de filtros de combustible, tuberías de combustible, acoplamientos de acción rápida. • Suspensión: Soporte del motor, soporte del par, limitador del rodillo de torsión, viga transversal de la transmisión, carrocería y piezas adicionales. • Interior: pedales y pedales, palancas y elementos de accionamiento, rejillas de altavoces, manijas de las puertas, estructuras de los asientos. • Exterior: piezas estructurales, tiradores exteriores de puerta, base de espejo, tapacubos, extremo delantero, amortiguadores de choque, refuerzo de parachoques inferior (LBS). • Sistema eléctrico: arneses de cables, correas y conectores, portálamparas, cajas de fusibles, portapiezas y portaescobillas, conductos de cables, actuadores y accionamientos. sus propiedades mecánicas se describen a continuación:  <p>The figure consists of two line graphs. The top graph plots Tensile modulus (GPa) on the y-axis (0 to 20) against moisture content (%) on the x-axis (-50 to 150). It shows several curves for different polyamide materials, including AKK and AEGG, under various conditioning states (standard atmosphere, 0.5% moisture, 1% moisture, 4% moisture). The bottom graph plots Tensile stress (MPa) on the y-axis (0 to 220) against moisture content (%) on the x-axis (0 to 9). It shows curves for materials A3EG7, A3EG5, E3EG6, A3E, and E3E5 at a temperature of 23°C.</p>

REPOSITORIO																																			
RESULTADOS DE LA BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN ESTRUCTURADA																																			
Ecuación N°	TÍTULO DEL CONTENIDO (artículo, libro, patente, etc)	AUTOR (es)	HALLAZGOS																																
7	Overview of Composite Materials and their Automotive Applications		<p>"Los COMPUESTOS de fibra larga más avanzados han surgido conocidos como compuestos textiles. Los textiles se clasifican en tres tipos principales de tela: telas tejidas, trenzadas y hechas a punto. Se introducen para mejorar el comportamiento mecánico de los compuestos y para ofrecer más opciones de arquitecturas compuestas. entre sus aplicaciones se encuentra la tapicería, alfombras, componentes interiores pre-montados, llantas y dispositivos de seguridad. las propiedades mecánicas se describe a continuación"</p> <p>Propiedades mecánicas de diferentes tipos de compuestos.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>COMPUESTO</th> <th>MÓDULO DE YOUNG LONGITUDINAL (GPa)</th> <th>RESISTENCIA A LA ROTURA (MPa) TENSION</th> <th>DENSIDAD $\frac{g}{cm^3}$</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>compuesto unidireccional grafito/epoxi</td> <td>181</td> <td>1500</td> <td>1600</td> </tr> <tr> <td>compuesto unidireccional vidrio/epoxi</td> <td>38.60</td> <td>1062</td> <td>1800</td> </tr> <tr> <td>[0.9] grafito/epoxi</td> <td>95.98</td> <td>373.0</td> <td>1600</td> </tr> <tr> <td>[0.9] vidrio/epoxi</td> <td>23.58</td> <td>88.25</td> <td>1800</td> </tr> <tr> <td>textil 2D "tafetán" carbón/epoxi</td> <td>59.4</td> <td>515.05</td> <td>1500</td> </tr> <tr> <td>textil 3D "entrelazado"</td> <td>49.02</td> <td>672</td> <td>1400</td> </tr> <tr> <td>textil 3D "ortogonal"</td> <td>57.5</td> <td>770</td> <td>1500</td> </tr> </tbody> </table>	COMPUESTO	MÓDULO DE YOUNG LONGITUDINAL (GPa)	RESISTENCIA A LA ROTURA (MPa) TENSION	DENSIDAD $\frac{g}{cm^3}$	compuesto unidireccional grafito/epoxi	181	1500	1600	compuesto unidireccional vidrio/epoxi	38.60	1062	1800	[0.9] grafito/epoxi	95.98	373.0	1600	[0.9] vidrio/epoxi	23.58	88.25	1800	textil 2D "tafetán" carbón/epoxi	59.4	515.05	1500	textil 3D "entrelazado"	49.02	672	1400	textil 3D "ortogonal"	57.5	770	1500
COMPUESTO	MÓDULO DE YOUNG LONGITUDINAL (GPa)	RESISTENCIA A LA ROTURA (MPa) TENSION	DENSIDAD $\frac{g}{cm^3}$																																
compuesto unidireccional grafito/epoxi	181	1500	1600																																
compuesto unidireccional vidrio/epoxi	38.60	1062	1800																																
[0.9] grafito/epoxi	95.98	373.0	1600																																
[0.9] vidrio/epoxi	23.58	88.25	1800																																
textil 2D "tafetán" carbón/epoxi	59.4	515.05	1500																																
textil 3D "entrelazado"	49.02	672	1400																																
textil 3D "ortogonal"	57.5	770	1500																																

REPOSITORIO																																																																																													
RESULTADOS DE LA BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN ESTRUCTURADA																																																																																													
Ecuación N°	TÍTULO DEL CONTENIDO (artículo, libro, patente, etc)	AUTOR (es)	HALLAZGOS																																																																																										
8	High strength low alloyed (HSLA) steels	C.I. García	<p>"Los aceros HSLA son una categoría especial de aceros planos de carbono con elementos de microaleación, como vanadio (V), niobio (Nb) o titanio (Ti), y poseen propiedades mecánicas superiores(García, 2016). Entre las aplicaciones se encuentran las siguientes: chasis, timón, rines, y discos, partes de suspensión, así como partes de automoción que requieren ciertos niveles de acoplamiento y características de paso profundo. Las propiedades químicas y mecánicas se describen a continuación":</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th>SAE J2340 DESIGNACIÓN TIPO</th> <th>RESISTENCIA A LA FLUENCIA (MPa) MÍNIMA</th> <th>RESISTENCIA A LA FLUENCIA (MPa) MÁXIMA</th> <th>RESISTE A LA TRACCIÓN (MPa) MÍNIMA</th> <th>%E total MÍNIMO REDUCIDO EN FRÍO</th> <th>%E total MÍNIMO REDUCIDO EN CALIENTE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>300S</td><td>300</td><td>400</td><td>390</td><td>24</td><td>26</td></tr> <tr><td>300X</td><td>300</td><td>400</td><td>370</td><td>24</td><td>28</td></tr> <tr><td>300Y</td><td>300</td><td>400</td><td>400</td><td>21</td><td>25</td></tr> <tr><td>340S</td><td>340</td><td>440</td><td>440</td><td>22</td><td>24</td></tr> <tr><td>340X</td><td>340</td><td>440</td><td>410</td><td>22</td><td>25</td></tr> <tr><td>340Y</td><td>340</td><td>440</td><td>440</td><td>20</td><td>24</td></tr> <tr><td>380X</td><td>380</td><td>480</td><td>450</td><td>20</td><td>23</td></tr> <tr><td>380Y</td><td>380</td><td>480</td><td>480</td><td>18</td><td>22</td></tr> <tr><td>420X</td><td>420</td><td>520</td><td>490</td><td>18</td><td>22</td></tr> <tr><td>420Y</td><td>420</td><td>520</td><td>520</td><td>18</td><td>19</td></tr> <tr><td>490X</td><td>490</td><td>590</td><td>560</td><td>14</td><td>20</td></tr> <tr><td>490Y</td><td>490</td><td>590</td><td>590</td><td>12</td><td>19</td></tr> <tr><td>550X</td><td>550</td><td>680</td><td>620</td><td>12</td><td>18</td></tr> <tr><td>550Y</td><td>550</td><td>680</td><td>650</td><td>12</td><td>18</td></tr> </tbody> </table>	SAE J2340 DESIGNACIÓN TIPO	RESISTENCIA A LA FLUENCIA (MPa) MÍNIMA	RESISTENCIA A LA FLUENCIA (MPa) MÁXIMA	RESISTE A LA TRACCIÓN (MPa) MÍNIMA	%E total MÍNIMO REDUCIDO EN FRÍO	%E total MÍNIMO REDUCIDO EN CALIENTE	300S	300	400	390	24	26	300X	300	400	370	24	28	300Y	300	400	400	21	25	340S	340	440	440	22	24	340X	340	440	410	22	25	340Y	340	440	440	20	24	380X	380	480	450	20	23	380Y	380	480	480	18	22	420X	420	520	490	18	22	420Y	420	520	520	18	19	490X	490	590	560	14	20	490Y	490	590	590	12	19	550X	550	680	620	12	18	550Y	550	680	650	12	18
SAE J2340 DESIGNACIÓN TIPO	RESISTENCIA A LA FLUENCIA (MPa) MÍNIMA	RESISTENCIA A LA FLUENCIA (MPa) MÁXIMA	RESISTE A LA TRACCIÓN (MPa) MÍNIMA	%E total MÍNIMO REDUCIDO EN FRÍO	%E total MÍNIMO REDUCIDO EN CALIENTE																																																																																								
300S	300	400	390	24	26																																																																																								
300X	300	400	370	24	28																																																																																								
300Y	300	400	400	21	25																																																																																								
340S	340	440	440	22	24																																																																																								
340X	340	440	410	22	25																																																																																								
340Y	340	440	440	20	24																																																																																								
380X	380	480	450	20	23																																																																																								
380Y	380	480	480	18	22																																																																																								
420X	420	520	490	18	22																																																																																								
420Y	420	520	520	18	19																																																																																								
490X	490	590	560	14	20																																																																																								
490Y	490	590	590	12	19																																																																																								
550X	550	680	620	12	18																																																																																								
550Y	550	680	650	12	18																																																																																								

REPOSITORIO																																																								
RESULTADOS DE LA BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN ESTRUCTURADA																																																								
Ecuación N°	TÍTULO DEL CONTENIDO (artículo, libro, patente, etc)	AUTOR (es)	HALLAZGOS																																																					
9	Nanostructured steel for automotive body structures	Y. Okitsu, N. Tsuji	<p>"Los aceros han sido el material más popular e indispensable para estructuras de carrocerías de automóviles en el pasado, y recientemente en particular, varios tipos de aceros de alta resistencia (HSSs) se han desarrollado y aplicado a las estructuras corporales, lo que ha contribuido a una reducción de peso. Las aplicaciones, propiedades químicas y mecánicas se describen a continuación":</p> <p>Composición química (% en masa) de acero UFG-FC</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>C</th> <th>Si</th> <th>Mn</th> <th>P</th> <th>S</th> <th>Al</th> <th>Nb</th> <th>B</th> <th>N</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.10</td> <td>0.01</td> <td>2.00</td> <td>0.002</td> <td>0.0013</td> <td>0.035</td> <td>0.022</td> <td>0.0015</td> <td>0.0007</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Temperatura de recocido (°C)</th> <th>Microestructura</th> <th>tamaño principal del grano de grafito (µm)</th> <th>0.2% compensación de estrés (MPa)</th> <th>Resistencia a la tracción (Mpa)</th> <th>Elongación total (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>UFG-FC A</td> <td>620</td> <td>F-C</td> <td>0.49</td> <td>966</td> <td>966</td> <td>8.4</td> </tr> <tr> <td>UFG-FC B</td> <td>635</td> <td>F-C</td> <td>0.62</td> <td>816</td> <td>820</td> <td>11.3</td> </tr> <tr> <td>UFG-FC C</td> <td>670</td> <td>F-C</td> <td>0.95</td> <td>636</td> <td>638</td> <td>23.4</td> </tr> <tr> <td>FCM</td> <td>700</td> <td>F-C-M</td> <td>1.0</td> <td>515</td> <td>753</td> <td>28.0</td> </tr> </tbody> </table>	C	Si	Mn	P	S	Al	Nb	B	N	0.10	0.01	2.00	0.002	0.0013	0.035	0.022	0.0015	0.0007		Temperatura de recocido (°C)	Microestructura	tamaño principal del grano de grafito (µm)	0.2% compensación de estrés (MPa)	Resistencia a la tracción (Mpa)	Elongación total (%)	UFG-FC A	620	F-C	0.49	966	966	8.4	UFG-FC B	635	F-C	0.62	816	820	11.3	UFG-FC C	670	F-C	0.95	636	638	23.4	FCM	700	F-C-M	1.0	515	753	28.0
C	Si	Mn	P	S	Al	Nb	B	N																																																
0.10	0.01	2.00	0.002	0.0013	0.035	0.022	0.0015	0.0007																																																
	Temperatura de recocido (°C)	Microestructura	tamaño principal del grano de grafito (µm)	0.2% compensación de estrés (MPa)	Resistencia a la tracción (Mpa)	Elongación total (%)																																																		
UFG-FC A	620	F-C	0.49	966	966	8.4																																																		
UFG-FC B	635	F-C	0.62	816	820	11.3																																																		
UFG-FC C	670	F-C	0.95	636	638	23.4																																																		
FCM	700	F-C-M	1.0	515	753	28.0																																																		

REPOSITORIO																																	
RESULTADOS DE LA BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN ESTRUCTURADA																																	
Ecuación N°	TÍTULO DEL CONTENIDO (artículo, libro, patente, etc)	AUTOR (es)	HALLAZGOS																														
10	High-pressure die-cast (HPDC) aluminium alloys for automotive applications	F. Casarotto, A. J. Franke and R. Franke	<p>"El foco principal se centra en las aleaciones de aluminio fundido a alta presión (HPDC) y en los factores impulsores que conducen al uso actual de aleaciones de fundición de primera calidad. sus principales aplicaciones son: Amortiguadores de vibraciones, carcasas, vasos de resorte, nodos de amarzón espacial, paneles de puertas o barras de parachoques, soportes del motor, las carcasas del volante o las articulaciones</p> <p>Porcentaje de composición química de Silafont®-36</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Si</th> <th>Fe</th> <th>Cu</th> <th>Mn</th> <th>Mg</th> <th>Zn</th> <th>Ti</th> <th>Sr</th> <th>Total de otros</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>mínimo</td> <td>9.5</td> <td></td> <td>0.03</td> <td>0.5</td> <td>0.1</td> <td></td> <td>0.04</td> <td>0.010</td> <td></td> </tr> <tr> <td>máximo</td> <td>11.5</td> <td>0.15</td> <td>0.03</td> <td>0.8</td> <td>0.5</td> <td>0.07</td> <td>0.15</td> <td>0.020</td> <td>0.1</td> </tr> </tbody> </table> <p>Ensayos de tracción dinámica versus estática para Silafont®-36 en el estado T7.</p>		Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ti	Sr	Total de otros	mínimo	9.5		0.03	0.5	0.1		0.04	0.010		máximo	11.5	0.15	0.03	0.8	0.5	0.07	0.15	0.020	0.1
	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ti	Sr	Total de otros																								
mínimo	9.5		0.03	0.5	0.1		0.04	0.010																									
máximo	11.5	0.15	0.03	0.8	0.5	0.07	0.15	0.020	0.1																								

REPOSITORIO																																																					
RESULTADOS DE LA BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN ESTRUCTURADA																																																					
Ecuación N°	TÍTULO DEL CONTENIDO (artículo, libro, patente, etc)	AUTOR (es)	HALLAZGOS																																																		
10	High-pressure die-cast (HPDC) aluminium alloys for automotive applications	F. Casarotto, A. J. Franke and R. Franke	<p>Porcentaje de composición química de Magsimal®-59</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Si</th> <th>Fe</th> <th>Cu</th> <th>Mn</th> <th>Mg</th> <th>Zn</th> <th>Ti</th> <th>Be</th> <th>Total de otros</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>mínimo</td> <td>1.8</td> <td></td> <td></td> <td>0.5</td> <td>5.0</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>máximo</td> <td>2.6</td> <td>0.2</td> <td>0.05</td> <td>0.8</td> <td>6.0</td> <td>0.07</td> <td>0.2</td> <td>0.004</td> <td>0.2</td> </tr> </tbody> </table> <p>Propiedades mecánicas</p> <p>Propiedades mecánicas de Magsimal®-59 en estado fundido, en función del grosor de pared</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>espesor de pared (mm)</th> <th>R_{p0.2} (Mpa)</th> <th>R_m (Mpa)</th> <th>A (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><2</td> <td>>220</td> <td>>300</td> <td>10-15</td> </tr> <tr> <td>2-4</td> <td>160-220</td> <td>310-340</td> <td>12-18</td> </tr> <tr> <td>4-6</td> <td>140-170</td> <td>250-320</td> <td>9-14</td> </tr> <tr> <td>6-12</td> <td>120-145</td> <td>220-260</td> <td>8-12</td> </tr> </tbody> </table>		Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ti	Be	Total de otros	mínimo	1.8			0.5	5.0					máximo	2.6	0.2	0.05	0.8	6.0	0.07	0.2	0.004	0.2	espesor de pared (mm)	R _{p0.2} (Mpa)	R _m (Mpa)	A (%)	<2	>220	>300	10-15	2-4	160-220	310-340	12-18	4-6	140-170	250-320	9-14	6-12	120-145	220-260	8-12
	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ti	Be	Total de otros																																												
mínimo	1.8			0.5	5.0																																																
máximo	2.6	0.2	0.05	0.8	6.0	0.07	0.2	0.004	0.2																																												
espesor de pared (mm)	R _{p0.2} (Mpa)	R _m (Mpa)	A (%)																																																		
<2	>220	>300	10-15																																																		
2-4	160-220	310-340	12-18																																																		
4-6	140-170	250-320	9-14																																																		
6-12	120-145	220-260	8-12																																																		

REPOSITORIO																																							
RESULTADOS DE LA BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN ESTRUCTURADA																																							
Ecuación N°	TÍTULO DEL CONTENIDO (artículo, libro, patente, etc)	AUTOR (es)	HALLAZGOS																																				
10	High-pressure die-cast (HPDC) aluminium alloys for automotive applications	F. Casarotto, A. J. Franke and R. Franke	<p>Propiedades químicas de la aleación de AlSi no termotratable - Castasil®-37</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Si</th> <th>Fe</th> <th>Cu</th> <th>Mn</th> <th>Mg</th> <th>Zn</th> <th>Mo</th> <th>Zr</th> <th>Ti</th> <th>Sr</th> <th>Total de otros</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>mínimo</td> <td>8.5</td> <td></td> <td></td> <td>0.35</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>0.006</td> <td></td> </tr> <tr> <td>máximo</td> <td>10.5</td> <td>0.15</td> <td>0.05</td> <td>0.60</td> <td>0.06</td> <td>0.07</td> <td>0.3</td> <td>0.3</td> <td>0.15</td> <td>0.025</td> <td>0.10</td> </tr> </tbody> </table> <p>Propiedades mecánicas</p> <p>Las propiedades mecánicas de Castasil®-37 en el temple F y para diferentes estados tratados térmicamente</p>		Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Mo	Zr	Ti	Sr	Total de otros	mínimo	8.5			0.35						0.006		máximo	10.5	0.15	0.05	0.60	0.06	0.07	0.3	0.3	0.15	0.025	0.10
	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Mo	Zr	Ti	Sr	Total de otros																												
mínimo	8.5			0.35						0.006																													
máximo	10.5	0.15	0.05	0.60	0.06	0.07	0.3	0.3	0.15	0.025	0.10																												

REPOSITORIO																																																																																													
RESULTADOS DE LA BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN ESTRUCTURADA																																																																																													
Ecuación N°	TÍTULO DEL CONTENIDO (artículo, libro, patente, etc)	AUTOR (es)	HALLAZGOS																																																																																										
11	Magnesium alloys for lightweight powertrains and automotive bodies	B. R. Powell and A. A. Luo,	<p>"El magnesio es un metal blanco grisáceo que representa el 2,7% de la corteza terrestre (Okamoto H. 1988) Debido a su alta actividad química, nunca se encuentra como un metal puro en la naturaleza. (Pidgeon L. M. 1946) También se encuentra en el agua de mar, siendo esta una fuente comercial importante de magnesio. Las aplicaciones son componentes de alta resistencia y baja ductilidad en entornos térmicos inferiores a 123 ° C, Abrazaderas de freno, soportes de embrague, tapas, cajas de transferencia y cajas de cambio, colectores de admisión, tapas de válvulas, cajas de transmisión manuales, ruedas, cajas de transmisión CVT, asientos, carcasas de bolsas de aire. La composición química y propiedades mecánicas se describen a continuación."</p> <p style="text-align: center;">Composición nominal de aleaciones de magnesio grupo</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Aleación</th> <th colspan="3">composición nominal, porcentaje de peso</th> </tr> <tr> <th>Al</th> <th>Mn</th> <th>Zn</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>AZ81A-T4</td> <td>7.6</td> <td>0.13</td> <td>0.7</td> </tr> <tr> <td>AZ91C-T4</td> <td>8.7</td> <td>0.13</td> <td>0.7</td> </tr> <tr> <td>AZ91D</td> <td>9.0</td> <td>0.13</td> <td>0.7</td> </tr> <tr> <td>AZ31B-F</td> <td>3.0</td> <td></td> <td>1.0</td> </tr> <tr> <td>AZ61A-F</td> <td>6.5</td> <td></td> <td>1.0</td> </tr> <tr> <td>AZ31B-H24</td> <td>3.0</td> <td></td> <td>1.0</td> </tr> </tbody> </table> <p>Propiedades mecánicas típicas de las aleaciones de magnesio a temperatura ambiente</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Aleación</th> <th rowspan="2">UTS</th> <th colspan="3">resistencia a la fluencia</th> <th rowspan="2">Elongación %</th> <th rowspan="2">Resistencia al corte (MPa)</th> <th rowspan="2">Dureza HRB</th> </tr> <tr> <th>Tensión (MPa)</th> <th>Compresión (MPa)</th> <th>Rodamiento (MPa)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>AZ81A-T4</td> <td>275</td> <td>83</td> <td>83</td> <td>305</td> <td>15</td> <td>125</td> <td>55</td> </tr> <tr> <td>AZ91C-T4</td> <td>275</td> <td>145</td> <td>145</td> <td>360</td> <td>6</td> <td>145</td> <td>66</td> </tr> <tr> <td>AZ91D</td> <td>240</td> <td>150</td> <td>165</td> <td></td> <td>3</td> <td>140</td> <td>63</td> </tr> <tr> <td>AZ31B-F</td> <td>260</td> <td>200</td> <td>97</td> <td>230</td> <td>15</td> <td>130</td> <td>49</td> </tr> <tr> <td>AZ61A-F</td> <td>310</td> <td>230</td> <td>130</td> <td>285</td> <td>16</td> <td>140</td> <td>60</td> </tr> <tr> <td>AZ31B-H24</td> <td>290</td> <td>220</td> <td>180</td> <td>325</td> <td>15</td> <td>160</td> <td>73</td> </tr> </tbody> </table>	Aleación	composición nominal, porcentaje de peso			Al	Mn	Zn	AZ81A-T4	7.6	0.13	0.7	AZ91C-T4	8.7	0.13	0.7	AZ91D	9.0	0.13	0.7	AZ31B-F	3.0		1.0	AZ61A-F	6.5		1.0	AZ31B-H24	3.0		1.0	Aleación	UTS	resistencia a la fluencia			Elongación %	Resistencia al corte (MPa)	Dureza HRB	Tensión (MPa)	Compresión (MPa)	Rodamiento (MPa)	AZ81A-T4	275	83	83	305	15	125	55	AZ91C-T4	275	145	145	360	6	145	66	AZ91D	240	150	165		3	140	63	AZ31B-F	260	200	97	230	15	130	49	AZ61A-F	310	230	130	285	16	140	60	AZ31B-H24	290	220	180	325	15	160	73
Aleación	composición nominal, porcentaje de peso																																																																																												
	Al	Mn	Zn																																																																																										
AZ81A-T4	7.6	0.13	0.7																																																																																										
AZ91C-T4	8.7	0.13	0.7																																																																																										
AZ91D	9.0	0.13	0.7																																																																																										
AZ31B-F	3.0		1.0																																																																																										
AZ61A-F	6.5		1.0																																																																																										
AZ31B-H24	3.0		1.0																																																																																										
Aleación	UTS	resistencia a la fluencia			Elongación %	Resistencia al corte (MPa)	Dureza HRB																																																																																						
		Tensión (MPa)	Compresión (MPa)	Rodamiento (MPa)																																																																																									
AZ81A-T4	275	83	83	305	15	125	55																																																																																						
AZ91C-T4	275	145	145	360	6	145	66																																																																																						
AZ91D	240	150	165		3	140	63																																																																																						
AZ31B-F	260	200	97	230	15	130	49																																																																																						
AZ61A-F	310	230	130	285	16	140	60																																																																																						
AZ31B-H24	290	220	180	325	15	160	73																																																																																						

REPOSITORIO																																																																																																										
RESULTADOS DE LA BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN ESTRUCTURADA																																																																																																										
Ecuación N°	TÍTULO DEL CONTENIDO (artículo, libro, patente, etc)	AUTOR (es)	HALLAZGOS																																																																																																							
12	700MPa-Level High-Strength Hot Rolling Q&P Steel	Huanrong Wang Zigang Li Wei Wang Jiansu Zhang Jianye Li	<p>"Acero de 700 MPa de alta resistencia de Q & P laminado en caliente con aplicaciones a Componentes estructurales automotrices. la composición química y las propiedades mecánicas se describen a continuación."</p> <p style="text-align: center;">Composición química</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Realización n° (%peso)</th> <th colspan="9">Composición química de una lámina de aleación basada en Al-Mg-Si.</th> </tr> <tr> <th>C</th> <th>Si</th> <th>Mn</th> <th>P</th> <th>S</th> <th>Al</th> <th>N</th> <th>Ti</th> <th>O</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0.15</td> <td>1.55</td> <td>2.52</td> <td>0.006</td> <td>0.0027</td> <td>0.55</td> <td>0.0032</td> <td>0.010</td> <td>0.0026</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0.22</td> <td>1.26</td> <td>1.83</td> <td>0.006</td> <td>0.0022</td> <td>0.83</td> <td>0.0033</td> <td>0.005</td> <td>0.0024</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0.28</td> <td>1.37</td> <td>2.95</td> <td>0.009</td> <td>0.0024</td> <td>0.32</td> <td>0.0046</td> <td>0.015</td> <td>0.0023</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>0.34</td> <td>1.95</td> <td>1.98</td> <td>0.010</td> <td>0.0023</td> <td>0.99</td> <td>0.0036</td> <td>0.008</td> <td>0.0028</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>0.40</td> <td>1.72</td> <td>1.55</td> <td>0.012</td> <td>0.0031</td> <td>0.74</td> <td>0.0040</td> <td>0.013</td> <td>0.0029</td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">Propiedades mecánicas</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Realización n° (%peso)</th> <th colspan="4">Propiedades mecánicas</th> </tr> <tr> <th>Resistencia a la fluencia (MPa)</th> <th>Resistencia a la tracción (MPa)</th> <th>Tasa de elongación (%)</th> <th>Razón elástica</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>738</td> <td>1324</td> <td>12</td> <td>0.56</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>818</td> <td>1458</td> <td>12</td> <td>0.56</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>834</td> <td>1468</td> <td>11</td> <td>0.57</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>853</td> <td>1436</td> <td>11</td> <td>0.59</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>910</td> <td>1513</td> <td>10</td> <td>0.60</td> </tr> </tbody> </table>	Realización n° (%peso)	Composición química de una lámina de aleación basada en Al-Mg-Si.									C	Si	Mn	P	S	Al	N	Ti	O	1	0.15	1.55	2.52	0.006	0.0027	0.55	0.0032	0.010	0.0026	2	0.22	1.26	1.83	0.006	0.0022	0.83	0.0033	0.005	0.0024	3	0.28	1.37	2.95	0.009	0.0024	0.32	0.0046	0.015	0.0023	4	0.34	1.95	1.98	0.010	0.0023	0.99	0.0036	0.008	0.0028	5	0.40	1.72	1.55	0.012	0.0031	0.74	0.0040	0.013	0.0029	Realización n° (%peso)	Propiedades mecánicas				Resistencia a la fluencia (MPa)	Resistencia a la tracción (MPa)	Tasa de elongación (%)	Razón elástica	1	738	1324	12	0.56	2	818	1458	12	0.56	3	834	1468	11	0.57	4	853	1436	11	0.59	5	910	1513	10	0.60
Realización n° (%peso)	Composición química de una lámina de aleación basada en Al-Mg-Si.																																																																																																									
	C	Si	Mn	P	S	Al	N	Ti	O																																																																																																	
1	0.15	1.55	2.52	0.006	0.0027	0.55	0.0032	0.010	0.0026																																																																																																	
2	0.22	1.26	1.83	0.006	0.0022	0.83	0.0033	0.005	0.0024																																																																																																	
3	0.28	1.37	2.95	0.009	0.0024	0.32	0.0046	0.015	0.0023																																																																																																	
4	0.34	1.95	1.98	0.010	0.0023	0.99	0.0036	0.008	0.0028																																																																																																	
5	0.40	1.72	1.55	0.012	0.0031	0.74	0.0040	0.013	0.0029																																																																																																	
Realización n° (%peso)	Propiedades mecánicas																																																																																																									
	Resistencia a la fluencia (MPa)	Resistencia a la tracción (MPa)	Tasa de elongación (%)	Razón elástica																																																																																																						
1	738	1324	12	0.56																																																																																																						
2	818	1458	12	0.56																																																																																																						
3	834	1468	11	0.57																																																																																																						
4	853	1436	11	0.59																																																																																																						
5	910	1513	10	0.60																																																																																																						

REPOSITORIO																																																																																																			
RESULTADOS DE LA BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN ESTRUCTURADA																																																																																																			
Ecuación N°	TÍTULO DEL CONTENIDO (artículo, libro, patente, etc)	AUTOR (es)	HALLAZGOS																																																																																																
13	MARTENSITIC STEELS WITH 1700 TO 2200 MPA TENSILE STRENGTH	Song Rongjie Pottore Narayan S.	<p>"La presente invención comprende una aleación de acero martensítico que tiene una resistencia a la tracción final de al menos 1700 Mpa con aplicaciones que requieren una alta resistencia para el impacto lateral y la protección del vehículo sobre el rodillo, y se han utilizado durante mucho tiempo para aplicaciones tales como parachoques que se pueden laminar fácilmente. La composición química y propiedades mecánicas se describen a continuación."</p> <p>Composición química</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Acero</th> <th colspan="9">Composiciones químicas del acero investigado (% Peso)</th> </tr> <tr> <th>C</th> <th>Mn</th> <th>Si</th> <th>Ti</th> <th>B</th> <th>Al</th> <th>N</th> <th>S</th> <th>P</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>28C</td> <td>0.282</td> <td>0.577</td> <td>0.199</td> <td>0.021</td> <td></td> <td>0.02</td> <td>0.004</td> <td>0.005</td> <td>0.004</td> </tr> <tr> <td>28C-2B</td> <td>0.281</td> <td>0.58</td> <td>0.197</td> <td>0.022</td> <td>0.0016</td> <td>0.022</td> <td>0.0042</td> <td>0.004</td> <td>0.004</td> </tr> <tr> <td>32C</td> <td>0.321</td> <td>0.578</td> <td>0.195</td> <td>0.021</td> <td></td> <td>0.021</td> <td>0.0044</td> <td>0.004</td> <td>0.004</td> </tr> <tr> <td>32C-2B</td> <td>0.323</td> <td>0.578</td> <td>0.196</td> <td>0.022</td> <td>0.0017</td> <td>0.032</td> <td>0.0053</td> <td>0.004</td> <td>0.005</td> </tr> <tr> <td>36C</td> <td>0.363</td> <td>0.58</td> <td>0.196</td> <td>0.022</td> <td></td> <td>0.025</td> <td>0.0044</td> <td>0.004</td> <td>0.004</td> </tr> </tbody> </table> <p>Propiedades mecánicas</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Acero</th> <th colspan="3">Propiedades mecánicas del acero investigado</th> </tr> <tr> <th>Resistencia a la fluencia (MPa)</th> <th>Resistencia última a la tracción (MPa)</th> <th>E total (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>28C</td> <td>1593</td> <td>1908</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>28C-2B</td> <td>1540</td> <td>1838</td> <td>3.2</td> </tr> <tr> <td>32C</td> <td>1644</td> <td>2005</td> <td>4.5</td> </tr> <tr> <td>32C-2B</td> <td>1569</td> <td>1922</td> <td>4.9</td> </tr> <tr> <td>36C</td> <td>1688</td> <td>2080</td> <td>3.5</td> </tr> </tbody> </table>	Acero	Composiciones químicas del acero investigado (% Peso)									C	Mn	Si	Ti	B	Al	N	S	P	28C	0.282	0.577	0.199	0.021		0.02	0.004	0.005	0.004	28C-2B	0.281	0.58	0.197	0.022	0.0016	0.022	0.0042	0.004	0.004	32C	0.321	0.578	0.195	0.021		0.021	0.0044	0.004	0.004	32C-2B	0.323	0.578	0.196	0.022	0.0017	0.032	0.0053	0.004	0.005	36C	0.363	0.58	0.196	0.022		0.025	0.0044	0.004	0.004	Acero	Propiedades mecánicas del acero investigado			Resistencia a la fluencia (MPa)	Resistencia última a la tracción (MPa)	E total (%)	28C	1593	1908	4	28C-2B	1540	1838	3.2	32C	1644	2005	4.5	32C-2B	1569	1922	4.9	36C	1688	2080	3.5
Acero	Composiciones químicas del acero investigado (% Peso)																																																																																																		
	C	Mn	Si	Ti	B	Al	N	S	P																																																																																										
28C	0.282	0.577	0.199	0.021		0.02	0.004	0.005	0.004																																																																																										
28C-2B	0.281	0.58	0.197	0.022	0.0016	0.022	0.0042	0.004	0.004																																																																																										
32C	0.321	0.578	0.195	0.021		0.021	0.0044	0.004	0.004																																																																																										
32C-2B	0.323	0.578	0.196	0.022	0.0017	0.032	0.0053	0.004	0.005																																																																																										
36C	0.363	0.58	0.196	0.022		0.025	0.0044	0.004	0.004																																																																																										
Acero	Propiedades mecánicas del acero investigado																																																																																																		
	Resistencia a la fluencia (MPa)	Resistencia última a la tracción (MPa)	E total (%)																																																																																																
28C	1593	1908	4																																																																																																
28C-2B	1540	1838	3.2																																																																																																
32C	1644	2005	4.5																																																																																																
32C-2B	1569	1922	4.9																																																																																																
36C	1688	2080	3.5																																																																																																

REPOSITORIO																																																													
RESULTADOS DE LA BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN ESTRUCTURADA																																																													
Ecuación N°	TÍTULO DEL CONTENIDO (artículo, libro, patente, etc)	AUTOR (es)	HALLAZGOS																																																										
14	HIGH-STRENGTH COLD ROLLED STEEL SHEET HAVING EXCELLENT DUCTILITY, HOT-DIP GALVANIZED STEEL SHEET AND METHOD FOR MANUFACTURING SAME	Kyoo-Young LEE Jai-Hyun KWAK Joo-Hyun RYU Dong-Seoug SIN Se-Don Choo	<p>"La presente descripción se refiere a una lámina de acero de alta resistencia utilizada para materiales de construcción y medios de transporte, tales como vehículos y trenes y, más específicamente, a una lámina de acero laminada en frío de alta resistencia que tiene una ductilidad excelente. la composición química y propiedades mecánicas se describen a continuación".</p> <p>Composición química</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">tipo de acero</th> <th colspan="7">Composición química de una lámina de aleación basada en Al-Mg-Si.</th> </tr> <tr> <th>c</th> <th>Si</th> <th>Mn</th> <th>Ni</th> <th>P</th> <th>S</th> <th>Sol. Al</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>inventivo 1</td> <td>0.15</td> <td>1.51</td> <td>2.21</td> <td>—</td> <td>0.011</td> <td>0.005</td> <td>0.03</td> </tr> <tr> <td>inventivo 4</td> <td>0.24</td> <td>1.53</td> <td>2.11</td> <td>0.5</td> <td>0.013</td> <td>0.005</td> <td>0.03</td> </tr> <tr> <td>comparativo 1</td> <td>0.08</td> <td>1.38</td> <td>1.71</td> <td>—</td> <td>0.011</td> <td>0.005</td> <td>0.04</td> </tr> </tbody> </table> <p>PROPIEDADES MECÁNICAS</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Tipo de acero</th> <th colspan="3">Propiedades mecánicas</th> </tr> <tr> <th>Resistencia a la fluencia (MPa)</th> <th>Resistencia a la tracción (MPa)</th> <th>Tasa de elongación (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>576</td> <td>850</td> <td>28</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>591</td> <td>986</td> <td>26.9</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>463</td> <td>644</td> <td>32.7</td> </tr> </tbody> </table>	tipo de acero	Composición química de una lámina de aleación basada en Al-Mg-Si.							c	Si	Mn	Ni	P	S	Sol. Al	inventivo 1	0.15	1.51	2.21	—	0.011	0.005	0.03	inventivo 4	0.24	1.53	2.11	0.5	0.013	0.005	0.03	comparativo 1	0.08	1.38	1.71	—	0.011	0.005	0.04	Tipo de acero	Propiedades mecánicas			Resistencia a la fluencia (MPa)	Resistencia a la tracción (MPa)	Tasa de elongación (%)	1	576	850	28	2	591	986	26.9	3	463	644	32.7
tipo de acero	Composición química de una lámina de aleación basada en Al-Mg-Si.																																																												
	c	Si	Mn	Ni	P	S	Sol. Al																																																						
inventivo 1	0.15	1.51	2.21	—	0.011	0.005	0.03																																																						
inventivo 4	0.24	1.53	2.11	0.5	0.013	0.005	0.03																																																						
comparativo 1	0.08	1.38	1.71	—	0.011	0.005	0.04																																																						
Tipo de acero	Propiedades mecánicas																																																												
	Resistencia a la fluencia (MPa)	Resistencia a la tracción (MPa)	Tasa de elongación (%)																																																										
1	576	850	28																																																										
2	591	986	26.9																																																										
3	463	644	32.7																																																										

REPOSITORIO																																																																																																										
RESULTADOS DE LA BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN ESTRUCTURADA																																																																																																										
Ecuación N°	TÍTULO DEL CONTENIDO (artículo, libro, patente, etc)	AUTOR (es)	HALLAZGOS																																																																																																							
15	IRON-CARBON-MANGANESE AUSTENITIC STEEL SHEET WITH EXCELLENT RESISTANCE TO DELAYED CRACKING	Colin SCOTT Philippe CUGY Christian ALLELY	<p>"La invención se refiere a la fabricación de chapas laminadas en caliente y laminadas en frío a partir de aceros austeníticos de hierro-carbono-manganeso que tienen propiedades mecánicas muy elevadas, y especialmente una alta resistencia mecánica combinada con una excelente resistencia al craqueo retardado las cuales se utilizan principalmente en componentes estructurales automotrices. La composición química y las propiedades mecánicas se describen a continuación."</p> <p>Propiedades químicas</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Lámina</th> <th colspan="11">Composiciones de acero, expresadas en porcentaje en peso.</th> </tr> <tr> <th>C (%)</th> <th>Mn (%)</th> <th>Si (%)</th> <th>Al (%)</th> <th>S (%)</th> <th>P (%)</th> <th>N (%)</th> <th>V (%)</th> <th>Mo (%)</th> <th>Ni (%)</th> <th>Cu (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>0.627</td> <td>21.96</td> <td>0.193</td> <td><0.040</td> <td><0.005</td> <td>0.023</td> <td>0.011</td> <td>0.210</td> <td>—</td> <td>0.044</td> <td>0.014</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>0.593</td> <td>21.92</td> <td>0.232</td> <td><0.040</td> <td><0.005</td> <td>0.023</td> <td>0.011</td> <td>0.202</td> <td>0.010</td> <td>0.071</td> <td>0.039</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>0.604</td> <td>22.06</td> <td>0.199</td> <td><0.040</td> <td><0.005</td> <td>0.022</td> <td>0.010</td> <td>0.231</td> <td>0.011</td> <td>0.058</td> <td>0.029</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>0.574</td> <td>22.57</td> <td>0.198</td> <td><0.040</td> <td><0.005</td> <td>0.017</td> <td>0.009</td> <td>0.005</td> <td>0.004</td> <td>0.034</td> <td>0.011</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Lámina</th> <th colspan="2">Propiedades mecánicas</th> </tr> <tr> <th>UTS (MPa)</th> <th>A (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A4</td> <td>1150</td> <td>51</td> </tr> <tr> <td>A5</td> <td>1155</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>A1</td> <td>1147</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td>C2</td> <td>1150</td> <td>53</td> </tr> <tr> <td>A2</td> <td>1136</td> <td>56</td> </tr> <tr> <td>C1</td> <td>1150</td> <td>51</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>1132</td> <td>54</td> </tr> <tr> <td>A3</td> <td>1137</td> <td>53</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>1056</td> <td>60</td> </tr> </tbody> </table>	Lámina	Composiciones de acero, expresadas en porcentaje en peso.											C (%)	Mn (%)	Si (%)	Al (%)	S (%)	P (%)	N (%)	V (%)	Mo (%)	Ni (%)	Cu (%)	A	0.627	21.96	0.193	<0.040	<0.005	0.023	0.011	0.210	—	0.044	0.014	B	0.593	21.92	0.232	<0.040	<0.005	0.023	0.011	0.202	0.010	0.071	0.039	C	0.604	22.06	0.199	<0.040	<0.005	0.022	0.010	0.231	0.011	0.058	0.029	D	0.574	22.57	0.198	<0.040	<0.005	0.017	0.009	0.005	0.004	0.034	0.011	Lámina	Propiedades mecánicas		UTS (MPa)	A (%)	A4	1150	51	A5	1155	50	A1	1147	50	C2	1150	53	A2	1136	56	C1	1150	51	B	1132	54	A3	1137	53	D	1056	60
Lámina	Composiciones de acero, expresadas en porcentaje en peso.																																																																																																									
	C (%)	Mn (%)	Si (%)	Al (%)	S (%)	P (%)	N (%)	V (%)	Mo (%)	Ni (%)	Cu (%)																																																																																															
A	0.627	21.96	0.193	<0.040	<0.005	0.023	0.011	0.210	—	0.044	0.014																																																																																															
B	0.593	21.92	0.232	<0.040	<0.005	0.023	0.011	0.202	0.010	0.071	0.039																																																																																															
C	0.604	22.06	0.199	<0.040	<0.005	0.022	0.010	0.231	0.011	0.058	0.029																																																																																															
D	0.574	22.57	0.198	<0.040	<0.005	0.017	0.009	0.005	0.004	0.034	0.011																																																																																															
Lámina	Propiedades mecánicas																																																																																																									
	UTS (MPa)	A (%)																																																																																																								
A4	1150	51																																																																																																								
A5	1155	50																																																																																																								
A1	1147	50																																																																																																								
C2	1150	53																																																																																																								
A2	1136	56																																																																																																								
C1	1150	51																																																																																																								
B	1132	54																																																																																																								
A3	1137	53																																																																																																								
D	1056	60																																																																																																								

REPOSITORIO																																																														
RESULTADOS DE LA BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN ESTRUCTURADA																																																														
Ecuación N°	TÍTULO DEL CONTENIDO (artículo, libro, patente, etc)	AUTOR (es)	HALLAZGOS																																																											
16	ALUMINUM-MAGNESIUM-LITHIUM ALLOYS, AND METHODS FOR PRODUCING THE SAME	Francine Bovard Roberto J. Rieja Ralph R. Sawtell Dirk C. Mooy	<p>"Las nuevas aleaciones de aluminio descritas en este documento pueden usarse en una variedad de aplicaciones, tales como en aplicaciones automotrices y / o aeroespaciales, entre otras. En una realización, las nuevas aleaciones de aluminio se utilizan en una aplicación aeroespacial, tales como pieles de ala (superior e inferior) o largueros / refuerzos, piel o largueros la composición química y las propiedades mecánicas se describen a continuación"</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Aleación</th> <th colspan="4">Ejemplo 1 Composiciones de la aleación</th> </tr> <tr> <th>Mg</th> <th>Li</th> <th>Cu</th> <th>Zn</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>2.89</td> <td>0.00</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>2.80</td> <td>0.21</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>2.90</td> <td>0.87</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>2.80</td> <td>1.20</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>2.70</td> <td>1.60</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>5.03</td> <td>0.00</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>4.75</td> <td>0.23</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>10</td> <td>5.55</td> <td>0.85</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>11</td> <td>5.04</td> <td>0.00</td> <td>0.19</td> <td>0.54</td> </tr> <tr> <td>12</td> <td>4.50</td> <td>0.86</td> <td>0.18</td> <td>0.46</td> </tr> </tbody> </table>	Aleación	Ejemplo 1 Composiciones de la aleación				Mg	Li	Cu	Zn	1	2.89	0.00	0	0	2	2.80	0.21	0	0	3	2.90	0.87	0	0	4	2.80	1.20	0	0	5	2.70	1.60	0	0	6	5.03	0.00	0	0	7	4.75	0.23	0	0	10	5.55	0.85	0	0	11	5.04	0.00	0.19	0.54	12	4.50	0.86	0.18	0.46
Aleación	Ejemplo 1 Composiciones de la aleación																																																													
	Mg	Li	Cu	Zn																																																										
1	2.89	0.00	0	0																																																										
2	2.80	0.21	0	0																																																										
3	2.90	0.87	0	0																																																										
4	2.80	1.20	0	0																																																										
5	2.70	1.60	0	0																																																										
6	5.03	0.00	0	0																																																										
7	4.75	0.23	0	0																																																										
10	5.55	0.85	0	0																																																										
11	5.04	0.00	0.19	0.54																																																										
12	4.50	0.86	0.18	0.46																																																										

REPOSITORIO																																																																								
RESULTADOS DE LA BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN ESTRUCTURADA																																																																								
Ecuación N°	TÍTULO DEL CONTENIDO (artículo, libro, patente, etc)	AUTOR (es)	HALLAZGOS																																																																					
16	ALUMINUM-MAGNESIUM-LITHIUM ALLOYS, AND METHODS FOR PRODUCING THE SAME	Francine Bovard Roberto J. Rioja Ralph R. Sawtell Dirk C. Mooy	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Aleación</th> <th colspan="4">Propiedades mecánicas de las aleaciones laminadas en caliente (HR)</th> </tr> <tr> <th>Temperatura de terminación del laminado en caliente. °F</th> <th>TYS (MPa)</th> <th>UTS (MPa)</th> <th>E (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>500-550</td><td>173.75</td><td>246.83</td><td>28.4</td></tr> <tr><td>2</td><td>500-550</td><td>167.54</td><td>261.31</td><td>24.9</td></tr> <tr><td>3</td><td>400-450</td><td>224.1</td><td>318.53</td><td>15.2</td></tr> <tr><td>4</td><td>400-450</td><td>241.31</td><td>334.39</td><td>12.9</td></tr> <tr><td>5</td><td>400-450</td><td>246.1</td><td>365.4</td><td>11.8</td></tr> <tr><td>6</td><td>400-450</td><td>246.1</td><td>344.73</td><td>24.1</td></tr> <tr><td>7</td><td>400-450</td><td>253.7</td><td>366.8</td><td>17.0</td></tr> <tr><td>8</td><td>500-550</td><td>217.18</td><td>357.14</td><td>23.5</td></tr> <tr><td>9</td><td>400-450</td><td>264.06</td><td>384.72</td><td>19.1</td></tr> <tr><td>10</td><td>400-450</td><td>268.89</td><td>396.448</td><td>18.9</td></tr> <tr><td>11</td><td>400-450</td><td>278.54</td><td>389.55</td><td>17.5</td></tr> <tr><td>12</td><td>400-450</td><td>269.58</td><td>391.6</td><td>16.4</td></tr> </tbody> </table>	Aleación	Propiedades mecánicas de las aleaciones laminadas en caliente (HR)				Temperatura de terminación del laminado en caliente. °F	TYS (MPa)	UTS (MPa)	E (%)	1	500-550	173.75	246.83	28.4	2	500-550	167.54	261.31	24.9	3	400-450	224.1	318.53	15.2	4	400-450	241.31	334.39	12.9	5	400-450	246.1	365.4	11.8	6	400-450	246.1	344.73	24.1	7	400-450	253.7	366.8	17.0	8	500-550	217.18	357.14	23.5	9	400-450	264.06	384.72	19.1	10	400-450	268.89	396.448	18.9	11	400-450	278.54	389.55	17.5	12	400-450	269.58	391.6	16.4
Aleación	Propiedades mecánicas de las aleaciones laminadas en caliente (HR)																																																																							
	Temperatura de terminación del laminado en caliente. °F	TYS (MPa)	UTS (MPa)	E (%)																																																																				
1	500-550	173.75	246.83	28.4																																																																				
2	500-550	167.54	261.31	24.9																																																																				
3	400-450	224.1	318.53	15.2																																																																				
4	400-450	241.31	334.39	12.9																																																																				
5	400-450	246.1	365.4	11.8																																																																				
6	400-450	246.1	344.73	24.1																																																																				
7	400-450	253.7	366.8	17.0																																																																				
8	500-550	217.18	357.14	23.5																																																																				
9	400-450	264.06	384.72	19.1																																																																				
10	400-450	268.89	396.448	18.9																																																																				
11	400-450	278.54	389.55	17.5																																																																				
12	400-450	269.58	391.6	16.4																																																																				

REPOSITORIO																																																																																																		
RESULTADOS DE LA BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN ESTRUCTURADA																																																																																																		
Ecuación N°	TÍTULO DEL CONTENIDO (artículo, libro, patente, etc)	AUTOR (es)	HALLAZGOS																																																																																															
16	ALUMINUM-MAGNESIUM-LITHIUM ALLOYS, AND METHODS FOR PRODUCING THE SAME	Francine Bovard Roberto J. Rioja Ralph R. Sawtell Dirk C. Mooy	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Aleación</th> <th colspan="5">Ejemplo 2 Composiciones de la aleación</th> </tr> <tr> <th>Mg</th> <th>Li</th> <th>Zn</th> <th>Cu</th> <th>Ag</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>13</td><td>4.42</td><td>2.01</td><td>0.96</td><td>0.35</td><td>0.24</td></tr> <tr><td>14</td><td>4.33</td><td>2.09</td><td>1.87</td><td>0.35</td><td>0.23</td></tr> <tr><td>15</td><td>4.53</td><td>2.13</td><td>0.97</td><td>0.95</td><td>0.24</td></tr> <tr><td>16</td><td>4.48</td><td>2.18</td><td>1.92</td><td>0.95</td><td>0.24</td></tr> <tr><td>17</td><td>4.41</td><td>2.03</td><td>0.97</td><td>0.35</td><td>0.65</td></tr> <tr><td>18</td><td>4.38</td><td>2.04</td><td>1.90</td><td>0.36</td><td>0.65</td></tr> <tr><td>19</td><td>4.41</td><td>2.06</td><td>0.98</td><td>0.95</td><td>0.66</td></tr> <tr><td>20</td><td>4.36</td><td>2.12</td><td>1.89</td><td>0.89</td><td>0.62</td></tr> <tr><td>21</td><td>4.37</td><td>2.08</td><td>1.44</td><td>0.65</td><td>0.44</td></tr> <tr><td>22</td><td>4.31</td><td>2.22</td><td>2.82</td><td>0.64</td><td>0.43</td></tr> <tr><td>23</td><td>4.43</td><td>2.16</td><td>1.44</td><td>1.85</td><td>0.45</td></tr> <tr><td>24</td><td>4.45</td><td>2.18</td><td>1.48</td><td>0.68</td><td>0.91</td></tr> <tr><td>25</td><td>4.45</td><td>2.06</td><td>1.45</td><td>0.67</td><td>0.45</td></tr> <tr><td>26</td><td>4.40</td><td>2.13</td><td>1.45</td><td>0.67</td><td>0.44</td></tr> </tbody> </table>	Aleación	Ejemplo 2 Composiciones de la aleación					Mg	Li	Zn	Cu	Ag	13	4.42	2.01	0.96	0.35	0.24	14	4.33	2.09	1.87	0.35	0.23	15	4.53	2.13	0.97	0.95	0.24	16	4.48	2.18	1.92	0.95	0.24	17	4.41	2.03	0.97	0.35	0.65	18	4.38	2.04	1.90	0.36	0.65	19	4.41	2.06	0.98	0.95	0.66	20	4.36	2.12	1.89	0.89	0.62	21	4.37	2.08	1.44	0.65	0.44	22	4.31	2.22	2.82	0.64	0.43	23	4.43	2.16	1.44	1.85	0.45	24	4.45	2.18	1.48	0.68	0.91	25	4.45	2.06	1.45	0.67	0.45	26	4.40	2.13	1.45	0.67	0.44
Aleación	Ejemplo 2 Composiciones de la aleación																																																																																																	
	Mg	Li	Zn	Cu	Ag																																																																																													
13	4.42	2.01	0.96	0.35	0.24																																																																																													
14	4.33	2.09	1.87	0.35	0.23																																																																																													
15	4.53	2.13	0.97	0.95	0.24																																																																																													
16	4.48	2.18	1.92	0.95	0.24																																																																																													
17	4.41	2.03	0.97	0.35	0.65																																																																																													
18	4.38	2.04	1.90	0.36	0.65																																																																																													
19	4.41	2.06	0.98	0.95	0.66																																																																																													
20	4.36	2.12	1.89	0.89	0.62																																																																																													
21	4.37	2.08	1.44	0.65	0.44																																																																																													
22	4.31	2.22	2.82	0.64	0.43																																																																																													
23	4.43	2.16	1.44	1.85	0.45																																																																																													
24	4.45	2.18	1.48	0.68	0.91																																																																																													
25	4.45	2.06	1.45	0.67	0.45																																																																																													
26	4.40	2.13	1.45	0.67	0.44																																																																																													

REPOSITORIO																																																																		
RESULTADOS DE LA BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN ESTRUCTURADA																																																																		
Ecuación N°	TÍTULO DEL CONTENIDO (artículo, libro, patente, etc)	AUTOR (es)	HALLAZGOS																																																															
16	ALUMINUM-MAGNESIUM-LITHIUM ALLOYS, AND METHODS FOR PRODUCING THE SAME	Francine Bovard Roberto J. Rioja Ralph R. Sawtell Dirk C. Mooy	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Aleación</th> <th colspan="3">Propiedades mecánicas de las aleaciones del ejemplo 2</th> </tr> <tr> <th>TYS (MPa)</th> <th>UTS (MPa)</th> <th>E (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>13</td><td>408.16</td><td>455.05</td><td>6.4</td></tr> <tr><td>14</td><td>414.37</td><td>453</td><td>3.9</td></tr> <tr><td>15</td><td>383.3</td><td>428.16</td><td>5.2</td></tr> <tr><td>16</td><td>395.06</td><td>427.47</td><td>5.2</td></tr> <tr><td>17</td><td>443.3</td><td>475.04</td><td>3.7</td></tr> <tr><td>18</td><td>409.54</td><td>442.64</td><td>4.5</td></tr> <tr><td>19</td><td>373.69</td><td>410.23</td><td>5.9</td></tr> <tr><td>20</td><td>364.7</td><td>409.54</td><td>4.6</td></tr> <tr><td>21</td><td>384.03</td><td>426.09</td><td>7.1</td></tr> <tr><td>22</td><td>381.28</td><td>415.06</td><td>4.8</td></tr> <tr><td>23</td><td>366.8</td><td>408.85</td><td>6.1</td></tr> <tr><td>24</td><td>385.4</td><td>417.8</td><td>3.5</td></tr> <tr><td>25</td><td>386.106</td><td>415.06</td><td>5.5</td></tr> <tr><td>26</td><td>369.55</td><td>400.58</td><td>4.6</td></tr> </tbody> </table>	Aleación	Propiedades mecánicas de las aleaciones del ejemplo 2			TYS (MPa)	UTS (MPa)	E (%)	13	408.16	455.05	6.4	14	414.37	453	3.9	15	383.3	428.16	5.2	16	395.06	427.47	5.2	17	443.3	475.04	3.7	18	409.54	442.64	4.5	19	373.69	410.23	5.9	20	364.7	409.54	4.6	21	384.03	426.09	7.1	22	381.28	415.06	4.8	23	366.8	408.85	6.1	24	385.4	417.8	3.5	25	386.106	415.06	5.5	26	369.55	400.58	4.6
Aleación	Propiedades mecánicas de las aleaciones del ejemplo 2																																																																	
	TYS (MPa)	UTS (MPa)	E (%)																																																															
13	408.16	455.05	6.4																																																															
14	414.37	453	3.9																																																															
15	383.3	428.16	5.2																																																															
16	395.06	427.47	5.2																																																															
17	443.3	475.04	3.7																																																															
18	409.54	442.64	4.5																																																															
19	373.69	410.23	5.9																																																															
20	364.7	409.54	4.6																																																															
21	384.03	426.09	7.1																																																															
22	381.28	415.06	4.8																																																															
23	366.8	408.85	6.1																																																															
24	385.4	417.8	3.5																																																															
25	386.106	415.06	5.5																																																															
26	369.55	400.58	4.6																																																															

REPOSITORIO																														
RESULTADOS DE LA BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN ESTRUCTURADA																														
Ecuación N°	TÍTULO DEL CONTENIDO (artículo, libro, patente, etc)	AUTOR (es)	HALLAZGOS																											
17	ALUMINUM ALLOY MATERIAL AND JOINED BODY HAVING EXCEPTIONAL ADHESIVE ENDURANCE, AND AUTOMOTIVE COMPONENT	Akihiko TATSUMI Satoru TAKADA Takahiro OZAWA	<p>"Las aplicaciones principales son Cuerpos estructurales de panel y cuerpos de refuerzo. Las composición química y las propiedades mecánicas se describen a continuación"</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="7">Composición química de una lámina de aleación basada en Al-Mg-Si.</th> </tr> <tr> <th>Mg</th> <th>Si</th> <th>Sn</th> <th>Fe</th> <th>Mn</th> <th>Ti</th> <th>Cu</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.55</td> <td>1.02</td> <td>0.05</td> <td>0.17</td> <td>0.06</td> <td>0.01</td> <td>0.16</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Como 0,2% de tensión de prueba (MPa)</th> <th>0,2% de tensión de prueba Después de bh (MPa)</th> <th>Incremento tensión de prueba (MPa)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>104</td> <td>231</td> <td>127</td> </tr> </tbody> </table>	Composición química de una lámina de aleación basada en Al-Mg-Si.							Mg	Si	Sn	Fe	Mn	Ti	Cu	0.55	1.02	0.05	0.17	0.06	0.01	0.16	Como 0,2% de tensión de prueba (MPa)	0,2% de tensión de prueba Después de bh (MPa)	Incremento tensión de prueba (MPa)	104	231	127
Composición química de una lámina de aleación basada en Al-Mg-Si.																														
Mg	Si	Sn	Fe	Mn	Ti	Cu																								
0.55	1.02	0.05	0.17	0.06	0.01	0.16																								
Como 0,2% de tensión de prueba (MPa)	0,2% de tensión de prueba Después de bh (MPa)	Incremento tensión de prueba (MPa)																												
104	231	127																												

REPOSITORIO																																																																		
RESULTADOS DE LA BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN ESTRUCTURADA																																																																		
Ecuación N°	TÍTULO DEL CONTENIDO (artículo, libro, patente, etc)	AUTOR (es)	HALLAZGOS																																																															
			<p>"Las láminas de aleación de aluminio de la serie 6000 se pueden utilizar en aplicaciones extendidas a paneles de automoción, en particular, paneles exteriores en los que pueden surgir problemas relacionados con el diseño de hermosas configuraciones de superficie curvada, líneas de caracteres, etc. la composición química y las propiedades mecánicas se muestran a continuación":</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Aleación</th> <th colspan="8">Composición química de una lámina de aleación basada en Al-Mg-Si</th> </tr> <tr> <th>Mg</th> <th>Si</th> <th>Sn</th> <th>Fe</th> <th>Mn</th> <th>Ti</th> <th>Cu</th> <th>V</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0.58</td> <td>0.90</td> <td>0.050</td> <td>0.2</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0.40</td> <td>0.82</td> <td>0.039</td> <td>0.2</td> <td>0.05</td> <td></td> <td>0.12</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0.39</td> <td>1.18</td> <td>0.058</td> <td>0.2</td> <td></td> <td>0.01</td> <td></td> <td>0.2</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">aleación</th> <th colspan="3">Propiedades mecánicas</th> </tr> <tr> <th>Como 0,2% de tensión de prueba (MPa)</th> <th>0,2% de tensión de prueba Después de bh (MPa)</th> <th>Incremento tensión de prueba (MPa)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>147</td> <td>262</td> <td>115</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>144</td> <td>261</td> <td>117</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>150</td> <td>269</td> <td>119</td> </tr> </tbody> </table>	Aleación	Composición química de una lámina de aleación basada en Al-Mg-Si								Mg	Si	Sn	Fe	Mn	Ti	Cu	V	1	0.58	0.90	0.050	0.2					2	0.40	0.82	0.039	0.2	0.05		0.12		3	0.39	1.18	0.058	0.2		0.01		0.2	aleación	Propiedades mecánicas			Como 0,2% de tensión de prueba (MPa)	0,2% de tensión de prueba Después de bh (MPa)	Incremento tensión de prueba (MPa)	1	147	262	115	2	144	261	117	3	150	269	119
Aleación	Composición química de una lámina de aleación basada en Al-Mg-Si																																																																	
	Mg	Si	Sn	Fe	Mn	Ti	Cu	V																																																										
1	0.58	0.90	0.050	0.2																																																														
2	0.40	0.82	0.039	0.2	0.05		0.12																																																											
3	0.39	1.18	0.058	0.2		0.01		0.2																																																										
aleación	Propiedades mecánicas																																																																	
	Como 0,2% de tensión de prueba (MPa)	0,2% de tensión de prueba Después de bh (MPa)	Incremento tensión de prueba (MPa)																																																															
1	147	262	115																																																															
2	144	261	117																																																															
3	150	269	119																																																															
18	EXCELLENT MOLDABILITY AND BAKE FINISH HARDENING PROPERTIES	Katsubi MATSUMOTO Yasuhiro ARUGA																																																																

REPOSITORIO																																					
RESULTADOS DE LA BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN ESTRUCTURADA																																					
Ecuación N°	TÍTULO DEL CONTENIDO (artículo, libro, patente, etc)	AUTOR (es)	HALLAZGOS																																		
19	Aluminum Alloy with Additions of Scandium, Zirconium and Erbium	Christopher S. Huskamp Christopher Booth-Morrison David C. Dunand David N. Seidman James M. Boileau Bita Ghaffari	<p>"Las aleaciones de hierro fundido y de titanio son actualmente el material de elección para ciertas aplicaciones de alta temperatura, tales como chasis de automoción y componentes de transmisión, componentes de motores para automóviles y aeronaves, componentes estructurales de motores de aeronaves y estructuras y estructuras de fuselaje. Los valores de microdureza de las dos aleaciones que contienen Er, Aleaciones 2 y 3, durante el envejecimiento isotérmico a 400 ° C son comparables en toda la gama de tiempos de envejecimiento. Ambas aleaciones presentan un aumento de microdureza después de 0,5 min, con un aumento concomitante en la conductividad eléctrica. Después de 0,5 h de envejecimiento, los valores de microdureza de las aleaciones 1 y 2 son 422 ± 12 y 414 ± 11 MPa, respectivamente. Esto contrasta dramáticamente con la aleación libre de Er (Aleación 1), cuya microdureza no aumenta más allá del valor homogeneizado de 199 ± 14 MPa después de 0,5 h, y logra un pico de microdureza de sólo 243 ± 3 MPa después de 8 días a 400 °C. Por el contrario, la microdureza de la aleación 2 alcanza un valor de 461 ± 15 MPa después de 2 días y disminuye ligeramente a 438 ± 21 MPa después de 64 días de envejecimiento a 400°C. La aleación 3 tiene una microdureza máxima de 451 ± 11 MPa después de un día de envejecimiento, y tiene la misma microdureza, dentro de la incertidumbre, de 448 ± 21 MPa después de 64 días a 400°C. Los valores de microdureza de las aleaciones 2 y 3 disminuyen para los tiempos de envejecimiento de 128 y 256 días debido a la acumulación de precipitados. Las conductividades eléctricas de las aleaciones 2 y 3 aumentan constantemente durante los primeros 1-2 días, a medida que avanza la precipitación. Entre 2 y 64 días, las conductividades eléctricas de ambas aleaciones alcanzan mesetas, lo que indica que la mayor parte del soluto disponible ha precipitado fuera de la solución. Las conductividades eléctricas de las aleaciones 2 y 3 aumentan ligeramente después de 128 y 256 días de envejecimiento, ya que las aleaciones continúan acercándose lentamente al equilibrio. Las composiciones de Aleaciones 1-3 en el estado de moldeado, tal como se miden por espectroscopia de emisión de plasma de corriente continua ("DCPMS") y tomografía de Sonda de átomos de electrodo local en 3-D ("LEAP"), se proporcionan en la Tabla siguiente."</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Aleación</th> <th colspan="3">Composición medida (DCPMS)</th> <th colspan="3">Composición medida (3-D LEAP)</th> </tr> <tr> <th>Zr</th> <th>Sc</th> <th>Er</th> <th>Zr</th> <th>Sc</th> <th>Er</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0.052</td> <td>0.067</td> <td>—</td> <td>0.0256</td> <td>0.0685</td> <td>—</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0.035</td> <td>0.047</td> <td>0.01</td> <td>0.0198</td> <td>0.0476</td> <td>0.0038</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>0.035</td> <td>0.042</td> <td>0.019</td> <td>0.02</td> <td>0.0394</td> <td>0.0046</td> </tr> </tbody> </table>	Aleación	Composición medida (DCPMS)			Composición medida (3-D LEAP)			Zr	Sc	Er	Zr	Sc	Er	1	0.052	0.067	—	0.0256	0.0685	—	2	0.035	0.047	0.01	0.0198	0.0476	0.0038	3	0.035	0.042	0.019	0.02	0.0394	0.0046
Aleación	Composición medida (DCPMS)				Composición medida (3-D LEAP)																																
	Zr	Sc	Er	Zr	Sc	Er																															
1	0.052	0.067	—	0.0256	0.0685	—																															
2	0.035	0.047	0.01	0.0198	0.0476	0.0038																															
3	0.035	0.042	0.019	0.02	0.0394	0.0046																															

REPOSITORIO																																																																																																																										
RESULTADOS DE LA BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN ESTRUCTURADA																																																																																																																										
Ecuación N°	TÍTULO DEL CONTENIDO (artículo, libro, patente, etc)	AUTOR (es)	HALLAZGOS																																																																																																																							
20	HIGH PERFORMANCE AISiMgCu CASTING ALLOY	Xinyan Yan Jen C. Lin	<p>"Las nuevas aleaciones de aluminio fundido pueden ser utilizadas en una variedad de aplicaciones, incluyendo aplicaciones de motor (por ejemplo, como una cabeza de cilindro, como un bloque de cilindro / motor) y Aplicaciones automotrices (por ejemplo, componentes de suspensión y estructurales, varillas de conexión), entre otros. la composición y propiedades mecánicas se describen a continuación."</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Aleación</th> <th colspan="9">Composición química de una lámina de aleación basada en Al-Mg-Si (% peso)</th> </tr> <tr> <th>Si</th> <th>Cu</th> <th>Mg</th> <th>Zn</th> <th>Ag</th> <th>Fe</th> <th>Sr</th> <th>Ti</th> <th>B</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Al-9Si-0.5Mg</td> <td>8.87</td> <td>0.021</td> <td>0.48</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0.079</td> <td>0.0125</td> <td>0.05</td> <td>0.003</td> </tr> <tr> <td>Al-9Si-0.35Mg-0.75Cu-4Zn</td> <td>9.01</td> <td>0.75</td> <td>0.37</td> <td>4.03</td> <td>0</td> <td>0.077</td> <td>0.0125</td> <td>0.031</td> <td>0.003</td> </tr> <tr> <td>Al-9Si-0.45Mg-0.75Cu-4Zn</td> <td>9.09</td> <td>0.75</td> <td>0.46</td> <td>4.02</td> <td>0</td> <td>0.081</td> <td>0.0125</td> <td>0.04</td> <td>0.003</td> </tr> <tr> <td>Al-9Si-0.45Mg-0.75Cu</td> <td>9.18</td> <td>0.76</td> <td>0.45</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0.083</td> <td>0.0125</td> <td>0.042</td> <td>0.003</td> </tr> <tr> <td>Al-9Si-0.5Mg-0.75Cu</td> <td>9.02</td> <td>0.77</td> <td>0.49</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0.081</td> <td>0.0125</td> <td>0.013</td> <td>0.003</td> </tr> <tr> <td>Al-9Si-0.35Mg-1.25Cu</td> <td>9.02</td> <td>1.25</td> <td>0.34</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0.088</td> <td>0.0125</td> <td>0.03</td> <td>0.003</td> </tr> <tr> <td>Al-9Si-0.45Mg-1.25Cu</td> <td>9.11</td> <td>1.28</td> <td>0.44</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0.082</td> <td>0.0125</td> <td>0.04</td> <td>0.003</td> </tr> <tr> <td>Al-9Si-0.55Mg-1.25Cu</td> <td>8.99</td> <td>1.27</td> <td>0.53</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0.1</td> <td>0.0125</td> <td>0.04</td> <td>0.003</td> </tr> <tr> <td>Al-9Si-0.35Mg-1.75Cu</td> <td>9.29</td> <td>1.83</td> <td>0.37</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>0.08</td> <td>0.0125</td> <td>0.048</td> <td>0.003</td> </tr> <tr> <td>Al-9Si-0.35Mg-1.75Cu-0.5Ag</td> <td>8.88</td> <td>1.78</td> <td>0.35</td> <td>0</td> <td>0.5</td> <td>0.081</td> <td>0.0125</td> <td>0.044</td> <td>0.003</td> </tr> </tbody> </table>	Aleación	Composición química de una lámina de aleación basada en Al-Mg-Si (% peso)									Si	Cu	Mg	Zn	Ag	Fe	Sr	Ti	B	Al-9Si-0.5Mg	8.87	0.021	0.48	0	0	0.079	0.0125	0.05	0.003	Al-9Si-0.35Mg-0.75Cu-4Zn	9.01	0.75	0.37	4.03	0	0.077	0.0125	0.031	0.003	Al-9Si-0.45Mg-0.75Cu-4Zn	9.09	0.75	0.46	4.02	0	0.081	0.0125	0.04	0.003	Al-9Si-0.45Mg-0.75Cu	9.18	0.76	0.45	0	0	0.083	0.0125	0.042	0.003	Al-9Si-0.5Mg-0.75Cu	9.02	0.77	0.49	0	0	0.081	0.0125	0.013	0.003	Al-9Si-0.35Mg-1.25Cu	9.02	1.25	0.34	0	0	0.088	0.0125	0.03	0.003	Al-9Si-0.45Mg-1.25Cu	9.11	1.28	0.44	0	0	0.082	0.0125	0.04	0.003	Al-9Si-0.55Mg-1.25Cu	8.99	1.27	0.53	0	0	0.1	0.0125	0.04	0.003	Al-9Si-0.35Mg-1.75Cu	9.29	1.83	0.37	0	0	0.08	0.0125	0.048	0.003	Al-9Si-0.35Mg-1.75Cu-0.5Ag	8.88	1.78	0.35	0	0.5	0.081	0.0125	0.044	0.003
Aleación	Composición química de una lámina de aleación basada en Al-Mg-Si (% peso)																																																																																																																									
	Si	Cu	Mg	Zn	Ag	Fe	Sr	Ti	B																																																																																																																	
Al-9Si-0.5Mg	8.87	0.021	0.48	0	0	0.079	0.0125	0.05	0.003																																																																																																																	
Al-9Si-0.35Mg-0.75Cu-4Zn	9.01	0.75	0.37	4.03	0	0.077	0.0125	0.031	0.003																																																																																																																	
Al-9Si-0.45Mg-0.75Cu-4Zn	9.09	0.75	0.46	4.02	0	0.081	0.0125	0.04	0.003																																																																																																																	
Al-9Si-0.45Mg-0.75Cu	9.18	0.76	0.45	0	0	0.083	0.0125	0.042	0.003																																																																																																																	
Al-9Si-0.5Mg-0.75Cu	9.02	0.77	0.49	0	0	0.081	0.0125	0.013	0.003																																																																																																																	
Al-9Si-0.35Mg-1.25Cu	9.02	1.25	0.34	0	0	0.088	0.0125	0.03	0.003																																																																																																																	
Al-9Si-0.45Mg-1.25Cu	9.11	1.28	0.44	0	0	0.082	0.0125	0.04	0.003																																																																																																																	
Al-9Si-0.55Mg-1.25Cu	8.99	1.27	0.53	0	0	0.1	0.0125	0.04	0.003																																																																																																																	
Al-9Si-0.35Mg-1.75Cu	9.29	1.83	0.37	0	0	0.08	0.0125	0.048	0.003																																																																																																																	
Al-9Si-0.35Mg-1.75Cu-0.5Ag	8.88	1.78	0.35	0	0.5	0.081	0.0125	0.044	0.003																																																																																																																	

REPOSITORIO																																																														
RESULTADOS DE LA BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN ESTRUCTURADA																																																														
Ecuación N°	TÍTULO DEL CONTENIDO (artículo, libro, patente, etc)	AUTOR (es)	HALLAZGOS																																																											
20	HIGH PERFORMANCE AISiMgCu CASTING ALLOY	Xinyan Yan Jen C. Lin	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Alea</th> <th colspan="4">Propiedades mecánicas (envejecido a 155°C por 15 horas)</th> </tr> <tr> <th>UTS (MPa)</th> <th>TYS (MPa)</th> <th>E (%)</th> <th>Q (MPa)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Al-9Si-0.5Mg</td> <td>405.8</td> <td>323.3</td> <td>8.3</td> <td>543.2</td> </tr> <tr> <td>Al-9Si-0.35Mg-0.75Cu-4Zn</td> <td>431.5</td> <td>342.0</td> <td>5.5</td> <td>542.6</td> </tr> <tr> <td>Al-9Si-0.45Mg-0.75Cu-4Zn</td> <td>460.5</td> <td>370.5</td> <td>5.5</td> <td>571.6</td> </tr> <tr> <td>Al-9Si-0.45Mg-0.75Cu</td> <td>451.5</td> <td>339.0</td> <td>6.5</td> <td>573.4</td> </tr> <tr> <td>Al-9Si-0.5Mg-0.75Cu</td> <td>426.0</td> <td>317.3</td> <td>8.0</td> <td>561.5</td> </tr> <tr> <td>Al-9Si-0.35Mg-1.25Cu</td> <td>411.2</td> <td>299.2</td> <td>7.3</td> <td>540.2</td> </tr> <tr> <td>Al-9Si-0.45Mg-1.25Cu</td> <td>424.3</td> <td>328.0</td> <td>4.8</td> <td>525.8</td> </tr> <tr> <td>Al-9Si-0.55Mg-1.25Cu</td> <td>444.8</td> <td>336.5</td> <td>6.0</td> <td>561.6</td> </tr> <tr> <td>Al-9Si-0.35Mg-1.75Cu</td> <td>465.7</td> <td>325.0</td> <td>9.0</td> <td>608.8</td> </tr> <tr> <td>Al-9Si-0.35Mg-1.75Cu-0.5Ag</td> <td>463.3</td> <td>343.0</td> <td>7.5</td> <td>594.5</td> </tr> </tbody> </table>	Alea	Propiedades mecánicas (envejecido a 155°C por 15 horas)				UTS (MPa)	TYS (MPa)	E (%)	Q (MPa)	Al-9Si-0.5Mg	405.8	323.3	8.3	543.2	Al-9Si-0.35Mg-0.75Cu-4Zn	431.5	342.0	5.5	542.6	Al-9Si-0.45Mg-0.75Cu-4Zn	460.5	370.5	5.5	571.6	Al-9Si-0.45Mg-0.75Cu	451.5	339.0	6.5	573.4	Al-9Si-0.5Mg-0.75Cu	426.0	317.3	8.0	561.5	Al-9Si-0.35Mg-1.25Cu	411.2	299.2	7.3	540.2	Al-9Si-0.45Mg-1.25Cu	424.3	328.0	4.8	525.8	Al-9Si-0.55Mg-1.25Cu	444.8	336.5	6.0	561.6	Al-9Si-0.35Mg-1.75Cu	465.7	325.0	9.0	608.8	Al-9Si-0.35Mg-1.75Cu-0.5Ag	463.3	343.0	7.5	594.5
Alea	Propiedades mecánicas (envejecido a 155°C por 15 horas)																																																													
	UTS (MPa)	TYS (MPa)	E (%)	Q (MPa)																																																										
Al-9Si-0.5Mg	405.8	323.3	8.3	543.2																																																										
Al-9Si-0.35Mg-0.75Cu-4Zn	431.5	342.0	5.5	542.6																																																										
Al-9Si-0.45Mg-0.75Cu-4Zn	460.5	370.5	5.5	571.6																																																										
Al-9Si-0.45Mg-0.75Cu	451.5	339.0	6.5	573.4																																																										
Al-9Si-0.5Mg-0.75Cu	426.0	317.3	8.0	561.5																																																										
Al-9Si-0.35Mg-1.25Cu	411.2	299.2	7.3	540.2																																																										
Al-9Si-0.45Mg-1.25Cu	424.3	328.0	4.8	525.8																																																										
Al-9Si-0.55Mg-1.25Cu	444.8	336.5	6.0	561.6																																																										
Al-9Si-0.35Mg-1.75Cu	465.7	325.0	9.0	608.8																																																										
Al-9Si-0.35Mg-1.75Cu-0.5Ag	463.3	343.0	7.5	594.5																																																										

REPOSITORIO																																																														
RESULTADOS DE LA BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN ESTRUCTURADA																																																														
Ecuación N°	TÍTULO DEL CONTENIDO (artículo, libro, patente, etc)	AUTOR (es)	HALLAZGOS																																																											
20	HIGH PERFORMANCE AISiMgCu CASTING ALLOY	Xinyan Yan Jen C. Lin	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Alea</th> <th colspan="4">Propiedades mecánicas (envejecido a 155°C por 30 horas)</th> </tr> <tr> <th>UTS (MPa)</th> <th>TYS (MPa)</th> <th>E (%)</th> <th>Q (MPa)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Al-9Si-0.5Mg</td> <td>398.5</td> <td>326.5</td> <td>6.5</td> <td>520.4</td> </tr> <tr> <td>Al-9Si-0.35Mg-0.75Cu-4Zn</td> <td>433.5</td> <td>358.0</td> <td>4.5</td> <td>531.5</td> </tr> <tr> <td>Al-9Si-0.45Mg-0.75Cu-4Zn</td> <td>469.0</td> <td>378.5</td> <td>7.0</td> <td>595.8</td> </tr> <tr> <td>Al-9Si-0.45Mg-0.75Cu</td> <td>450.5</td> <td>354.8</td> <td>5.0</td> <td>555.3</td> </tr> <tr> <td>Al-9Si-0.5Mg-0.75Cu</td> <td>442.8</td> <td>348.2</td> <td>6.7</td> <td>566.4</td> </tr> <tr> <td>Al-9Si-0.35Mg-1.25Cu</td> <td>436.3</td> <td>326.3</td> <td>7.0</td> <td>563.1</td> </tr> <tr> <td>Al-9Si-0.45Mg-1.25Cu</td> <td>453.8</td> <td>353.0</td> <td>5.8</td> <td>567.7</td> </tr> <tr> <td>Al-9Si-0.55Mg-1.25Cu</td> <td>460.3</td> <td>365.3</td> <td>4.8</td> <td>561.8</td> </tr> <tr> <td>Al-9Si-0.35Mg-1.75Cu</td> <td>459.5</td> <td>355.3</td> <td>5.5</td> <td>570.6</td> </tr> <tr> <td>Al-9Si-0.35Mg-1.75Cu-0.5Ag</td> <td>471.7</td> <td>364.5</td> <td>6.3</td> <td>591.9</td> </tr> </tbody> </table>	Alea	Propiedades mecánicas (envejecido a 155°C por 30 horas)				UTS (MPa)	TYS (MPa)	E (%)	Q (MPa)	Al-9Si-0.5Mg	398.5	326.5	6.5	520.4	Al-9Si-0.35Mg-0.75Cu-4Zn	433.5	358.0	4.5	531.5	Al-9Si-0.45Mg-0.75Cu-4Zn	469.0	378.5	7.0	595.8	Al-9Si-0.45Mg-0.75Cu	450.5	354.8	5.0	555.3	Al-9Si-0.5Mg-0.75Cu	442.8	348.2	6.7	566.4	Al-9Si-0.35Mg-1.25Cu	436.3	326.3	7.0	563.1	Al-9Si-0.45Mg-1.25Cu	453.8	353.0	5.8	567.7	Al-9Si-0.55Mg-1.25Cu	460.3	365.3	4.8	561.8	Al-9Si-0.35Mg-1.75Cu	459.5	355.3	5.5	570.6	Al-9Si-0.35Mg-1.75Cu-0.5Ag	471.7	364.5	6.3	591.9
Alea	Propiedades mecánicas (envejecido a 155°C por 30 horas)																																																													
	UTS (MPa)	TYS (MPa)	E (%)	Q (MPa)																																																										
Al-9Si-0.5Mg	398.5	326.5	6.5	520.4																																																										
Al-9Si-0.35Mg-0.75Cu-4Zn	433.5	358.0	4.5	531.5																																																										
Al-9Si-0.45Mg-0.75Cu-4Zn	469.0	378.5	7.0	595.8																																																										
Al-9Si-0.45Mg-0.75Cu	450.5	354.8	5.0	555.3																																																										
Al-9Si-0.5Mg-0.75Cu	442.8	348.2	6.7	566.4																																																										
Al-9Si-0.35Mg-1.25Cu	436.3	326.3	7.0	563.1																																																										
Al-9Si-0.45Mg-1.25Cu	453.8	353.0	5.8	567.7																																																										
Al-9Si-0.55Mg-1.25Cu	460.3	365.3	4.8	561.8																																																										
Al-9Si-0.35Mg-1.75Cu	459.5	355.3	5.5	570.6																																																										
Al-9Si-0.35Mg-1.75Cu-0.5Ag	471.7	364.5	6.3	591.9																																																										

REPOSITORIO																																																														
RESULTADOS DE LA BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN ESTRUCTURADA																																																														
Ecuación N°	TÍTULO DEL CONTENIDO (artículo, libro, patente, etc)	AUTOR (es)	HALLAZGOS																																																											
20	HIGH PERFORMANCE AISiMgCu CASTING ALLOY	Xinyan Yan Jen C. Lin	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Alea</th> <th colspan="4">Propiedades mecánicas (envejecido a 155°C por 60 horas)</th> </tr> <tr> <th>UTS (MPa)</th> <th>TYS (MPa)</th> <th>E (%)</th> <th>Q (MPa)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Al-9Si-0.5Mg</td> <td>398.7</td> <td>340.2</td> <td>5.3</td> <td>507.7</td> </tr> <tr> <td>Al-9Si-0.35Mg-0.75Cu-4Zn</td> <td>446.8</td> <td>366.0</td> <td>6.5</td> <td>568.7</td> </tr> <tr> <td>Al-9Si-0.45Mg-0.75Cu-4Zn</td> <td>465.3</td> <td>390.7</td> <td>5.0</td> <td>570.2</td> </tr> <tr> <td>Al-9Si-0.45Mg-0.75Cu</td> <td>464.0</td> <td>373.5</td> <td>6.5</td> <td>585.9</td> </tr> <tr> <td>Al-9Si-0.5Mg-0.75Cu</td> <td>442.5</td> <td>364.5</td> <td>6.0</td> <td>559.2</td> </tr> <tr> <td>Al-9Si-0.35Mg-1.25Cu</td> <td>446.5</td> <td>342.8</td> <td>6.5</td> <td>568.4</td> </tr> <tr> <td>Al-9Si-0.45Mg-1.25Cu</td> <td>455.3</td> <td>375.8</td> <td>4.0</td> <td>545.6</td> </tr> <tr> <td>Al-9Si-0.55Mg-1.25Cu</td> <td>475.8</td> <td>385.0</td> <td>4.8</td> <td>577.3</td> </tr> <tr> <td>Al-9Si-0.35Mg-1.75Cu</td> <td>478.8</td> <td>386.3</td> <td>5.0</td> <td>583.6</td> </tr> <tr> <td>Al-9Si-0.35Mg-1.75Cu-0.5Ag</td> <td>471.0</td> <td>389.3</td> <td>4.5</td> <td>569.0</td> </tr> </tbody> </table>	Alea	Propiedades mecánicas (envejecido a 155°C por 60 horas)				UTS (MPa)	TYS (MPa)	E (%)	Q (MPa)	Al-9Si-0.5Mg	398.7	340.2	5.3	507.7	Al-9Si-0.35Mg-0.75Cu-4Zn	446.8	366.0	6.5	568.7	Al-9Si-0.45Mg-0.75Cu-4Zn	465.3	390.7	5.0	570.2	Al-9Si-0.45Mg-0.75Cu	464.0	373.5	6.5	585.9	Al-9Si-0.5Mg-0.75Cu	442.5	364.5	6.0	559.2	Al-9Si-0.35Mg-1.25Cu	446.5	342.8	6.5	568.4	Al-9Si-0.45Mg-1.25Cu	455.3	375.8	4.0	545.6	Al-9Si-0.55Mg-1.25Cu	475.8	385.0	4.8	577.3	Al-9Si-0.35Mg-1.75Cu	478.8	386.3	5.0	583.6	Al-9Si-0.35Mg-1.75Cu-0.5Ag	471.0	389.3	4.5	569.0
Alea	Propiedades mecánicas (envejecido a 155°C por 60 horas)																																																													
	UTS (MPa)	TYS (MPa)	E (%)	Q (MPa)																																																										
Al-9Si-0.5Mg	398.7	340.2	5.3	507.7																																																										
Al-9Si-0.35Mg-0.75Cu-4Zn	446.8	366.0	6.5	568.7																																																										
Al-9Si-0.45Mg-0.75Cu-4Zn	465.3	390.7	5.0	570.2																																																										
Al-9Si-0.45Mg-0.75Cu	464.0	373.5	6.5	585.9																																																										
Al-9Si-0.5Mg-0.75Cu	442.5	364.5	6.0	559.2																																																										
Al-9Si-0.35Mg-1.25Cu	446.5	342.8	6.5	568.4																																																										
Al-9Si-0.45Mg-1.25Cu	455.3	375.8	4.0	545.6																																																										
Al-9Si-0.55Mg-1.25Cu	475.8	385.0	4.8	577.3																																																										
Al-9Si-0.35Mg-1.75Cu	478.8	386.3	5.0	583.6																																																										
Al-9Si-0.35Mg-1.75Cu-0.5Ag	471.0	389.3	4.5	569.0																																																										

REPOSITORIO																																																																																										
RESULTADOS DE LA BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN ESTRUCTURADA																																																																																										
Ecuación N°	TÍTULO DEL CONTENIDO (artículo, libro, patente, etc)	AUTOR (es)	HALLAZGOS																																																																																							
21	HIGH STRENGTH, HIGH STRESS CORROSION CRACKING RESISTANT AND CASTABLE AL-ZN-MG-CU-ZR ALLOY FOR SHAPE CAST PRODUCTS	JEN C. LIN XINYAN YAN WENPING ZHANG JAMES P. MORAN JOHN M. NEWMAN RALPH R. SAWTELL GERALD D. SCOTT MICHAEL BRANDT BOB R. FORNS RICK A. BORNS MOUSTAPHA MBAYE	<p>"Esta invención se refiere en general a aleaciones de aluminio para piezas fundidas para formas de automóviles y aeroespaciales que tienen alta resistencia a la tracción y alta resistencia al agrietamiento por corrosión por tensión (SCC). Las piezas de aluminio fundido se utilizan en aplicaciones estructurales en suspensiones de automóviles para reducir el peso. El grupo de aleaciones más comúnmente utilizado, Al7SiMg, tiene límites de resistencia bien establecidos. En aplicaciones donde se requiere alta resistencia, se usan típicamente productos forjados. Los productos forjados son desventajosamente más caros que los productos fundidos. Pueden realizarse considerables ahorros de costos tanto en aplicaciones automotrices como aeroespaciales si los productos fundidos se pueden usar para reemplazar productos forjados con poca o ninguna pérdida de resistencia. Rendimiento de alargamiento, resistencia a la corrosión general. Resistencia a la corrosión por estrés y resistencia a la fatiga."</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Aleación</th> <th colspan="3">aleación fundible de al-zn-mg-cu-zr</th> </tr> <tr> <th>Zn</th> <th>Mg</th> <th>Cu</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>4</td><td>1.2</td><td>0.85</td></tr> <tr><td>2</td><td>4</td><td>1.5</td><td>0.65</td></tr> <tr><td>3</td><td>4</td><td>1.5</td><td>0.85</td></tr> <tr><td>4</td><td>4.5</td><td>1.2</td><td>0.65</td></tr> <tr><td>5</td><td>4.5</td><td>1.2</td><td>0.85</td></tr> <tr><td>6</td><td>4</td><td>1.2</td><td>0</td></tr> <tr><td>7</td><td>4</td><td>1.2</td><td>0.35</td></tr> <tr><td>8</td><td>4</td><td>1.5</td><td>0.35</td></tr> <tr><td>9</td><td>4.5</td><td>1.2</td><td>0.35</td></tr> <tr><td>10</td><td>4.5</td><td>1.5</td><td>0.25</td></tr> <tr><td>11</td><td>4.5</td><td>1.5</td><td>0.45</td></tr> <tr><td>12</td><td>4.5</td><td>1.5</td><td>0.65</td></tr> <tr><td>13</td><td>4.5</td><td>1.5</td><td>0.85</td></tr> <tr><td>14</td><td>4.5</td><td>1.8</td><td>0.25</td></tr> <tr><td>15</td><td>4.5</td><td>1.8</td><td>0.45</td></tr> <tr><td>16</td><td>4.5</td><td>1.8</td><td>0.65</td></tr> <tr><td>17</td><td>4.5</td><td>1.8</td><td>0.85</td></tr> <tr><td>18</td><td>4</td><td>1.2</td><td>0.25</td></tr> <tr><td>19</td><td>4</td><td>1.5</td><td>0</td></tr> <tr><td>20</td><td>4.5</td><td>1.2</td><td>0</td></tr> </tbody> </table>	Aleación	aleación fundible de al-zn-mg-cu-zr			Zn	Mg	Cu	1	4	1.2	0.85	2	4	1.5	0.65	3	4	1.5	0.85	4	4.5	1.2	0.65	5	4.5	1.2	0.85	6	4	1.2	0	7	4	1.2	0.35	8	4	1.5	0.35	9	4.5	1.2	0.35	10	4.5	1.5	0.25	11	4.5	1.5	0.45	12	4.5	1.5	0.65	13	4.5	1.5	0.85	14	4.5	1.8	0.25	15	4.5	1.8	0.45	16	4.5	1.8	0.65	17	4.5	1.8	0.85	18	4	1.2	0.25	19	4	1.5	0	20	4.5	1.2	0
Aleación	aleación fundible de al-zn-mg-cu-zr																																																																																									
	Zn	Mg	Cu																																																																																							
1	4	1.2	0.85																																																																																							
2	4	1.5	0.65																																																																																							
3	4	1.5	0.85																																																																																							
4	4.5	1.2	0.65																																																																																							
5	4.5	1.2	0.85																																																																																							
6	4	1.2	0																																																																																							
7	4	1.2	0.35																																																																																							
8	4	1.5	0.35																																																																																							
9	4.5	1.2	0.35																																																																																							
10	4.5	1.5	0.25																																																																																							
11	4.5	1.5	0.45																																																																																							
12	4.5	1.5	0.65																																																																																							
13	4.5	1.5	0.85																																																																																							
14	4.5	1.8	0.25																																																																																							
15	4.5	1.8	0.45																																																																																							
16	4.5	1.8	0.65																																																																																							
17	4.5	1.8	0.85																																																																																							
18	4	1.2	0.25																																																																																							
19	4	1.5	0																																																																																							
20	4.5	1.2	0																																																																																							

REPOSITORIO																																																																																																																
RESULTADOS DE LA BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN ESTRUCTURADA																																																																																																																
Ecuación N°	TÍTULO DEL CONTENIDO (artículo, libro, patente, etc)	AUTOR (es)	HALLAZGOS																																																																																																													
21	HIGH STRENGTH, HIGH STRESS CORROSION CRACKING RESISTANT AND CASTABLE AL-ZN-MG-CU-ZR ALLOY FOR SHAPE CAST PRODUCTS	JEN C. LIN XINYAN YAN WENPING ZHANG JAMES P. MORAN JOHN M. NEWMAN RALPH R. SAWTELL GERALD D. SCOTT MICHAEL BRANDT BOB R. FORNS RICK A. BORNS MOUSTAPHA MBAYE	<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Aleación</th> <th colspan="4">Propiedades mecánicas aleación fundible de al-zn-mg-cu-zr</th> </tr> <tr> <th>Resistencia a la fluencia (MPa)</th> <th>Resistencia a la tracción última (MPa)</th> <th>E (%)</th> <th>Segundo paso el tiempo de envejecimiento, horas a 340°F</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>322.5</td><td>377.0</td><td>11.0</td><td>16.0</td></tr> <tr><td>2</td><td>326.0</td><td>381.5</td><td>12.0</td><td>16.0</td></tr> <tr><td>3</td><td>328.0</td><td>381.5</td><td>12.0</td><td>24.0</td></tr> <tr><td>4</td><td>295.5</td><td>339.5</td><td>16.0</td><td>4.0</td></tr> <tr><td>5</td><td>315.0</td><td>372.0</td><td>13.5</td><td>16.0</td></tr> <tr><td>6</td><td>263.5</td><td>318.0</td><td>16.0</td><td>16.0</td></tr> <tr><td>7</td><td>299.5</td><td>352.0</td><td>13.0</td><td>16.0</td></tr> <tr><td>8</td><td>310.0</td><td>362.5</td><td>15.0</td><td>16.0</td></tr> <tr><td>9</td><td>304.5</td><td>355.0</td><td>13.0</td><td>16.0</td></tr> <tr><td>10</td><td>350.0</td><td>402.0</td><td>17.0</td><td>16.0</td></tr> <tr><td>11</td><td>357.0</td><td>407.0</td><td>13.0</td><td>16.0</td></tr> <tr><td>12</td><td>362.3</td><td>415.0</td><td>13.0</td><td>16.0</td></tr> <tr><td>13</td><td>366.0</td><td>418.0</td><td>16.0</td><td>16.0</td></tr> <tr><td>14</td><td>376.0</td><td>431.0</td><td>14.0</td><td>16.0</td></tr> <tr><td>15</td><td>371.3</td><td>422.4</td><td>11.5</td><td>4.0</td></tr> <tr><td>16</td><td>387.8</td><td>434.9</td><td>11.0</td><td>4.0</td></tr> <tr><td>17</td><td>398.5</td><td>445.3</td><td>9.5</td><td>4.0</td></tr> <tr><td>18</td><td>304.5</td><td>351.0</td><td>14.5</td><td>4.0</td></tr> <tr><td>19</td><td>293.5</td><td>341.0</td><td>16.0</td><td>4.0</td></tr> <tr><td>20</td><td>299.0</td><td>342.0</td><td>18.0</td><td>4.0</td></tr> </tbody> </table>	Aleación	Propiedades mecánicas aleación fundible de al-zn-mg-cu-zr				Resistencia a la fluencia (MPa)	Resistencia a la tracción última (MPa)	E (%)	Segundo paso el tiempo de envejecimiento, horas a 340°F	1	322.5	377.0	11.0	16.0	2	326.0	381.5	12.0	16.0	3	328.0	381.5	12.0	24.0	4	295.5	339.5	16.0	4.0	5	315.0	372.0	13.5	16.0	6	263.5	318.0	16.0	16.0	7	299.5	352.0	13.0	16.0	8	310.0	362.5	15.0	16.0	9	304.5	355.0	13.0	16.0	10	350.0	402.0	17.0	16.0	11	357.0	407.0	13.0	16.0	12	362.3	415.0	13.0	16.0	13	366.0	418.0	16.0	16.0	14	376.0	431.0	14.0	16.0	15	371.3	422.4	11.5	4.0	16	387.8	434.9	11.0	4.0	17	398.5	445.3	9.5	4.0	18	304.5	351.0	14.5	4.0	19	293.5	341.0	16.0	4.0	20	299.0	342.0	18.0	4.0
Aleación	Propiedades mecánicas aleación fundible de al-zn-mg-cu-zr																																																																																																															
	Resistencia a la fluencia (MPa)	Resistencia a la tracción última (MPa)	E (%)	Segundo paso el tiempo de envejecimiento, horas a 340°F																																																																																																												
1	322.5	377.0	11.0	16.0																																																																																																												
2	326.0	381.5	12.0	16.0																																																																																																												
3	328.0	381.5	12.0	24.0																																																																																																												
4	295.5	339.5	16.0	4.0																																																																																																												
5	315.0	372.0	13.5	16.0																																																																																																												
6	263.5	318.0	16.0	16.0																																																																																																												
7	299.5	352.0	13.0	16.0																																																																																																												
8	310.0	362.5	15.0	16.0																																																																																																												
9	304.5	355.0	13.0	16.0																																																																																																												
10	350.0	402.0	17.0	16.0																																																																																																												
11	357.0	407.0	13.0	16.0																																																																																																												
12	362.3	415.0	13.0	16.0																																																																																																												
13	366.0	418.0	16.0	16.0																																																																																																												
14	376.0	431.0	14.0	16.0																																																																																																												
15	371.3	422.4	11.5	4.0																																																																																																												
16	387.8	434.9	11.0	4.0																																																																																																												
17	398.5	445.3	9.5	4.0																																																																																																												
18	304.5	351.0	14.5	4.0																																																																																																												
19	293.5	341.0	16.0	4.0																																																																																																												
20	299.0	342.0	18.0	4.0																																																																																																												

REPOSITORIO																			
RESULTADOS DE LA BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN ESTRUCTURADA																			
Ecuación N°	TÍTULO DEL CONTENIDO (artículo, libro, patente, etc)	AUTOR (es)	HALLAZGOS																
22	HIGH ELASTICITY ALUMINUM ALLOY INCLUDING TITANIUM COMPOUND AND METHOD FOR PRODUCING THE SAME	Hoon Mo Park Hoo Dam Lee	<p>Una aleación de aluminio de alta elasticidad que incluye un compuesto de titanio, que comprende Ti y B, en la que una relación de composición de Ti y B está en el intervalo de aproximadamente 3,5 a aproximadamente 6. 1, B se incluye en un contenido de aproximadamente 0,5 a 2% en peso Sobre el peso total de la aleación de aluminio de alta elasticidad, y ambas fases de Al3Ti y TiB2 se incluyen como una fase de refuerzo.</p> <p>Propiedades mecánicas</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Aleación</th> <th>Módulo de elasticidad (GPa)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Al</td> <td>66.3</td> </tr> <tr> <td>Si</td> <td>161</td> </tr> <tr> <td>Al7Cu4Ni</td> <td>245</td> </tr> <tr> <td>TiB2</td> <td>564</td> </tr> <tr> <td>AlB2</td> <td>234</td> </tr> <tr> <td>Al3Ti</td> <td>220</td> </tr> <tr> <td>Al5Cu2Mg8Si6</td> <td>245</td> </tr> </tbody> </table>	Aleación	Módulo de elasticidad (GPa)	Al	66.3	Si	161	Al7Cu4Ni	245	TiB2	564	AlB2	234	Al3Ti	220	Al5Cu2Mg8Si6	245
Aleación	Módulo de elasticidad (GPa)																		
Al	66.3																		
Si	161																		
Al7Cu4Ni	245																		
TiB2	564																		
AlB2	234																		
Al3Ti	220																		
Al5Cu2Mg8Si6	245																		

REPOSITORIO																																													
RESULTADOS DE LA BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN ESTRUCTURADA																																													
Ecuación N°	TÍTULO DEL CONTENIDO (artículo, libro, patente, etc)	AUTOR (es)	HALLAZGOS																																										
23	CARBON FIBER NONWOVEN COMPOSITE	Nicholas Peter Hunt Michael Scott Carroll Daniel I Guerrero Barberena Ralph A. Moody, III	<p>"Las fibras de carbono están encontrando muchos usos en productos modernos como refuerzo debido a su fuerza y rigidez. En ciertas realizaciones de la invención, la pluralidad de fibras de carbono puede comprender una longitud media de aproximadamente 60 mm a aproximadamente 100 mm. En otras realizaciones de la invención, la pluralidad de fibras de carbono puede comprender una longitud media de aproximadamente 65 mm a aproximadamente 85 mm. En algunas realizaciones de la invención, la pluralidad de fibras de carbono puede comprender una longitud media de aproximadamente 75 mm. El enfoque más común para usar fibras de carbono es como telas tejidas o simplemente como filamentos que se forman en capas e incorporan en una resina para formar una parte conformada un panel para un vehículo de transporte entre otras aplicaciones".</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Fibra</th> <th>Longitud de fibra de carbono mm</th> <th>Espacio mínimo establecido para la prensa. mm</th> <th>Espesor promedio medido mm</th> <th>Resistencia a la tracción MPa</th> <th>Deformación por tracción %</th> <th>Módulo de elasticidad</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ejemplo 1</td> <td>50</td> <td>2</td> <td>1.91</td> <td>233</td> <td>1.45</td> <td>17.9</td> </tr> <tr> <td>ejemplo 2</td> <td>50</td> <td>1.5</td> <td>1.75</td> <td>223</td> <td>1.34</td> <td>19.7</td> </tr> <tr> <td>ejemplo 3</td> <td>75</td> <td>2</td> <td>1.93</td> <td>156</td> <td>1.29</td> <td>13.1</td> </tr> <tr> <td>ejemplo 4</td> <td>75</td> <td>1.75</td> <td>1.76</td> <td>242</td> <td>1.51</td> <td>18.8</td> </tr> <tr> <td>ejemplo 5</td> <td>75</td> <td>1.5</td> <td>1.55</td> <td>229</td> <td>1.64</td> <td>16.7</td> </tr> </tbody> </table>	Fibra	Longitud de fibra de carbono mm	Espacio mínimo establecido para la prensa. mm	Espesor promedio medido mm	Resistencia a la tracción MPa	Deformación por tracción %	Módulo de elasticidad	ejemplo 1	50	2	1.91	233	1.45	17.9	ejemplo 2	50	1.5	1.75	223	1.34	19.7	ejemplo 3	75	2	1.93	156	1.29	13.1	ejemplo 4	75	1.75	1.76	242	1.51	18.8	ejemplo 5	75	1.5	1.55	229	1.64	16.7
Fibra	Longitud de fibra de carbono mm	Espacio mínimo establecido para la prensa. mm	Espesor promedio medido mm	Resistencia a la tracción MPa	Deformación por tracción %	Módulo de elasticidad																																							
ejemplo 1	50	2	1.91	233	1.45	17.9																																							
ejemplo 2	50	1.5	1.75	223	1.34	19.7																																							
ejemplo 3	75	2	1.93	156	1.29	13.1																																							
ejemplo 4	75	1.75	1.76	242	1.51	18.8																																							
ejemplo 5	75	1.5	1.55	229	1.64	16.7																																							

REPOSITORIO																																																																																										
RESULTADOS DE LA BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN ESTRUCTURADA																																																																																										
Ecuación N°	TÍTULO DEL CONTENIDO (artículo, libro, patente, etc)	AUTOR (es)	HALLAZGOS																																																																																							
24	MOLDING-COMPOSITIONS COMPOSED OF FILLER-REINFORCED THERMOPLASTIC MATERIAL WITH VERY GOOD SCRATCH RESISTANCE AND SOFT-TOUCH FEEL	A.T. Frank Peter LICHT, Erik Hans JONISCHKEIT, Wolfgang	<p>La invención se refiere a composiciones de moldeo poliméricas compuestas de un material suave, de un llenador, y de un polímero termoplástico, preferiblemente un polímero de olefina. Sorprendentemente, se ha encontrado que este objetivo se logra mediante la composición de moldeo como se mencionó al inicio, que comprende al menos una combinación de 5 a 90% en peso del material suave con 5 a 60% en peso de material de vidrio como llenador y con 3 a 70% en peso del polímero termoplástico.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Ejemplo de trabajo</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Mat. Suave</td> <td>69.5%</td> <td>59.5%</td> <td>70%</td> <td>60%</td> <td>68.5%</td> <td>585</td> </tr> <tr> <td>Partículas de vidrio</td> <td>20%</td> <td>20%</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Fibras de vidrio</td> <td></td> <td></td> <td>20%</td> <td>20%</td> <td>20%</td> <td>20%</td> </tr> <tr> <td>Polipropileno termoplástico</td> <td>10%</td> <td>20%</td> <td>10%</td> <td>20%</td> <td>10%</td> <td>20%</td> </tr> <tr> <td>Peróxido</td> <td>0.5%</td> <td>0.5%</td> <td></td> <td></td> <td>0.5%</td> <td>0.5%</td> </tr> <tr> <td>Talco</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>1%</td> <td>1%</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Ejemplo de trabajo</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> <th>6</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>módulo de tensión MPa</td> <td>139</td> <td>188</td> <td>561</td> <td>1089</td> <td>668</td> <td>1555</td> </tr> <tr> <td>dureza shore a 3</td> <td>85</td> <td>88</td> <td>82</td> <td>89</td> <td>88</td> <td>90</td> </tr> <tr> <td>dureza shore a 4</td> <td>30</td> <td>36</td> <td>37</td> <td>45</td> <td>37</td> <td>48</td> </tr> <tr> <td>resistencia al agrietamiento</td> <td>-0.4</td> <td>0.1</td> <td>-0.3</td> <td>-0.1</td> <td>-0.1</td> <td>0.03</td> </tr> </tbody> </table>				Ejemplo de trabajo	1	2	3	4	5	6	Mat. Suave	69.5%	59.5%	70%	60%	68.5%	585	Partículas de vidrio	20%	20%					Fibras de vidrio			20%	20%	20%	20%	Polipropileno termoplástico	10%	20%	10%	20%	10%	20%	Peróxido	0.5%	0.5%			0.5%	0.5%	Talco					1%	1%	Ejemplo de trabajo	1	2	3	4	5	6	módulo de tensión MPa	139	188	561	1089	668	1555	dureza shore a 3	85	88	82	89	88	90	dureza shore a 4	30	36	37	45	37	48	resistencia al agrietamiento	-0.4	0.1	-0.3	-0.1	-0.1	0.03
Ejemplo de trabajo	1	2	3	4	5	6																																																																																				
Mat. Suave	69.5%	59.5%	70%	60%	68.5%	585																																																																																				
Partículas de vidrio	20%	20%																																																																																								
Fibras de vidrio			20%	20%	20%	20%																																																																																				
Polipropileno termoplástico	10%	20%	10%	20%	10%	20%																																																																																				
Peróxido	0.5%	0.5%			0.5%	0.5%																																																																																				
Talco					1%	1%																																																																																				
Ejemplo de trabajo	1	2	3	4	5	6																																																																																				
módulo de tensión MPa	139	188	561	1089	668	1555																																																																																				
dureza shore a 3	85	88	82	89	88	90																																																																																				
dureza shore a 4	30	36	37	45	37	48																																																																																				
resistencia al agrietamiento	-0.4	0.1	-0.3	-0.1	-0.1	0.03																																																																																				

REPOSITORIO																																																																																										
RESULTADOS DE LA BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN ESTRUCTURADA																																																																																										
Ecuación N°	TÍTULO DEL CONTENIDO (artículo, libro, patente, etc)	AUTOR (es)	HALLAZGOS																																																																																							
25	POLYCARBONATE-POLYESTER COPOLYMER ALLOY COMPOSITION AND MOLDED ARTICLE THEREOF	KIM, JAE HWANKIM, JAE HWAN LEE, SUNG HOLEE, SUNG HO KIM, MYEUNG ILKIM, MYEUNG IL 김재환 KIM, MIN HEEKIM, MIN HEE 이승호 JEONG, MIN HOJEONG, MIN HO 김명일 김민희 정민호	<table border="1"> <thead> <tr> <th>división</th> <th>Ejemplo 1</th> <th>Ejemplo 2</th> <th>Ejemplo 3</th> <th>Ejemplo Comparativo 1</th> <th>Ejemplo Comparativo 2</th> <th>Ejemplo comparativo 3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PC-1 (% en peso)</td> <td>35</td> <td>35</td> <td>35</td> <td>0</td> <td>40</td> <td>35</td> </tr> <tr> <td>PC-2 (% en peso)</td> <td>31</td> <td>31</td> <td>31</td> <td>66</td> <td>31</td> <td>24</td> </tr> <tr> <td>PBT (% en peso)</td> <td>9</td> <td>10</td> <td>11</td> <td>10</td> <td>1</td> <td>21</td> </tr> <tr> <td>ABS (% en peso)</td> <td>0</td> <td>13</td> <td>13</td> <td>0</td> <td>13</td> <td>13</td> </tr> <tr> <td>MBS (% en peso)</td> <td>13</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>13</td> <td>0</td> <td>0</td> </tr> <tr> <td>SAN (% en peso)</td> <td>12</td> <td>11</td> <td>10</td> <td>11</td> <td>15</td> <td>7</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th>división</th> <th>Ejemplo 1</th> <th>Ejemplo 2</th> <th>Ejemplo 3</th> <th>Ejemplo Comparativo 1</th> <th>Ejemplo Comparativo 2</th> <th>Ejemplo comparativo 3</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>El índice de fusión (g / 10 min)</td> <td>7.0</td> <td>6.9</td> <td>6.7</td> <td>7.2</td> <td>7.4</td> <td>7.2</td> </tr> <tr> <td>Resistencia a la tracción (MPa)</td> <td>54.0</td> <td>53.93</td> <td>54.13</td> <td>54.426</td> <td>55.89</td> <td>55.7</td> </tr> <tr> <td>Resistencia a la flexión (MPa)</td> <td>79.4</td> <td>79.43</td> <td>79.13</td> <td>79.92</td> <td>81.39</td> <td>81.1</td> </tr> <tr> <td>Módulo de flexión (MPa)</td> <td>2162.36</td> <td>2157.46</td> <td>2167.2</td> <td>2.172.172</td> <td>2206.49</td> <td>2201.59</td> </tr> </tbody> </table>				división	Ejemplo 1	Ejemplo 2	Ejemplo 3	Ejemplo Comparativo 1	Ejemplo Comparativo 2	Ejemplo comparativo 3	PC-1 (% en peso)	35	35	35	0	40	35	PC-2 (% en peso)	31	31	31	66	31	24	PBT (% en peso)	9	10	11	10	1	21	ABS (% en peso)	0	13	13	0	13	13	MBS (% en peso)	13	0	0	13	0	0	SAN (% en peso)	12	11	10	11	15	7	división	Ejemplo 1	Ejemplo 2	Ejemplo 3	Ejemplo Comparativo 1	Ejemplo Comparativo 2	Ejemplo comparativo 3	El índice de fusión (g / 10 min)	7.0	6.9	6.7	7.2	7.4	7.2	Resistencia a la tracción (MPa)	54.0	53.93	54.13	54.426	55.89	55.7	Resistencia a la flexión (MPa)	79.4	79.43	79.13	79.92	81.39	81.1	Módulo de flexión (MPa)	2162.36	2157.46	2167.2	2.172.172	2206.49	2201.59
división	Ejemplo 1	Ejemplo 2	Ejemplo 3	Ejemplo Comparativo 1	Ejemplo Comparativo 2	Ejemplo comparativo 3																																																																																				
PC-1 (% en peso)	35	35	35	0	40	35																																																																																				
PC-2 (% en peso)	31	31	31	66	31	24																																																																																				
PBT (% en peso)	9	10	11	10	1	21																																																																																				
ABS (% en peso)	0	13	13	0	13	13																																																																																				
MBS (% en peso)	13	0	0	13	0	0																																																																																				
SAN (% en peso)	12	11	10	11	15	7																																																																																				
división	Ejemplo 1	Ejemplo 2	Ejemplo 3	Ejemplo Comparativo 1	Ejemplo Comparativo 2	Ejemplo comparativo 3																																																																																				
El índice de fusión (g / 10 min)	7.0	6.9	6.7	7.2	7.4	7.2																																																																																				
Resistencia a la tracción (MPa)	54.0	53.93	54.13	54.426	55.89	55.7																																																																																				
Resistencia a la flexión (MPa)	79.4	79.43	79.13	79.92	81.39	81.1																																																																																				
Módulo de flexión (MPa)	2162.36	2157.46	2167.2	2.172.172	2206.49	2201.59																																																																																				

REPOSITORIO																																	
RESULTADOS DE LA BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN ESTRUCTURADA																																	
Ecuación N°	TÍTULO DEL CONTENIDO (artículo, libro, patente, etc)	AUTOR (es)	HALLAZGOS																														
26	Novel modified ABS (acrylonitrile butadiene styrene) automotive material and preparation method thereof	Jiang Junjie	<p>ABS puede proporcionar una amplia gama de propiedades seleccionadas, se utiliza ampliamente en el interior del coche y partes exteriores. En el interior, ABS se puede usar para paneles de puertas, salpicadero barra de recorte, una caja de guantes, un panel de instrumentos en el control, salidas de aires acondicionados y similares; en el exterior, para parrillas ABS, el marco, la placa de matrícula, decorativo y otra norma. a composición se basa en 50-60 partes de resina ABS, trisocianato alifático 8-13 partes de ácido cianúrico, 2-6 partes de carbono blanco, 1-3 partes de hidroxilo aceite de silicona, 20-35 partes de resina de PC, resina PA 15-20 partes, diatomea 1-3 partes de suelo, piezas de plástico de poliolefina 3-7, 1-4 partes de fibras de vidrio, mica 5-10 partes, 3-6 partes de ácido esteárico, 4-9 partes de poliácrlato, 3-7 partes de mezcla madre, 1-5 partes de un agente dispersante, 3-4 partes de fosfito de trietilenglicol, 1-2 partes de un antioxidante.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>No.</th> <th>elementos de prueba</th> <th>resultado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>Densidad $\frac{g}{cm^3}$</td> <td>1.56</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>Resistencia a la tracción (MPa)</td> <td>64</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>Alargamiento a la rotura (%)</td> <td>12</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>Resistencia a la flexión (MPa)</td> <td>89</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>La resistencia al impacto (kJ/m^2)</td> <td>95</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>temperatura de distorsión térmica (°C)</td> <td>90</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>Resistencia al calor (80 °C / 72h)</td> <td>No deformación, decoloración, y pegajosa</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>velocidad de combustión (mm / min)</td> <td>20</td> </tr> <tr> <td>9</td> <td>Impacto por caída de bola</td> <td>ninguna grieta</td> </tr> </tbody> </table>	No.	elementos de prueba	resultado	1	Densidad $\frac{g}{cm^3}$	1.56	2	Resistencia a la tracción (MPa)	64	3	Alargamiento a la rotura (%)	12	4	Resistencia a la flexión (MPa)	89	5	La resistencia al impacto (kJ/m^2)	95	6	temperatura de distorsión térmica (°C)	90	7	Resistencia al calor (80 °C / 72h)	No deformación, decoloración, y pegajosa	8	velocidad de combustión (mm / min)	20	9	Impacto por caída de bola	ninguna grieta
No.	elementos de prueba	resultado																															
1	Densidad $\frac{g}{cm^3}$	1.56																															
2	Resistencia a la tracción (MPa)	64																															
3	Alargamiento a la rotura (%)	12																															
4	Resistencia a la flexión (MPa)	89																															
5	La resistencia al impacto (kJ/m^2)	95																															
6	temperatura de distorsión térmica (°C)	90																															
7	Resistencia al calor (80 °C / 72h)	No deformación, decoloración, y pegajosa																															
8	velocidad de combustión (mm / min)	20																															
9	Impacto por caída de bola	ninguna grieta																															

REPOSITORIO																																					
RESULTADOS DE LA BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN ESTRUCTURADA																																					
Ecuación N°	TÍTULO DEL CONTENIDO (artículo, libro, patente, etc)	AUTOR (es)	HALLAZGOS																																		
27	Automotive material with excellent flow, high stiffness, excellent ductility and low CLTE	Tranninger Michael	<p>Los polipropilenos heterofásicos son ampliamente utilizados en la industria del automóvil (por ejemplo en aplicaciones de parachoques) ya que combinan una buena rigidez con un comportamiento de resistencia al impacto razonable.</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Composición</th> <th>Peso (%)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>HECO 2</td> <td>65, 33</td> </tr> <tr> <td>Elastómero 1</td> <td>5,0</td> </tr> <tr> <td>Elastómero 2</td> <td>5,0</td> </tr> <tr> <td>Talco</td> <td>23,0</td> </tr> <tr> <td>Negro de carbón</td> <td>1,3</td> </tr> <tr> <td>AO1</td> <td>0,07</td> </tr> <tr> <td>Éster Glicerol</td> <td>0,3</td> </tr> <tr> <td>MFR (g/10 min)</td> <td>14,0</td> </tr> <tr> <td>Cenizas 600 °C. (%)</td> <td>23,1</td> </tr> <tr> <td>Densidad g/cm³</td> <td>0,00104</td> </tr> </tbody> </table> <p>Propiedades mecánicas</p> <table border="1"> <tbody> <tr> <td>Módulo de tensión (MPa)</td> <td>1486</td> </tr> <tr> <td>resistencia a la tracción en el límite elástico (MPa)</td> <td>16,2</td> </tr> <tr> <td>deformación por tracción en el límite elástico (MPa)</td> <td>6,0</td> </tr> <tr> <td>resistencia a la tracción a la rotura (MPa)</td> <td>14,2</td> </tr> <tr> <td>deformación por tracción a la rotura (MPa)</td> <td>336</td> </tr> <tr> <td>módulo de flexión (MPa)</td> <td>1618</td> </tr> </tbody> </table>	Composición	Peso (%)	HECO 2	65, 33	Elastómero 1	5,0	Elastómero 2	5,0	Talco	23,0	Negro de carbón	1,3	AO1	0,07	Éster Glicerol	0,3	MFR (g/10 min)	14,0	Cenizas 600 °C. (%)	23,1	Densidad g/cm ³	0,00104	Módulo de tensión (MPa)	1486	resistencia a la tracción en el límite elástico (MPa)	16,2	deformación por tracción en el límite elástico (MPa)	6,0	resistencia a la tracción a la rotura (MPa)	14,2	deformación por tracción a la rotura (MPa)	336	módulo de flexión (MPa)	1618
Composición	Peso (%)																																				
HECO 2	65, 33																																				
Elastómero 1	5,0																																				
Elastómero 2	5,0																																				
Talco	23,0																																				
Negro de carbón	1,3																																				
AO1	0,07																																				
Éster Glicerol	0,3																																				
MFR (g/10 min)	14,0																																				
Cenizas 600 °C. (%)	23,1																																				
Densidad g/cm ³	0,00104																																				
Módulo de tensión (MPa)	1486																																				
resistencia a la tracción en el límite elástico (MPa)	16,2																																				
deformación por tracción en el límite elástico (MPa)	6,0																																				
resistencia a la tracción a la rotura (MPa)	14,2																																				
deformación por tracción a la rotura (MPa)	336																																				
módulo de flexión (MPa)	1618																																				

REPOSITORIO																																																																											
RESULTADOS DE LA BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN ESTRUCTURADA																																																																											
Ecuación N°	TÍTULO DEL CONTENIDO (artículo, libro, patente, etc)	AUTOR (es)	HALLAZGOS																																																																								
28	Rare earth micro-alloying aluminum alloy for automobile skylight guide rail and preparing method of alloy	XIA XINMING YOU LIMIN HE XIAOLIANG HE HONGGANG	<p>"Ejemplo 1: Resistencia a la tracción de 365MPa, límite de elasticidad 256MPa, dureza HB180, alargamiento del 7,5%, la profundidad máxima a la corrosión intergranular de 0,0 7 mm"</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ELEMENTO QUÍMICO</th> <th>Si</th> <th>Fe</th> <th>Cu</th> <th>Zn</th> <th>Mg</th> <th>Mn</th> <th>Cr</th> <th>Ti</th> <th>Re</th> <th>Er</th> <th>Al</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>contenido %</td> <td>0.3</td> <td>0.35</td> <td>0.1</td> <td>0.1</td> <td>0.6</td> <td>0.1</td> <td>0.1</td> <td>0.1</td> <td>0.3</td> <td>0.4</td> <td>El resto</td> </tr> </tbody> </table> <p>"Ejemplo 2: Resistencia a la tracción de 408MPa, límite de elasticidad 381MPa, dureza HB200, elongación 13,5%, la profundidad máxima a la corrosión intergranular de 0,0 5 mm"</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ELEMENTO QUÍMICO</th> <th>Si</th> <th>Fe</th> <th>Cu</th> <th>Zn</th> <th>Mg</th> <th>Mn</th> <th>Cr</th> <th>Ti</th> <th>Re</th> <th>Er</th> <th>Al</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>contenido %</td> <td>0.3</td> <td>0.35</td> <td>0.1</td> <td>0.1</td> <td>0.6</td> <td>0.1</td> <td>0.1</td> <td>0.1</td> <td>0.3</td> <td>0.4</td> <td>El resto</td> </tr> </tbody> </table> <p>"Ejemplo 3: Resistencia a la tracción de 422 MPa, límite de elasticidad 389MPa, dureza de HB210, elongación 12,9%, la profundidad máxima a la corrosión intergranular de 0,0 de 4 mm."</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>ELEMENTO QUÍMICO</th> <th>Si</th> <th>Fe</th> <th>Cu</th> <th>Zn</th> <th>Mg</th> <th>Mn</th> <th>Cr</th> <th>Ti</th> <th>Re</th> <th>Er</th> <th>Al</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>contenido %</td> <td>0.6</td> <td>0.35</td> <td>0.1</td> <td>0.1</td> <td>0.9</td> <td>0.1</td> <td>0.1</td> <td>0.1</td> <td>0.5</td> <td>0.5</td> <td>El resto</td> </tr> </tbody> </table>	ELEMENTO QUÍMICO	Si	Fe	Cu	Zn	Mg	Mn	Cr	Ti	Re	Er	Al	contenido %	0.3	0.35	0.1	0.1	0.6	0.1	0.1	0.1	0.3	0.4	El resto	ELEMENTO QUÍMICO	Si	Fe	Cu	Zn	Mg	Mn	Cr	Ti	Re	Er	Al	contenido %	0.3	0.35	0.1	0.1	0.6	0.1	0.1	0.1	0.3	0.4	El resto	ELEMENTO QUÍMICO	Si	Fe	Cu	Zn	Mg	Mn	Cr	Ti	Re	Er	Al	contenido %	0.6	0.35	0.1	0.1	0.9	0.1	0.1	0.1	0.5	0.5	El resto
ELEMENTO QUÍMICO	Si	Fe	Cu	Zn	Mg	Mn	Cr	Ti	Re	Er	Al																																																																
contenido %	0.3	0.35	0.1	0.1	0.6	0.1	0.1	0.1	0.3	0.4	El resto																																																																
ELEMENTO QUÍMICO	Si	Fe	Cu	Zn	Mg	Mn	Cr	Ti	Re	Er	Al																																																																
contenido %	0.3	0.35	0.1	0.1	0.6	0.1	0.1	0.1	0.3	0.4	El resto																																																																
ELEMENTO QUÍMICO	Si	Fe	Cu	Zn	Mg	Mn	Cr	Ti	Re	Er	Al																																																																
contenido %	0.6	0.35	0.1	0.1	0.9	0.1	0.1	0.1	0.5	0.5	El resto																																																																

REPOSITORIO																																	
RESULTADOS DE LA BÚSQUEDA DE INFORMACIÓN ESTRUCTURADA																																	
Ecuación N°	TÍTULO DEL CONTENIDO (artículo, libro, patente, etc)	AUTOR (es)	HALLAZGOS																														
29	TITANIUM ALLOY	FOLTZ, John, W.	<p>"Las aleaciones de titanio presentan típicamente una relación de resistencia a peso elevada, son resistentes a la corrosión y tienen una gran resistencia a la tracción"</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Aleación</th> <th>Al</th> <th>V</th> <th>O</th> <th>Fe</th> <th>Co</th> <th>C</th> <th>Resistencia a la fluencia (MPa)</th> <th>resistencia última a la tracción (MPa)</th> <th>Elongación%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Ti-4Al-2.5V</td> <td>4.1</td> <td>2.6</td> <td>0.24</td> <td>1.53</td> <td>0</td> <td>0</td> <td>965.26</td> <td>1061.79</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>heat5</td> <td>3.6</td> <td>2.7</td> <td>0.26</td> <td>0.85</td> <td>0.95</td> <td>0.05</td> <td>1034.21</td> <td>1116.95</td> <td>16</td> </tr> </tbody> </table>	Aleación	Al	V	O	Fe	Co	C	Resistencia a la fluencia (MPa)	resistencia última a la tracción (MPa)	Elongación%	Ti-4Al-2.5V	4.1	2.6	0.24	1.53	0	0	965.26	1061.79	4	heat5	3.6	2.7	0.26	0.85	0.95	0.05	1034.21	1116.95	16
Aleación	Al	V	O	Fe	Co	C	Resistencia a la fluencia (MPa)	resistencia última a la tracción (MPa)	Elongación%																								
Ti-4Al-2.5V	4.1	2.6	0.24	1.53	0	0	965.26	1061.79	4																								
heat5	3.6	2.7	0.26	0.85	0.95	0.05	1034.21	1116.95	16																								