

CAPITULO I

ANTECEDENTES Y GENERALIDADES DE LOS PEFILES DE ALUMINIO

1. Generalidades Técnicas del Aluminio

Es el metal más abundante sobre la corteza terrestre por encontrarse en la mayoría de las rocas, vegetales y animales. Se funde a 660 °C, su peso específico es de 2.71 gramos por centímetro cúbico que lo hace tres veces más liviano que el acero, el cobre o el zinc y cerca de cuarto veces más liviano que el plomo¹.

La conductividad térmica del aluminio es de 0.52 cal/cm³ y la del cobre 0.93 cal/cm³. (Factor Cu/Al = 1.79)

La conductividad eléctrica del aluminio es 63.8% respecto al patrón cobre reconocido. Es decir el aluminio conducirá el doble de corriente que el cobre a pesos equivalentes.

El aluminio es antimagnético, lo que le hace favorable en algunas aplicaciones.

Es un excelente reflector de luz y se puede lograr superficies, cuya reflexión es de 95% con relación a la de un espejo de plata pulida. No es tóxico y el organismo humano lo elimina naturalmente.

No produce chispas, es fácil de trabajar y ensamblar, se corta con herramientas para madera y tiene una apariencia natural que lo hace muy atractivo

¹ Cedal, "Catalogo de Perfiles" (Aluminio en su máxima expresión)

Las superficies nuevas de aluminio en contacto con el aire generan inmediatamente una película muy fina impermeable y dura de óxido de aluminio, lo que impide el progreso de esta reacción hacia el resto de la masa no expuesta al aire. Esto hace que el aluminio sea un material resistente a la corrosión ambiental.

El aluminio se usa en muchas industrias, tales como las de transporte, refrigeración, eléctrica, envases, electrónica, utensilios de cocina y encuentra su mayor aplicación en la industria de la construcción.

Las ventajas del Aluminio con relación al acero, fiberglass, madera, plástico y cobre se puede ver en Anexo 1

1.1. Propiedades Físicas

1.1.1. Color

Es un metal blanco, con una alta reflectividad de la luz y del calor.

1.1.2. Densidad

La ligereza de la masa (peso) del aluminio es una de las propiedades más conocidas que este metal posee.

Un centímetro cúbico de aluminio puede tener una masa de aproximadamente 2,699 g, comparado con los 7,85 g del acero y 8,46 g del cobre. Su peso es casi un tercio del acero.

Esta ventaja ha permitido el desarrollo de muchas industrias como la aeronáutica y el transporte, además de facilitar la manipulación de los perfiles, reduciendo los costos de transporte y mano de obra.

1.1.3. Conductividad Eléctrica

Aparte del cobre, el aluminio es el único metal común que posee una alta conductividad como para ser usado como conductor eléctrico. Su conductividad representa el 63,8% de la del cobre. Sin embargo, con igual masa de base, el aluminio dobla la capacidad conductiva del cobre. Para una misma capacidad de conducción eléctrica, un conductor de aluminio puede tener la mitad de la masa, que la que podría tener la sección transversal de un conductor de cobre.

1.1.4. Conductividad Térmica

El aluminio tiene una alta conductividad térmica, que sólo es superada por el cobre, siendo además cuatro veces más grande que la conductibilidad del acero. Su temperatura de fusión es de 660,2 °C.

Por ello ofrece grandes ventajas al ser usado en utensilios de cocina, industria química, aire acondicionado, disipadores de calor entre otras industrias.

1.1.5. Reflectividad

El aluminio es muy reflectivo en la luz y con la radiación solar, más que ningún otro metal corriente.

La reflectividad varía de acuerdo al grado de energía o las condiciones superficiales del metal, siendo la más alta del 75% en un rango de rayos ultra violeta, 85% en el rango de luz visible y sobre un máximo del 95% en el rango de radiación infrarroja.

1.1.6. Resistencia a la Corrosión

Se debe a la formación espontánea de una película muy delgada de óxido de aluminio que es insoluble en agua, la cual la protege del medio ambiente y la corrosión, tanto en forma de metal puro como cuando forma aleaciones, la cual le da las mismas ventajas que el acero inoxidable y lo hace verse muy bien en comparación con el acero.

Una característica de esta capa, es que si es removido por algún medio mecánico, se formará una nueva capa protectora de óxido.

1.1.7. No es Tóxico

El aluminio y sus derivados son eternamente no tóxicos. En efecto una prueba de ello es que está presente en los utensilios de cocina, envases industriales, etc. los que no producen efectos nocivos.

1.1.8. Apariencia

El aluminio es uno de los metales blancos que posee brillo natural de apariencia atractiva, siendo muy utilizado por arquitectos y diseñadores. Sin embargo adicionalmente a sus condiciones naturales, se le puede dar diversos tipos de acabado de textura y color, que se caracterizan por su resistencia al paso del tiempo.

1.2. Propiedades mecánicas

1.2.1. Resistencia a la Ruptura

El aluminio puro comercial posee una resistencia a la ruptura sobre los 90 Mega pascales, y este valor puede aproximarse al doble cuando es trabajado en frío. Sus propiedades mejoran largamente al someter al aluminio a aleaciones con pequeños porcentajes de otros metales como el cobre, magnesio, silicio, manganeso o zinc. Algunas de estas aleaciones pueden incrementar su resistencia y dureza mediante tratamiento térmico, especialmente con aleaciones de silicio –magnesio.

1.2.2. Resistencia a la Tensión

El aluminio posee una resistencia a la tensión de aproximadamente 300 Mpa, en condiciones normales de tratamiento térmico, sobre el 70% de la resistencia que posee el acero.

1.2.3. Resistencia a la Flexión

La resistencia típica a la flexión de la aleación 6061 - T6 es de 270 Mpa, igual que la resistencia del acero. Esta aleación estructural posee una alta resistencia considerando su reducida masa.

Cuando esta es combinada con la versatilidad del proceso de extrusión, permite que el metal se distribuya sobre su eje neutral con una máxima eficiencia, lo que hace posible diseñar en aluminio con igual resistencia que el acero, pero con una masa equivalente al 50% de éste. Esto es aplicable a largas estructuras donde es más importante la menor masa posible que su contenido, debido a que la economía es significativamente mayor.

1.2.4. Dureza

La dureza del aluminio es la capacidad de resistencia a la penetración que éste posee.

1.2.5. Elongación

Cuantifica el alargamiento lineal permanente del aluminio por efectos de una carga que actúa en tensión.

1.2.6. Módulo de Elasticidad

Medida de la rigidez de un material. El módulo de elasticidad se mantiene constante sobre el rango elástico de un material, actuando del mismo modo para aleaciones de aluminio. En consecuencia, todas las estructuras de aleación de aluminio de la misma dimensión, sufrirán igual flexión sobre una carga, sin embargo la rigidez y la tensión no serán de igual magnitud

Con un tratamiento térmico o trabajo en frío, se incrementa el límite de resistencia a la tensión de una aleación, mas no altera su módulo de elasticidad.

1.2.7. Resistencia Máxima a la Tensión

Es la máxima resistencia que un material es capaz de soportar en tensión bajo la aplicación de una fuerza gradual y uniforme. El aluminio con la buena resistencia mecánica en algunas de sus aleaciones hace que esté llegando a sustituir a las aleaciones de titanio en el mundo aeronáutico, donde la ligereza unida a la resistencia mecánica son factores muy importantes.

1.3. Características del Aluminio²

Cuadro 1.1 Características del Aluminio

Abundancia en la corteza terrestre	8,13%
Densidad	2,699 g/cm ³
Punto de fusión	660,2 °C
Punto de ebullición	2057 °C
Calor específico a 0 grados	0,210 cal/°C
Calor latente de fusión	94,4 cal/g
Dilatación lineal por grado de temperatura	24x10 ⁻⁶
Resistividad eléctrica a 20 °C	2,63 ohm.cm
Conductividad eléctrica a 20 °C (IACS=100)	65,5%
Modulo de elasticidad	6700 kg/mm ²
Carga de ruptura	16 a 20 kg/mm ²

1.4. Productos

1.4.1. Productos Extruidos

La extrusión se realiza en una prensa que obliga al material caliente a pasar por una matriz cuya sección es la del perfil deseado. Entre los productos extruidos tenemos:

- Barras
- Ángulos
- Platinas
- Vigas
- Tubos
- Perfiles estándares
- Perfiles arquitectónicos
- Perfiles personalizados

² Fuente : <http://www.furukawa.com>

1.4.2. Productos Planos

Se producen por laminación que consiste en reducir un metal a chapa o perfilados, haciendo pasar los lingotes o barras por entre los cilindros laminadores. Entre los productos tenemos:

- Láminas en planchas
- Láminas en bobinas
- Láminas perfiladas

1.4.3. Productos Trefilados

El trefilado consiste en hacer pasar las barras o hilos de metal por orificios que reducen su diámetro. Entre los productos tenemos:

- Alambres
- Barras

1.4.4. Productos Fundidos

Se producen vaciando el metal en moldes de forma apropiada. Así se producen los Accesorios para tuberías

1.4.5. Perfiles de Aluminio

Los perfiles de aluminio extruido son elementos procesados que se pueden integrar para formar puertas, ventanas, estructuras en fachadas integrales, fachadas rápidas, tabiquería, sistemas especiales de carrocerías, publicidad, entre otros. Estos permiten al proyectista y diseñador combinar la libertad del diseño con la funcionalidad mediante un sistema único.

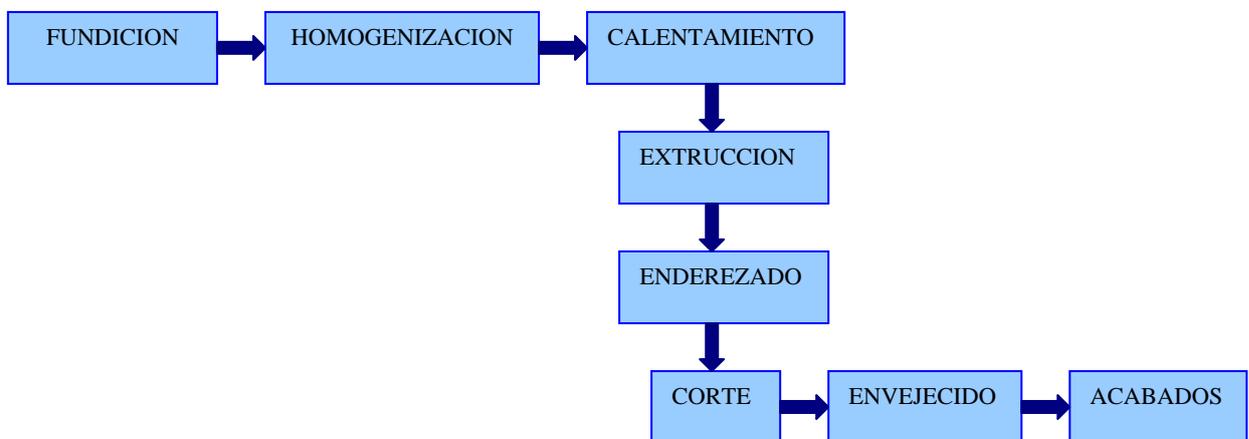
Foto 1.1 Bodega de Perfiles de Aluminio



Foto: Bodega de Perfiles de Aluminio
Fuente: www.furukawa.com

1.5. Proceso de fabricación de los perfiles de aluminio

Gráfico 1.1 Proceso de fabricación de perfiles de aluminio



Fuente: www.furukawa.com

Realizado: Rodrigo Martínez

1.5.1. Fundición

El proceso se inicia con la fundición, mediante la cual los lingotes de aluminio puro se funden con otros minerales, generalmente silicio, magnesio, manganeso, cobre o hierro en pequeñas cantidades obteniendo así una mezcla semilíquida que se solidifica luego en barras cilíndricas o lingotes de aluminio llamados billets. Los que a continuación pasarán por el proceso de extrusión

1.5.2. Homogenizado

Es un tratamiento a temperatura (550 °C), consiste en uniformizar el material para procesos posteriores.

1.5.3. Calentamiento

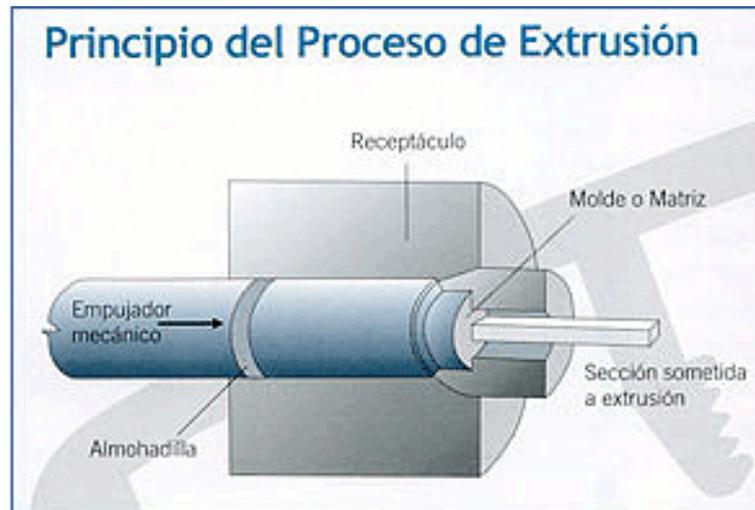
Es un proceso en caliente (450 °C), en el cuál se prepara el cilindro de extrusión para el proceso de extrusión.

1.5.4. Extrusión

La extrusión es el proceso por el cual se fabrica el perfil propiamente dicho. Los lingotes de aluminio son calentados a altas temperaturas (480 ~ 550 °C) y forzados por medio de una prensa de alta presión a través de los orificios diseñados en una matriz de acero, logrando una pieza o perfil de aluminio de sección recta constante. Inmediatamente el perfil extruido es tomado por un estirador que lo endereza y lo mantienen en su medida para su posterior corte.

En el Ecuador las fábricas extrusoras de aluminio producen perfiles estándar de 13mts que son cortados en dos tamaños de 6.40m para la comercialización y la diferencia de 20cm, son enviados al INEN para los controles del caso.

Gráfico 1.2 Corte de extrusora



Fuente: www.alumina.com

El diseño de la boquilla o abertura de la matriz se hará de acuerdo con las necesidades que sean requeridas, ya sean geométricas, simétricas o asimétricas, donde la limitante es la imaginación del proyectista.

La extrusión nos proporciona secciones transversales sólidas o huecas con dimensiones previamente establecidas que en otros metales serían imposibles de obtener sin recurrir al ensamblaje de muchas piezas.

Usualmente el aluminio se extruye en caliente para aumentar la plasticidad del metal y lograr menores costos. La extrusión convencional es un proceso de trabajo en caliente, por lo que la mayoría de los perfiles se deben tratar térmicamente para aumentar su resistencia. (Temple)

Para el proceso de extrusión es necesario considerar los 3 factores básicos siguientes.

1.5.4.1. Tamaño de Perfiles

Se define, tomando la medida del diámetro de la circunferencia que contenga la sección transversal del perfil.

160 mm, para sólido.

150 mm, para tubulares

1.5.4.2. Tipos de Perfiles

El grado de complejidad de marca es el factor de economía y funcionalidad en un perfil, el cual necesariamente involucra al proyectista, el diseñador y equipo de extrusión.

Clasificación de los perfiles según su forma:

Perfil sólido

Son aquellos cuya sección transversal no contiene ningún espacio vacío, total o parcial o parcialmente encerrado por aluminio.

Perfil Tubulares

Son aquellos cuya sección transversal no contiene uno o más espacio vacíos totalmente cerrados por aluminio.

Perfil Semitubulares

Son aquellos cuya sección transversal contiene uno o más espacio vacíos parcialmente encerrados por aluminio y en los que la relación entre áreas y longitud de la abertura es crítica.

1.5.4.3. Factor de Espesor

El espesor es un factor intrínseco a cada perfil de aluminio según la forma, el tamaño, la aleación y la complejidad del perfil. En espesores muy delgados, aunque es posible la extrusión, las dificultades de producción superan a la economía de material.

1.5.5. Enderezado

Proceso que se somete a los perfiles de aluminio para ponerlos rectos.

1.5.6. Corte

Dividir a los perfiles según las especificaciones de cada tipo de perfil de aluminio a ser comercializado.

1.5.7. Envejecido

Mediante este proceso se endurecen los perfiles y se obtienen aleaciones más resistentes, el proceso se hace en un horno a 180 °C durante 4 horas aproximadamente.

1.5.8. Anodizado

Es un proceso electrolítico por medio del cual la película protectora natural de óxido de 0,0000125 mm de su superficie se hace de mayor espesor, esta capa puede llegar hasta los 25 micrones.

El proceso de anodizado termina con el sellado, que consiste en un tratamiento de hidratación, con el fin de reducir la porosidad y el poder absorbente de la película de alúmina y de aumentar su resistencia química.

1.5.9. Acabados

Existen diversos acabados como el coloreado electroquímico, la pintura, el pulido y el acabado natural.

Los tipos de acabados más usuales son los siguientes:

Natural

Es cuando el perfil de aluminio no recibe ningún tratamiento. Su resistencia se debe gracias a una delgada capa de óxido de aluminio natural, que se forma al ser expuesto el aluminio al medio ambiente.

Pintado

Se realiza el proceso de preparación de la superficie y el secado, para la posterior aplicación de la pintura, la cuál es fijada al calor. (En horno)

Anodizado Industrial

Proceso electrolítico de oxidación mediante el cual se incrementa la capa de oxido natural, mejorando su resistencia a la intemperie y acabados.

Pulido

Consiste en pulir con escobillones especiales la superficie del aluminio, además existe el pulido químico.

Coloreado

Se realiza mediante un proceso electroquímico con sales inorgánicas, luego se realiza el sellado en una tina con agua desionizada en ebullición.

1.5.10. Aleaciones de Aluminio

El aluminio puro es relativamente débil, por ello se han desarrollado diversas aleaciones metales como el cobre, magnesio, manganeso y zinc, por lo general, en combinaciones de dos o más de estos elementos junto con fierro y silicio, obteniéndose una infinidad de aleaciones para una gran variedad de aplicaciones incluso con características superiores al acero. La Aluminium Association Inc.-AAI, ha clasificado las aleaciones de aluminio mediante la siguiente nomenclatura:

Cuadro 1.2 Nomenclatura de las Series

Serie 1000: Aluminio con un mínimo de pureza de 99%
Serie 2000: Aleado con Cobre
Serie 3000: Aleado con Manganeso
Serie 4000: Aleado con Silicio
Serie 5000: Aleado con Magnesio
Serie 6000: Aleado con Silicio - Magnesio
Serie 7000: Aleado con Zinc.

1.5.9.1. Características de las Aleaciones

Cuadro 1.3 Características de las Aleaciones

Serie 1000	<ul style="list-style-type: none">• Alta resistencia a la corrosión• No tóxico• Excelente acabado• Excelente maleabilidad• Alta conductividad eléctrica y térmica• Excelente reflectividad
Serie 2000	<ul style="list-style-type: none">• Alta resistencia mecánica• Alta resistencia a la corrosión• Buena maquinabilidad
Serie 3000	<ul style="list-style-type: none">• Buena resistencia mecánica• Alta resistencia a la corrosión• Buena maleabilidad
Serie 4000	<ul style="list-style-type: none">• Alta resistencia al calor
Serie 5000	<ul style="list-style-type: none">• Buena resistencia mecánica• Alta resistencia a la corrosión,• especialmente al agua de mar• Muy buena soldabilidad
Serie 6000	<ul style="list-style-type: none">• Buena resistencia mecánica• Buena resistencia a la corrosión• Buena maquinabilidad• Buena soldabilidad
Serie 7000	<ul style="list-style-type: none">• Alta resistencia mecánica• Buena maquinabilidad

1.5.11. Temple

El templado consiste en el endurecimiento de un metal mediante un calentamiento profundo y sometiéndolo a un enfriamiento brusco. Esencialmente el proceso de temple consta de dos fases, la primera tiene por objeto mejorar la dureza y la flexibilidad del metal modificando su estructura interna por el calor y la segunda consiste en un enfriamiento brusco, el cual permite que el metal conserve las características previamente adquiridas, especialmente la dureza y flexibilidad.

1.5.11.1. Sistema básico de normalización.

F : Material extruido sin temple, sin ningún tratamiento posterior.

O : Recocido mediante tratamiento térmico.

H : Endurecido mediante tratamiento mecánico. (Por deformación)

T : Temple obtenido por tratamiento térmico con o sin tratamiento mecánico.

1.5.11.2. Temples más utilizados

T # • La letra T indica que el metal ha sido sometido a tratamiento térmico.

- El número final indica el tipo de tratamiento térmico.

Cuadro 1.4 Características de la aleación

ALEACIÓN	CARACTERÍSTICAS
T4	Solución tratada térmicamente y envejecida en forma natural hasta una condición considerablemente estable.
T5	Enfriada desde un proceso de conformación a una temperatura elevada y luego envejecida de manera artificial.
T6	Enfriada desde un proceso de conformación a una temperatura elevada y luego envejecida de manera artificial.

1.5.11.3. Principales ventajas del aluminio

1.5.11.3.1. Liviano

Muy liviano y resistente, es el más ligero de los metales que se producen en gran escala.

Debidamente aleado puede ser tan fuerte como el acero. En los automóviles, la reducción en peso contribuye a la economía de combustible. Facilita la mano de obra.

1.5.11.3.2. Resistente a la corrosión

En presencia de aire, forma una película de óxido muy delgada que lo protege eficazmente contra la corrosión. Esta capa se puede mejorar a través del Anodizado.

1.5.11.3.3. Facilidad de Trabajo

Puede ser trabajado por todos los métodos metal mecánicos conocidos de manera fácil y rápida, material muy dúctil.

1.5.11.3.4. Antimagnético y no produce chispas

Es un metal que al ser golpeado no produce chispas. Evita riesgos en caso de manejo de materiales inflamables.

1.5.11.3.5. Apariencia natural agradable - Variedad de acabados

Apariencia agradable a la vista, se puede producir en variedad de acabados.

1.5.11.3.6. Fácil de mantener

No requiere mayor mantenimiento, en condiciones normales es suficiente frotar periódicamente con un trapo limpio. Igualmente pueden ser limpiados con agua jabonosa y aclarados con agua fría, secados finalmente con un paño suave.

1.5.11.3.7. Económico

Es la alternativa más económica en cuanto a mantenimiento, duración y su peso en comparación con otros materiales como el acero o la madera.

1.5.12. Principales aplicaciones del aluminio

Cuadro 1.5 Aplicaciones del Aluminio

INDUSTRIA	APLICACIÓN
Transporte Terrestre	Carrocerías, bastidores, tablonos para pisos, radiadores, motores, casas rodantes, vehículos refrigerados, bicicletas, moto taxis, cisternas, contenedores, remolques, etc.
Transporte Aéreo y Marítimo	Estructuras y superestructuras de embarcaciones. Agronomía Techos y paredes de silos, comederos para granjas, sistemas de irrigación, tanques de almacenamiento, invernaderos, etc.
Construcción	Ventanas, puertas, mamparas, enrejados, fachadas, estructuras, techados y placas para paredes, accesorios, casas pre fabricadas, cámaras frigoríficas, pisos, barandas, rejas, señalización, carteles de publicidad, accesorios, etc.
Minería / Energía / Electricidad	Estructuras, soportes de techo, tuberías porta cables, tuberías para conducción de líquidos y gases, luminarias y artefactos de iluminación.
Metal Mecánica	Partes y piezas para máquinas, andamios, rejas, estructuras soldadas y reforzadas.
Varios	Remaches, pernos, tornillos, utensilios de cocina, disipadores de calor, escaleras, antenas, torres de comunicación, implementos para deportes, etc.

Fuente: www.furukawa.com

Realizado por: Rodrigo Martínez

1.5.13. Cuidados del aluminio

- El aluminio es un material blando y cualquier residuo, productos de corrosión, rebabas de taladros, etc., pueden dañar sus acabados; especialmente al arrastrar el material. (Tener mucho cuidado durante el transporte)
- Evitar salpicaduras de soldadura en las piezas de aluminio.
- Evitar cualquier contacto con el acero que produce una corrosión galvánica. Una corrosión galvánica puede ocurrir cuando dos o más metales están en contacto.