

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA E
INGENIERÍA METALÚRGICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA METALÚRGICA



**“INSTALACIÓN DE UNA FÁBRICA DE PERFILES EN LA
CIUDAD PUNO, USANDO COMO MATERIA PRIMA ALUMINIO
RECICLADO”**

TESIS

PRESENTADA POR:

ALEXANDER HENRY FERNÁNDEZ HUICHI

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO METALURGISTA

PUNO – PERÚ

2019

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA E INGENIERÍA METALÚRGICA
ESCUELA PROFESIONAL INGENIERÍA METALÚRGICA

INSTALACIÓN DE UNA FÁBRICA DE PERFILES EN LA CIUDAD PUNO,
USANDO COMO MATERIA PRIMA ALUMINIO RECICLADO

TESIS PRESENTADA POR:

ALEXANDER HENRY FERNÁNDEZ HUICHI

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO METALURGISTA



APROBADO POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

PRESIDENTE :

Dr. DANTE ATILIO SALAS ÁVILA

PRIMER MIEMBRO :

Ing. BENITO HUGO FERNÁNDEZ OCHOA

SEGUNDO MIEMBRO :

Mag. CARLOS A. CHÁVEZ CATACTORA

DIRECTOR DE TESIS :

M.Sc. ESTEBAN REY CHÁVEZ GUTIÉRREZ

ASESOR :

M.Sc. ESTEBAN REY CHÁVEZ GUTIÉRREZ

TEMA : Instalación de una fábrica de perfiles de aluminio

ÁREA : Metalurgia transformativa

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 29/04/19.

DEDICATORIA

A Dios todo poderoso por darme la vida, sabiduría e inteligencia el cual me ha concedido culminar con mi propósito.

A mis apreciados padres Calixto y Digna por su apoyo moral e incondicional, tantas cosas más que no alcanzaría mencionarlos todos.

A mis engreídas hijas Natsumi Hoshi y Margoth Jimena, quienes son el motor y motivo para ser un profesional exitoso.

A mi querida pareja Yudit, quien en todo momento me estuvo apoyando en todo aspecto.

Alexander

AGRADECIMIENTO

Agradezco a la Universidad Nacional del Altiplano, a la Facultad de Ingeniería Geológica e Ingeniería Metalúrgica, en especial a la escuela profesional de Ingeniería Metalúrgica.

A mis maestros de la escuela profesional de Ingeniería Metalúrgica quienes con sus ilustres conocimientos fue nuestro guía para la realización de la presente investigación.

A mi Director que con su apoyo hice realidad realizar mi trabajo para obtener el Título profesional.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE ACRONIMOS	
RESUMEN	13
ABSTRACT.....	14
I. INTRODUCCIÓN.....	15
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	17
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	17
1.3 HIPÓTESIS GENERAL.....	18
1.4 JUSTIFICACIÓN	18
1.5 OBJETIVOS	19
1.5.1 OBJETIVO GENERAL.....	19
1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	19
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	20
2.1 MARCO TEÓRICO	20
2.1.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	20
2.1.2 ALUMINIO	22

2.1.3 ABUNDANCIA.....	26
2.1.4 ELECTRÓLISIS	26
2.1.5 CARACTERÍSTICAS GENERALES.....	27
2.1.6 PROPIEDADES DEL ALUMINIO	30
2.1.7 ALEACIONES DE ALUMINIO.....	31
2.1.8 RECICLAJE DEL ALUMINIO	37
2.1.9 OBJETIVOS DEL RECICLAJE DE ALUMINIO.....	38
2.1.10 ÁREAS DE APLICACIÓN.....	39
2.2 PROCESO DE FUSIÓN DEL ALUMINIO.....	40
2.3 TIPOS DE HORNOS EMPLEADOS PARA LA FUSIÓN DE ALUMINIO.....	43
2.3.1 HORNO DE CRISOL.....	44
2.3.2 HORNOS FIJOS O ESTACIONARIOS	45
2.3.3 HORNOS DE TIPO BASCULANTE U OSCILANTE	45
2.3.4 HORNOS DE REVERBERO	45
2.3.5 FUENTE DE CALOR DE LOS HORNOS.....	46
2.3.6 COMPORTAMIENTO PLÁSTICO – ELÁSTICO DE LAS PIEZAS METÁLICAS.....	46
2.3.7 ENSAYO TRACCIÓN Y COMPRESIÓN	47
2.4 TOCHOS PARA EXTRUSIÓN	49
2.5 EL ALUMINIO ES UNA INVERSIÓN RENTABLE.....	49

2.6 EXTRUSIÓN DE PERFILES DE ALUMINIO	50
2.6.1 PERFILES DE ALUMINIO	51
2.6.2 PROCESO DE FABRICACIÓN DE LOS PERFILES DE ALUMINIO.....	51
2.6.3 PERFILERÍA.....	53
2.7 PRINCIPALES VENTAJAS DEL ALUMINIO	55
2.7.1 LIVIANO.....	55
2.7.2 RESISTENTE A LA CORROSIÓN.....	55
2.7.3 FACILIDAD DE TRABAJO.....	56
2.7.4 ANTIMAGNÉTICO Y NO PRODUCE CHISPAS	56
2.7.5 APARIENCIA NATURAL AGRADABLE - VARIEDAD DE ACABADOS	56
2.7.6 FÁCIL DE MANTENER	56
2.7.7 ECONÓMICO	56
2.8 ESTUDIO DEL MERCADO DE PERFILES DE ALUMINIO.....	57
2.8.1 BIENES Y SERVICIOS	57
2.8.2 MERCADO DE PERFILES DE ALUMINIO.....	57
2.9 COSTOS DE INSTALACIÓN Y PRODUCCIÓN	58
2.9.1 INFRAESTRUCTURA	58

2.9.2 RANKING DE LOS PRINCIPALES PAÍSES PRODUCTORES DE ALUMINIO A NIVEL MUNDIAL EN 2018 (EN MILES DE TONELADAS MÉTRICAS)	58
III. MATERIALES Y MÉTODOS	60
3.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA	60
3.2 PERIODO DE DURACIÓN DEL ESTUDIO	60
3.3 MATERIALES PARA LA INSTALACIÓN DE LA FÁBRICA	60
3.4 SERVICIOS BÁSICOS	62
3.5 METODOLOGÍA	62
3.5.1 MODALIDAD Y TIPO DE INVESTIGACIÓN	62
3.6 POBLACIÓN Y MUESTRA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	62
3.6.1 POBLACIÓN.....	62
3.6.2 MUESTRA	64
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	65
4.1 PROCESO DE FABRICACIÓN DE LOS PERFILES DE ALUMINIO.....	65
4.1.1 HOMOGENIZADO.....	65
4.1.2 CALENTAMIENTO	65
4.1.3 EXTRUSIÓN	65
4.2 TIPOS DE PERFILES	66
4.3 FACTOR DE ESPESOR	67

4.4 ACABADOS	68
4.5 TEMPLE	68
4.6 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	69
4.6.1 PERFILES PARA PUERTAS Y VENTANAS	69
4.6.2 DIAGRAMA DE PROCESO	70
4.7 ÁREAS DE PLANTA	79
4.8 DISEÑO QUE SE PROPONE.....	79
4.9 FACTIBILIDAD TÉCNICA DEL PROYECTO	81
V. CONCLUSIONES	83
VI. RECOMENDACIONES	85
VII. REFERENCIAS	86
ANEXOS	89
ANEXO 1: PERFILES DE ALUMINIO	90
ANEXO 2: TOCHOS	91
ANEXO 3: PERFILES EN LAS GRADAS	91
ANEXO 4: PERFILES EN LAS PUERTAS.....	92
ANEXO 5: PERFILES EN LAS VENTANAS	93

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Relación entre las aleaciones de la serie 2xxx (Al-Cu).....	34
Figura 2: Relaciones entre las aleaciones en la serie 5xxx (Al-Mg). Los valores de resistencia a la tracción (TS) y tensión de fluencia (YS) están en unidades ksi.....	36
Figura 3: Horno de crisol.....	44
Figura 4: Esfuerzo contra Deformación a temperatura ambiente	48
Figura 5: Extrusora	53
Figura 6: Perfil sólido	54
Figura 7: Perfil tubular.....	54
Figura 8: Perfil Semi - tubular	55
Figura 9: Ranking de países productores de aluminio	59
Figura 10: Planta de Extrusión para Perfiles de Aluminio	77
Figura 11: Distribución de Taller Metal-mecánico.....	78

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Costos de Instalación y Producción	58
Tabla 2: Maquinarias y equipos necesarios para la fabricación de cada producto seleccionado	61
Tabla 3: Población	63
Tabla 4: Variables de la Muestra	64
Tabla 5: Resumen de producción por turno	73
Tabla 6: Descripción y especificaciones de las áreas	76

ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

CCC: Cubica centrada en las caras	31
TS: Resistencia a la tracción.....	36
YS: Tensión de fluencia.....	36

RESUMEN

El presente trabajo de investigación que se presenta titulada “INSTALACIÓN DE UNA FÁBRICA DE PERFILES EN LA CIUDAD PUNO, USANDO COMO MATERIA PRIMA ALUMNIO RECICLADO”, desarrolla un óptimo Plan de Negocios para la creación de una nueva microempresa que se ubica en la ciudad de Puno, la misma que se dedicará a la fabricación de perfiles de aluminio. El objetivo general del presente trabajo de investigación es Instalar una fábrica de perfiles en la Ciudad Puno, usando como materia prima, aluminio reciclado; también se enuncian los antecedentes que corroboran la idea de crear una nueva microempresa, los datos macro y micro económicos que la sustentan, y una breve descripción de la investigación necesaria para su realización. Posteriormente, se expone la teoría de soporte para el desarrollo del proyecto, redactado a través del Marco Teórico. Comprendido la parte teórica, se realiza el desarrollo metodológico de la investigación de mercado, se define el segmento meta, y se obtiene la información necesaria por medio de un censo; además del análisis de la oferta y la demanda del mercado a través de un análisis a la competencia se determina el precio, la forma de distribución y la promoción que manejará la empresa, para conseguir los objetivos de ventas en las condiciones esperadas. Se determina la rentabilidad y sustentabilidad del negocio por medio de los estados financieros de la microempresa, los cuales permiten realizar proyecciones de egresos e ingresos, así como el flujo de efectivo. Finalmente se concluye que, definitivamente la instalación de una microempresa fortalece la economía local al ampliar las actividades de comercio y de producción, aportando de manera positiva a la riqueza local o del lugar en que se desarrollan actividades financieras y crecen nuevas microempresas.

Palabras Clave: aluminio, extrusión, fabricación, perfiles, reciclaje.

ABSTRACT

The present investigation work that is presented entitled "INSTALLATION OF A FACTORY OF PROFILES IN THE CITY OF PUNO, USING AS A RECYCLED PRIMARY ALUMINIUM MATERIAL", develops an optimal Business Plan for the creation of a new microenterprise that is located in the city of Puno, the same one that will be dedicated to the manufacture of aluminum profiles. The general objective of this research work is to install a profile factory in Puno City, using recycled aluminum as raw material; the antecedents that corroborate the idea of creating a new microenterprise, the macro and micro economic data that sustain it, and a brief description of the research necessary for its realization are also stated. Subsequently, the support theory for the development of the project, written through the Theoretical Framework, is exposed. Once the theoretical part is understood, the methodological development of the market research is carried out, the target segment is defined, and the necessary information is obtained through a census; In addition to analyzing the supply and demand of the market through an analysis of the competition, the price, the distribution method and the promotion that the company will manage are determined in order to achieve the sales objectives under the expected conditions. The profitability and sustainability of the business is determined through the financial statements of the microenterprise, which allow projections of expenditures and income, as well as cash flow. Finally, it is concluded that, definitively, the installation of a microenterprise strengthens the local economy by expanding trade and production activities, contributing positively to local wealth or the place where financial activities take place and new microenterprises grow.

Keywords: aluminum, extrusion, manufacture, profiles, recycling.

I. INTRODUCCIÓN

Perú, un país nuevo industrialmente hablando, lleno de oportunidades, listo para recibir nuevas ideas y plasmarlas en el mercado, un país donde incluso con las barreras económicas nacen empresas que ayudan al bienestar propio de la comunidad.

Lamentablemente, en nuestro país, la manera más común de emprender nuevos proyectos de empresas es empíricamente, lo que provoca que el éxito empresarial dependa generalmente de la suerte del inversionista.

La presente investigación muestra una de las herramientas más completas y efectivas para reducir la incertidumbre en la creación de empresas o negocios, ésta herramienta se la denomina la creación de una microempresa para la Fabricación de perfiles de aluminio en la ciudad de Puno.

La alta demanda de viviendas en la ciudad de Puno, así como de adecuaciones dentro de inmuebles de toda índole, en especial de proyectos habitacionales y otros, ha generado en los constructores la búsqueda de nuevas tendencias de materiales de construcción, que permitan no solo resultados funcionales sino también que sean estéticos, además, que vayan con las normas y exigencias requeridas por el consumidor final.

La construcción es una necesidad y una prioridad en nuestro país, y lo será por los años venideros. A medida que la construcción avanza, los profesionales del ramo buscan productos que sean fáciles de instalar y acorde a las normas. Por lo que este estudio plantea una solución positiva diseñando el producto para utilización inmediata y de bajos costos lo que conviene al dueño del inmueble y al profesional que lo diseña y construye.

Se propone aprovechar, el gran recurso humano y la fuerza laboral que poseemos, transformándose en una alternativa de mejora económica y de calidad de vida. Para el desarrollo de la propuesta se tomó en cuenta los siguientes aspectos operativos:

En primer lugar, se muestra un Diagnóstico situacional del sector micro empresarial, especialmente en la fabricación de ventanas con perfiles de aluminio en la ciudad de Otavalo, con el propósito de establecer las fortalezas y debilidades en aspectos administrativos, contables y financieros.

Su desarrollo está ligado a un conjunto de bases teóricas y científicas que confirman los propósitos del presente trabajo de investigación.

Para la realización de la Ingeniería del Proyecto o Estudio Técnico, se consideró el aporte y experiencia de personas inmersas en este tipo de negocio; así como también la información de la mano de obra calificada. Experiencias y conocimientos que permitan la elaboración de un producto de calidad que esté acorde a la demanda y satisfacción del consumidor.

Como un apoyo al propósito técnico tenemos el Estudio Económico y Financiero en el que se demuestra las propiedades del proyecto, tomando como argumentos los análisis financieros y de sensibilidad a diferentes y posibles contextos.

Para finalizar se realiza un estudio de los posibles impactos que el presente trabajo de investigación puede ocasionar, entre los que se analizan aspectos económicos, sociales, ambientales y éticos.

Alrededor del mundo, se realizan perfiles para la fabricación de marcos de ventanas con materiales como la madera y el hierro, en algunos casos los profesionales utilizan marcos que son la mezcla de estos materiales. La potencialidad del uso de

nuevos materiales como el aluminio para la fabricación de perfiles, y las ventajas tanto en durabilidad como en ahorro son vitales para la definición de la creación de esta microempresa

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Sabiendo que en la ciudad de Puno no existe una empresa dedicada a la fabricación de perfiles de aluminio como platinas, ángulos y otros.

En seguida existe chatarra de aluminio como ollas viejas, perfiles usados, motores, cables, etc. Que es comprada por los comerciantes para luego ser enviada a la ciudad de Lima para su posterior transformación.

En la ciudad de Puno no existe mucha industria transformativa en el sector metal mecánica, mucho menos una fábrica de perfiles de aluminio.

En la Ciudad de Puno se genera aproximadamente 30 toneladas de materia prima de aluminio reciclado al mes, esta cantidad es suficiente para el funcionamiento de una fábrica de perfiles de aluminio. La materia prima es transportada a la ciudad de Lima. Transformada en perfiles de aluminio nuevamente regresa a la ciudad de Puno con precios elevados, por sobre costos en transporte, recorriendo una distancia total de 2594.4 kilómetros.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Para la presente investigación se plantea la siguiente pregunta:

¿Es posible fabricar perfiles de aluminio en la ciudad de Puno, usando como materia prima aluminio reciclado?

1.3 HIPÓTESIS GENERAL

El Reciclaje de materia prima de aluminio permite instalar una fábrica de perfiles en la Región Puno.

1.4 JUSTIFICACIÓN

El presente trabajo de investigación se realiza porque en la Ciudad de Puno aun no existen microempresas dedicadas a la fabricación de perfiles de aluminio según las últimas investigaciones. Ya que la presente tesis de instalación de perfiles de aluminio reducirá el tiempo de transporte y costos de la materia prima de aluminio a otras regiones del Perú, como Arequipa y Lima. Así también favorecerá en la reducción de la contaminación ambiental que se genera en Región de Puno.

Además, surge como contribución para el desarrollo de la actividad industrial en la fabricación de Perfiles de Aluminio. Se elaborarán productos por un proceso de extrusión como: platinas, ángulos para la división de terrazas, gradas y otros. El aluminio puro es relativamente débil, por ello se han desarrollado diversas aleaciones con diversos 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.

Con los resultados de la presente investigación los beneficiados serán los profesionales afines a la Metalurgia Transformativa, así mismo los estudiantes practicantes de la materia. Los equipos de alta tecnología adquiridos en esta planta de fabricación de perfiles de aluminio estarán dispuestos para su uso adecuado de los profesionales y/o trabajadores.

Ésta área de la Metalurgia Transformativa de gran importancia económica en la región, involucra la participación social. La actividad de fundición de aluminio en la región tiende a crecer enormemente.

1.5 OBJETIVOS

1.5.1 OBJETIVO GENERAL

- Instalar una fábrica de perfiles en la Ciudad Puno, usando como materia prima, aluminio reciclado.

1.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar el estudio de mercado de los perfiles de aluminio.
- Determinar el tamaño de la planta.
- Realizar ingeniería de proyecto.
- Determinar costos de instalación y Producción.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 MARCO TEÓRICO

2.1.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

A. Nivel internacional

A Nivel Internacional, existen empresas dedicadas a la fabricación de perfiles de aluminio en China, Chile, España, México Monterrey Córdoba Argentina, etc., que se dedican a la extrusión de perfiles de aluminio para diferentes industrias como la construcción, automotriz, naval y aeronaval.

Según Cadena (2010), cuyo objetivo general es Crear una microempresa de fabricación de ventanas con perfiles de aluminio en medidas estandarizadas en la ciudad de Otavalo, Provincia de Imbabura. Que concluye:

Definitivamente la generación de microempresas fortalece la economía local al ampliar las actividades de comercio y de producción, aportando de manera positiva a la riqueza local o del lugar en que se desarrollan actividades financieras y crecen nuevas microempresas.

Las ideas creativas y búsqueda de sectores especiales para insertarse en actividades productivas es responsabilidad de las nuevas generaciones, formadas con filosofía de emprendedores, que hace que busquen alternativas de inversión y mejoras en la organización de una microempresa.

El Mercado, factor determinante para cualquier tipo de trabajo de investigación, es promisorio para este, de fabricación de ventanas con perfiles de aluminio, a pesar de

que la idea es innovadora y no es de buena aceptación ofrece una gran alternativa a la reducción de tiempo y dinero en el ámbito de la construcción.

El uso de tecnología innovadora en una microempresa de producción, además de mejorar y facilitar el trabajo operativo, garantiza la calidad del producto, en este caso para que el terminado del marco de ventana sea el más perfecto. Además, es importante recalcar que para este proceso de producción no se requiere de una maquinaria altamente sofisticada, por tanto, se puede adquirirla a través de proveedores cercanos.

B. Nivel nacional

En el Perú la mayoría de las empresas dedicadas a este rubro se encuentran en la capital del mismo, como: Aluminio PFK, Grupo agv, Furukawa, etc.

Corporación Furukawa: La Corporación Furukawa es un grupo empresarial que inició sus actividades en el año 1950 en el rubro del vidrio para la construcción.

Actualmente posee dos grandes líneas de negocios: Vidrios y Aluminios que engloban una amplia gama de productos de óptima calidad que pone a disposición de sus clientes.

C. Nivel local

A nivel de la Región de Puno, según las investigaciones aun no existen plantas dedicadas a la fabricación de perfiles de aluminio. Sin embargo, existen únicamente proyectos de investigación como:

Según Flores (2012) Proyecto de Instalación de una planta de fabricación de ollas repujadas de Aluminio, en la Región Puno, cuyo objetivo general es “instalación de una planta para la fabricación de ollas repujadas de aluminio y aprovechar el reciclaje de aluminio en la Región de Puno. Se concluye que, la obtención de ollas por el proceso de

repujado es rentable, porque la materia prima es económica (total de costos de una olla N° 28 S/. 10.00) en función al mercado (venta de una olla N° 28) local y regional.

La provincia de Puno es una de las trece provincias que conforman el Departamento de Puno, también llamado Región Puno. Limita por el norte con las provincias de Huancané, San Román y parte del Lago Titicaca; por el este con la Provincia de El Collao y el Lago Titicaca; por el sur con la provincia de El Collao y el Departamento de Moquegua; y, por el oeste con la Departamento de Moquegua y Provincia de San Román.

La ciudad de Puno situada en las orillas del mítico Lago Titicaca, el lago navegable más alto del mundo, a 3 827 m.s.n.m. Es el centro de conjunción de dos grandes culturas: quechua y aimara; las que propiciaron un patrimonio incomparable de costumbres, ritos y creencias. Las principales ciudades son: Puno, Acora, Platería, Chucuto, Coata.

2.1.2 ALUMINIO

El aluminio es un metal no ferroso, y es el más abundante de los metales, constituyendo cerca del 8% de la corteza terrestre. Sus propiedades han permitido que sea uno de los metales más utilizados en la actualidad. Es de color blanco y es el más ligero de los metales producidos a gran escala.

La alúmina, que es extraída de la bauxita y mezclada con la criolita es la fuente del aluminio. El aluminio puro es demasiado blando, debidamente aleado se obtienen resistencias comparables al acero, por lo cual es útil para toda industria, desde la construcción, decoración, minería, iluminación hasta la industria aeronáutica. La bauxita está representada de la siguiente formula: $Al_2O_3 \cdot x H_2O$.

El aluminio es el único metal que proporciona dureza con bajo peso, es sumamente fácil de pulir, tenaz, dúctil y maleable, posee una gran resistencia a la corrosión y alta conductividad térmica y eléctrica, teniendo la mejor relación beneficios – costo que cualquier otro metal común.

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.

Aparte del cobre, el aluminio es el único metal común que posee una alta conductividad como para ser usado como conductor eléctrico.

Su conductividad puede llegar a representar el 63,8% de la del cobre (en la aleación 6063 llega al 54%), 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.

El aluminio, de símbolo Al, es el elemento metálico más abundante en la corteza terrestre; sólo los elementos no metálicos oxígeno y silicio son más abundantes. Se encuentra normalmente en forma de silicato de aluminio puro o mezclado con otros metales como sodio, potasio, hierro, calcio o magnesio, pero nunca como metal libre. Además, los silicatos no son menos útiles, porque es extremadamente difícil, y por tanto muy caro, extraer el aluminio de ellas. La bauxita, un óxido de aluminio hidratado impuro descubierto en Les Baux, es la fuente comercial de aluminio y de sus compuestos. Su número atómico es el 13 y se encuentra en el grupo 13 y en el período 3 de la tabla periódica.

Sus compuestos de ocurrencia natural se usaban ya como astringentes y fijadores cáusticos desde el año 500 a.C. Uno de estos productos, al que los romanos llamaban alumen, era un sulfato natural de aluminio y potasio. Alrededor del año 1200 d.C. se purificaron estas sales minerales a la forma de alumbre cristalizado, y en el siglo XVI se produjo el alumbre ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$), a partir de la arcilla. Durante muchos años, el aluminio no pudo ser separado por ningún método conocido de su aleación con otros compuestos.

En términos históricos, el aluminio es un metal relativamente nuevo, ya que fue aislado a principios del siglo XIX. En 1782 el gran químico francés Lavoisier ya hablaba del óxido de un metal todavía desconocido. Esta opinión fue retomada en 1807 por Sir Humphrey Davy, quien propuso inicialmente el nombre *aluminum* para este metal desconocido, pero más tarde decidió cambiarlo por *aluminium* por coherencia con la mayoría de los nombres de elementos, que utilizaban el sufijo -ium. De éste derivaron los nombres actuales en otros idiomas; sin embargo, en los Estados Unidos se popularizó el uso de la primera forma, actualmente también admitida por la IUPAC.

El químico danés Hans Christian Oersted lo aisló por primera vez en 1825, pero sólo como polvo, por medio de un proceso químico que utilizaba una amalgama de potasio y cloruro de aluminio, aunque todavía existía una gran cantidad de impurezas en forma de mercurio. Entre 1827 y 1845, el químico alemán Friedrich Wöhler mejoró el proceso de Oersted utilizando potasio metálico y cloruro de aluminio, y fue capaz de transformar el polvo en partículas, a partir de las cuales descubrió sus extraordinarias propiedades físicas y fue el primero en medir la densidad del aluminio y demostrar su ligereza.

En 1854, Henri Sainte-Claire Deville obtuvo aluminio de 96% a 97% de pureza en Francia reduciendo cloruro de aluminio con sodio. Con el apoyo financiero de

Napoleón III, Deville estableció una planta experimental a gran escala, y en la Exposición de París de 1855 exhibió el aluminio puro junto a otros tesoros nacionales, como las joyas de la corona. Dada la dificultad de producirlo masivamente, el aluminio era considerado un metal precioso hasta el punto de que Napoleón III agasajaba a sus más importantes huéspedes sirviéndoles con cubiertos de aluminio en lugar de los de oro. Un año después (1856) se contempló el primer uso del aluminio en arquitectura, en la punta del monumento a Washington.

En 1886, Charles Martin Hall, en Estados Unidos, y Paul L. T. Héroult en Francia descubrieron por separado y casi simultáneamente que el óxido de aluminio o alúmina se disuelve en criolita fundida (Na_3AlF_6), pudiendo ser descompuesta electrolíticamente para obtener el metal fundido en bruto. En 1888, el químico alemán Karl Josef Bayer logró una patente alemana de un proceso mejorado para hacer la alúmina.

Como resultado de los descubrimientos de Hall-Héroult y de Bayer se hizo económicamente practicable la producción de aluminio a gran escala por primera vez y se ofreció al mundo la posibilidad de trabajar con el elemento estructural más abundante y más versátil para el uso del hombre. El poder obtener masivamente aluminio posibilitó que este metal pasara de ser un metal de lujo al alcance de pocos a ser un metal común y familiar. El proceso Hall-Héroult sigue siendo el método principal para la producción comercial de aluminio, aunque en la actualidad se continúan estudiando nuevos métodos.

La pureza del producto se ha incrementado hasta el 99,5 % de aluminio en los lingotes comerciales; más tarde puede ser refinado hasta un 99,99 %. Hoy en día las líneas generales del proceso de extracción se mantienen, aunque se recicla de manera general desde 1960 por motivos medioambientales, pero también económicos ya que la

recuperación del metal a partir de la chatarra cuesta un 5% de la energía de extracción a partir de la roca.

Es por esta razón que la utilización del reciclaje del aluminio, se re transforma para productos útiles con aluminio fraguado, los mercados de estos productos provienen de dos sectores, nacional e internacional.

2.1.3 ABUNDANCIA

El aluminio es el metal más abundante en la naturaleza y el tercer elemento más común en la corteza terrestre, después del oxígeno y el silicio.

La principal materia prima en la producción del aluminio es la bauxita de suelo arcilloso, que recibe su nombre de la región francesa Les Baux donde fue descubierta por primera vez. Los yacimientos de bauxita más importantes de la actualidad se encuentran en Australia, África Occidental, Brasil y Jamaica.

La bauxita se forma cuando determinadas rocas ricas en aluminio se desintegran. Mientras el 8% de la corteza terrestre está compuesta en promedio por aluminio, la bauxita contiene de un 50 a un 60% de aluminio. La bauxita se convierte en alúmina a través de un proceso de limpieza, con frecuencia en plantas cercanas a los yacimientos de bauxita. Parte del trabajo ambiental activo de Hydro consiste en la restauración de las áreas circundantes a los yacimientos, una vez extraída la bauxita. (CEN, 2004)

2.1.4 ELECTRÓLISIS

El aluminio se extrae de la alúmina mediante electrólisis (reducción). Esto implica la disolución de la alúmina en criolita a alta temperatura, donde se forman los iones de aluminio y oxígeno. El oxígeno se combina con el carbono de los ánodos, dando dióxido de carbono. La aplicación de una corriente continua en los hornos de electrólisis deposita

el aluminio en el cátodo mientras que el dióxido de carbono se libera en el ánodo. El aluminio se precipita al fondo de la cuba de electrólisis desde donde se transfiere por vacío a un crisol para ser transportado a una planta de fundición.

El aluminio obtenido, a partir de la bauxita a través de la alúmina, se denomina aluminio primario. (CEN, 2004)

2.1.5 CARACTERÍSTICAS GENERALES

La combinación única de propiedades que presentan el aluminio y sus aleaciones, hacen de este material uno de los más versátiles, económicos y atractivos para una amplia gama de usos y aplicaciones; desde la fabricación de papel de aluminio para embalajes y usos domésticos hasta aplicaciones de Ingeniería más exigente, como ser en fuselajes de aeronaves.

Las aleaciones de aluminio ocupan el segundo lugar (con respecto a los aceros) en los materiales que se utilizan con fines estructurales. Tienen una densidad de solo $2,7 \text{ g/cm}^3$ (aproximadamente un tercio del acero ($7,83 \text{ g/cm}^3$)); un pie cubico de acero pesa alrededor de 490 libras (222 Kg); un pie cubico de aluminio, solo alrededor de 170 libras (77 Kg). Este peso tan leve, junto con la alta resistencia en algunas aleaciones de aluminio (próxima o similar a la de algunos aceros estructurales), permite la construcción de estructuras ligeras y resistentes, particularmente ventajosas en vehículos espaciales, aviones, y en todo tipo de vehículos terrestres y náuticos. (ASCE, 2002)

El aluminio resiste el tipo de corrosión progresiva que causa en los aceros una degradación progresiva. La superficie expuesta del aluminio se combina con el oxígeno del aire para formar una película de óxido de aluminio (inerte), de solo unas diez millonésimas de pulgada de espesor, que bloquea la oxidación adicional. A diferencia del

óxido de hierro, la película de óxido de aluminio no se desprende con lo cual no se expone ninguna parte de su superficie a la posterior oxidación. Si la capa protectora de aluminio se raya o se rompe mecánicamente, se sella y forma nuevamente al instante. Esta fina capa de óxido se aferra firmemente al metal, es incolora y transparente-invisible a la vista. (Popov, 1992)

La decoloración y descamación del hierro y el óxido del acero no ocurren en el aluminio. Apropiadamente aleado y tratado, el aluminio puede resistir la corrosión por agua, sal, y otros medios; además de una amplia gama de otros agentes químicos y físicos.

Las superficies de aluminio pueden ser altamente reflectantes. La energía radiante, la luz visible, el calor radiante y las ondas electromagnéticas se reflejan de manera eficiente, mientras que las superficies anodizadas y oscuras pueden ser reflectantes o absorbentes. La reflexión de aluminio pulido, sobre un amplio rango de longitudes de onda, lo convierte en muy atractivo para una variedad de objetos decorativos.

El aluminio tiene una excelente conductividad eléctrica y térmica, pero algunas aleaciones específicas se han desarrollado con altos grados de resistividad eléctrica. Estas aleaciones son útiles, por ejemplo, motores eléctricos de alto par de torsión. El aluminio se selecciona a menudo por su conductividad eléctrica, que es casi el doble que la del cobre. Los requisitos de alta conductividad y la resistencia mecánica a veces son necesarios en las líneas de alta tensión. La conductividad térmica de las aleaciones de aluminio, aproximadamente 50 a 60% que la del cobre, es ventajosa en intercambiadores de calor, evaporadores, aparatos de calefacción eléctricos, radiadores, etc. (Barriga, 1990)

El aluminio es no ferromagnético, una propiedad de importancia en la industria eléctrica y la electrónica. Es no-pirofórico, lo cual es importante en aplicaciones que impliquen la manipulación de materiales inflamables o explosivos. En su acabado natural,

presenta un aspecto atractivo, que puede ser suave y brillante. Puede tomar prácticamente cualquier color o textura. (Barriga, 1990)

Un párrafo aparte merece el estudio del aluminio y sus efectos en la salud humana. Aunque se usa rutinariamente en recipientes para alimentos y bebidas, no está debidamente comprobado si existe o no toxicidad para los humanos. En estos últimos años se han difundido estudios que advierten sobre la relación entre la acumulación en el organismo humano y enfermedades degenerativas. Uno de estos estudios sobre la toxicidad del aluminio (A. Nesse y otros) dice textualmente en sus conclusiones “En el caso particular de los seres humanos, dado el extraordinario incremento del uso del Al, es de esperar que la exposición al metal aumente a medida que se eleva el promedio de vida de la población. Debido a la creciente biodisponibilidad del metal y a sus efectos sobre los seres vivos (de los cuales sólo unos pocos han sido mostrados en este artículo), surge la necesidad de investigar los mecanismos por los cuales el aluminio es incorporado a diferentes células, modificando su metabolismo y morfología, así como también determinar cuáles son las especies del catión involucradas en tales acciones. Los estudios podrían revelar, en los próximos años, importantes interacciones de este elemento no esencial para el organismo con mecanismos de organización y funcionamiento celular, permitiendo así conformar un panorama más completo de la actividad del aluminio en los seres vivos. Mientras tanto, conviene evitar o disminuir al mínimo la exposición al metal.

La facilidad con la que se puede fabricar en cualquier forma es uno de sus atractivos más importantes. A menudo puede competir con éxito con materiales más baratos que tienen un menor grado de trabajabilidad. Puede ser colado por cualquier método de fundición y se puede laminar a cualquier espesor. Cuando es fabricado en forma de finas hojas, estas pueden ser estampadas fácilmente (por ejemplo, tapas de

botellas de licores), dibujadas, giradas o enrolladas sin sufrir deterioro alguno. También puede ser martillado o forjado. Los alambres de aluminio, elaborados a partir de barras, pueden ser trenzados en cables de cualquier tamaño y tipo. No hay casi ningún límite a los diferentes perfiles (formas) en las que el metal puede ser extruido. (Maffia, 2013:2,3)

2.1.6 PROPIEDADES DEL ALUMINIO

2.1.6.1 Propiedades físicas

Densidad muy baja ($2,7 \text{ Mg/m}^3$, $1/3$ de la de los aceros); conductividad térmica elevada ($80 \div 230 \text{ W/m.K}$), cosa beneficiosa en piezas que deben conducir o disipar calor; conductividad eléctrica elevada (resistividad $28 \div 60 \text{ n}\Omega\cdot\text{m}$); calor específico elevado ($865 \div 905 \text{ J/kg.K}$); dilatación térmica elevada ($20 \div 25 \mu\text{m /m.k}$ el doble que los aceros). (Askeland y Phule, 2004)

2.1.6.2 Propiedades Mecánicas

A temperatura ambiente, la resistencia a la tracción ($150 \div 450 \text{ Mpa}$), el límite elástico ($100 \div 300 \text{ Mpa}$) y el módulo de elasticidad ($69 \div 73 \text{ Gpa}$) son moderados, y las durezas algo bajas, en general no adecuadas para soportar grandes presiones superficiales; la resistencia a la fatiga es aceptable (si un límite de fatiga definido) y la resiliencia es normalmente elevada excepto para los aluminios más resistentes (Al-Cu y Al-Zn). El comportamiento a temperaturas elevadas es escaso: a partir de $100 \div 150^\circ \text{ C}$ según las aleaciones, la fluencia comienza a manifestarse de forma acusada y disminuyen considerablemente las propiedades mecánicas (resistencia a la tracción, límite elástico y dureza) y, a partir de 350° C la resistencia sólo se mantiene en valores residuales; en el intervalo $200 \div 300^\circ \text{ C}$, el mejor comportamiento mecánico se halla en los grupos Al-Cu y Al-Mg. En cambio, las propiedades a bajas temperaturas son excelentes, la resistencia

aumenta y la resiliencia, el límite elástico y el alargamiento se mantienen hasta temperaturas operativas de -195°C . (Askeland y Phule, 2004)

2.1.6.3 Propiedades Químicas

- Nombre: aluminio.
- Símbolo: Al.
- Número atómico: 13.
- Grupo del sistema periódico: Grupo 13.
- Valencia: 3.
- Estado de oxidación: +3.
- Electronegatividad: 1,5.
- Radio atómico: $1,43 \text{ \AA}$.
- Radio covalente: $1,18 \text{ \AA}$.
- Radio iónico: $0,50 \text{ \AA}$.
- Estructura cristalina: cúbica centrada en las caras (CCC), con lados de longitud $4,0495 \text{ \AA}$.
- Configuración electrónica: $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$, o bien, $[\text{Ne}] 3s^2 p^1$
- Primer potencial de ionización: $6,00 \text{ eV}$.
- Masa atómica: $26,9815 \text{ g/mol}$.

2.1.7 ALEACIONES DE ALUMINIO

El aluminio puro es relativamente débil, por ello se han desarrollado diversas aleaciones con diversos metales como el cobre, magnesio, manganeso y zinc, por lo general, en combinaciones de dos o más de estos elementos junto con hierro y silicio,

obteniéndose una infinidad de aleaciones para una gran variedad de aplicaciones incluso con características superiores al acero. (Maffia, 2013)

Según Maffia se clasifica de la siguiente manera:

- 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.
- Serie 8000: Aleado con otros elementos.
- Serie 9000: No usada.

Series de aleaciones para conformar

Serie 1xxx. Aluminio de 99,00% o mayor pureza tiene muchas aplicaciones, especialmente en los campos eléctricos y químicos. Estos grados de aluminio se caracterizan por una excelente resistencia a la corrosión, alta conductividad térmica y eléctrica, bajas propiedades mecánicas, y excelente trabajabilidad. Los aumentos moderados en la resistencia pueden ser obtenidos por endurecimiento por acritud. Hierro y silicio son las impurezas principales.

Serie 2xxx. El cobre es el principal elemento de aleación en esta serie, en general con magnesio como una adición secundaria. Estas aleaciones requieren un tratamiento térmico de solución para obtener propiedades óptimas. En condición de solubilizada estas aleaciones muestran propiedades mecánicas similares y veces superiores a los aceros de

bajo carbono. En algunos casos se emplea el tratamiento térmico de precipitación (envejecimiento) para aumentar aún más las propiedades mecánicas. Este tratamiento aumenta la tensión de fluencia, con las consiguientes pérdidas en alargamiento; su efecto sobre la resistencia a la tracción no es tan grande.

Las aleaciones de la serie 2xxx no tienen tan buena resistencia a la corrosión como la mayoría de las otras aleaciones de aluminio, y bajo ciertas condiciones pueden estar sujetas a la corrosión intergranular. Por lo tanto, estas aleaciones en la forma de hojas, generalmente están revestidos con un aluminio de alta pureza, aleación de magnesio-silicio de la serie 6xxx o una aleación que contenga 1% de Zn. El revestimiento, normalmente del 2 al 5% del espesor total en cada lado, ofrece protección galvánica. Las aleaciones de la serie 2xxx están particularmente bien adaptadas para piezas y estructuras que necesiten altas relaciones resistencia/peso. Se utilizan en aquellos servicios que requieren una buena resistencia a temperaturas de hasta 150°C. La figura 1 muestra las relaciones entre algunas de las aleaciones más utilizadas en la serie 2xxx.

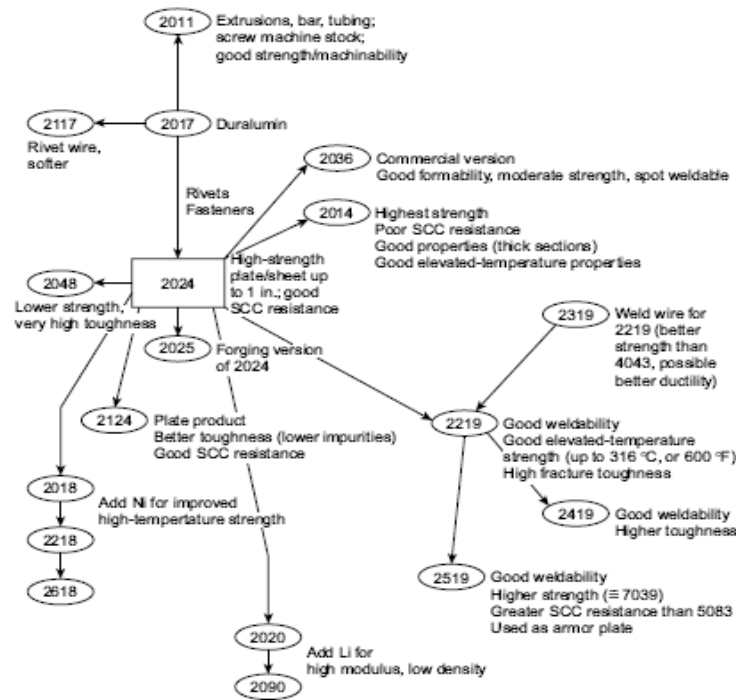


Fig. 1 Relationships among commonly used alloys in the 2xxx series (Al-Cu)

Figura 1: Relación entre las aleaciones de la serie 2xxx (Al-Cu)

Serie 3xxx. El manganeso es el principal elemento de aleación de la serie 3xxx. Estas aleaciones son generalmente no tratables térmicamente, pero tienen un 20% más de resistencia que las aleaciones de la serie 1xxx. Debido a que solo un porcentaje limitado del manganeso (hasta aproximadamente el 1,5%) se puede añadir eficazmente al aluminio, este es un elemento importante en algunas pocas aleaciones.

Serie 4xxx. El principal elemento de aleación en esta serie es el silicio, que se puede añadir en cantidades suficientes (hasta 12%) a causa de una reducción en el rango de fusión sin producir fragilidad. Por esta razón, las aleaciones de aluminio-silicio se utilizan en alambres de soldadura donde un intervalo de fusión más bajo que el del metal base. La mayoría de las aleaciones de esta serie son no tratables térmicamente, pero cuando se utiliza en soldadura de aleaciones tratables térmicamente, absorben algunos de los constituyentes de la aleación de esta última y así responden a un tratamiento térmico

en una medida limitada. Las aleaciones que contienen cantidades apreciables de silicio se vuelven de un color gris oscuro a carbón cuando se aplican acabados de óxidos anódicos y por esto es que son demandadas para aplicaciones arquitectónicas. La aleación 4032 tiene un bajo coeficiente de expansión térmica y alta resistencia al desgaste, por lo que es así apta para la producción de pistones de motores fabricados por forja.

Serie 5xxx. El principal elemento de aleación en aleaciones de la serie es el magnesio. Cuando se utiliza como un elemento de aleación o con manganeso, el resultado es una aleación endurecerle por acritud de moderada a alta resistencia. El magnesio es considerablemente más eficaz que el manganeso como endurecedor, aproximadamente 0,8% de Mg que es igual a 1,25% de Mn, y puede ser añadido en cantidades mayores. Las aleaciones de esta serie poseen buenas características de soldadura buena resistencia a la corrosión en ambientes marinos.

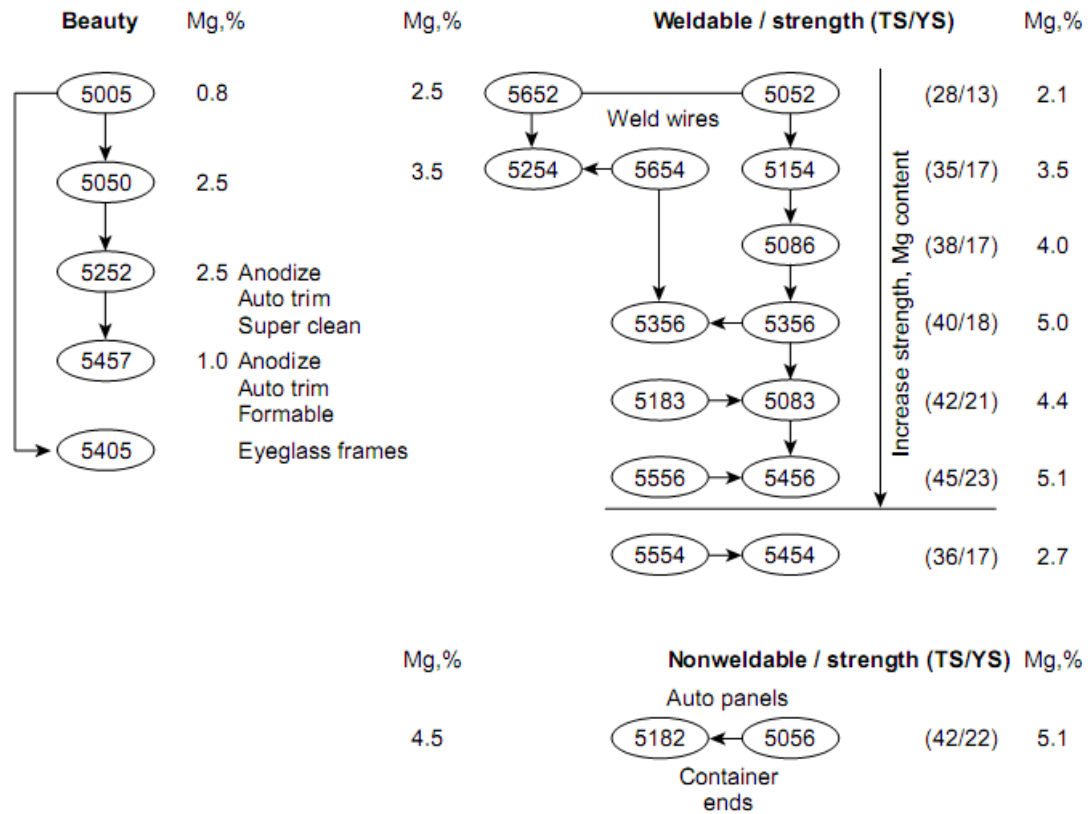


Figura 2: Relaciones entre las aleaciones en la serie 5xxx (Al-Mg). Los valores de resistencia a la tracción (TS) y tensión de fluencia (YS) están en unidades ksi.

Serie 6xxx. Las aleaciones de la serie 6xxx contienen silicio y magnesio en las proporciones requeridas para la formación de siliciuro de magnesio (Mg₂Si).

Este compuesto las hace tratables térmicamente. Aunque no tan resistentes como la mayoría de las aleaciones de las series 2xxx y 7xxx, las aleaciones de la serie 6xxx tienen buena formabilidad, soldabilidad, maquinabilidad y resistencia a la corrosión. Las aleaciones de este grupo pueden ser conformadas en el temper T4 (tratamiento térmico de solución, pero no de precipitación) y fortalecidas después mediante tratamiento térmico de precipitación completo (T6).

Serie 7xxx. Zinc, en cantidades de 1 a 8%, es el principal elemento de aleación en aleaciones de la serie 7xxx, y cuando se combina con un porcentaje menor de magnesio,

resulta en las aleaciones tratables térmicamente de moderada a muy alta resistencia. Por lo general, otros elementos, como el cobre y el cromo, se añaden en pequeñas cantidades. Pequeñas adiciones de escandio (Sc) también mejoran las propiedades. Las aleaciones de la serie 7xxx se utilizan en estructuras de fuselajes, equipos móviles, y piezas sujetas a altas tensiones de trabajo. Las aleaciones 7xxx de alta resistencia exhiben una reducida resistencia a la corrosión bajo tensiones (SCC) y a menudo se utilizan en un temper ligeramente sobre-envejecidas para proporcionar mejores combinaciones de resistencia mecánica, resistencia a la corrosión y resistencia a la fractura.

Serie 8xxx. Son aleaciones con una amplia gama de composiciones químicas. Por ejemplo, se consigue un rendimiento mejorado a elevadas temperaturas a través de la utilización de aleaciones Al-Fe-Ce reforzadas por dispersión (por ejemplo, 8019) o aleaciones Al-Fe-V-Si (por ejemplo, 8009, fabricadas por pulvimetalurgia). También se puede lograr una baja densidad y una rigidez mayor en aquellas aleaciones que contengan litio (por ejemplo, 8090). Esta última aleación, que es endurecible por precipitación y ha reemplazado a aleaciones de las series 2xxx y 7xxx en aplicaciones aeroespaciales (por ejemplo, componentes de helicópteros).

2.1.8 RECICLAJE DEL ALUMINIO

El reciclaje del aluminio es un proceso mediante el cual, los desechos de aluminio pueden ser convertidos en otros productos tras su utilidad primaria. Este proceso implica simplemente refundir el metal, lo cual es mucho más barato y consume mucha menos energía que la producción de aluminio a partir de la electrólisis de la alúmina (Al_2O_3), la cual primero tiene que extraerse de la mina de bauxita y después ha de refinarse usando el proceso Bayer. Reciclar aluminio desechado requiere solamente el 5% de la energía que se consumiría para producir aluminio de la mina. Por este motivo,

aproximadamente el 31% de todo el aluminio producido en los Estados Unidos viene de chatarra reciclada. (Flores, 2012)

Reciclar materiales que contienen el aluminio reduce en un 95% la contaminación generada durante su fabricación. Y fabricar aluminio a partir de material reciclado reduce a un 90% menos de energía, que hacerlo del material original.

2.1.8.1 Reciclaje de aluminio en la ciudad de Puno

Según un estudio realizado en la ciudad de Puno, se acumula mensualmente 30 toneladas de aluminio reciclado aproximadamente, este es enviado a la ciudad de Lima para luego transformarlo en diferentes productos, de manera que hasta su llegada a Lima y la vuelta demanda tiempo, transporte, las condiciones de viaje, etc.

La compra del kilo de aluminio reciclado según el depósito principal de chatarra en la ciudad de Puno oscila entre S/ 1,50 y 2,00. En ese marco, transformando este material en productos como perfiles de aluminio para puertas, ventanas, techos; en la ciudad de Puno resulta beneficioso.

2.1.9 OBJETIVOS DEL RECICLAJE DE ALUMINIO

- Conservación o ahorro de los recursos naturales y energía.
- Disminución del volumen de residuos.
- Protección del medio ambiente.
- Mejoramiento de la economía nacional.

2.1.9.1 Ventajas del reciclaje

El reciclaje del aluminio generalmente produce varios ahorros importantes en materia económica y energética aun cuando se tienen en cuenta los costes de recogida,

separación y reciclaje. Además, se producen ahorros a nivel nacional debido a la reducción del capital necesario para subvencionar y transportar la materia prima.

Los beneficios medioambientales de reciclar el aluminio también son grandes. Únicamente se produce el 5% del dióxido de carbono durante el proceso de reciclado comparado con la producción de aluminio desde la materia prima, siendo este un porcentaje aún menor cuando se toma en cuenta el ciclo completo de su extracción en la mina y su transporte hasta la planta de producción. La producción de una lata a partir de aluminio reciclado requiere un 95% menos de energía de la que sería necesaria para hacerla desde materiales vírgenes.

2.1.10 ÁREAS DE APLICACIÓN

El aluminio se utiliza principalmente en cuatro áreas que son: Estructuras metálicas, la construcción, en recipientes y empaquetadores, en transportación y en aplicaciones eléctricas.

En estructuras metálicas se usa como en puertas, ventanas, techos, terrazas, estantes, entre otras. En construcción se usa para puentes, edificios, torres y tanques de almacenamiento, en diseños arquitectónicos, donde se requiera bajo peso y resistencia a la corrosión. En recipientes y empaquetadores para la industria de la comida y la farmacia porque no es tóxico, no se pega, es resistente al desgarramiento, evita el crecimiento de bacterias y se puede limpiar. En transportación para muchas partes del motor tales como, pistones, bielas, cabezas, escape de gases, manivelas y carburadores entre otros, en la industria aeronáutica y muchos más. En aplicaciones eléctricas se basa en la combinación de bajo costo, alta conductividad eléctrica, resistencia mecánica, bajo peso y excelente resistencia a la corrosión y se usa en conductores eléctricos, motores y generadores, transformadores y en luminarias entre otros. (Cavazos, 1998:9).

2.1.10.1 En la construcción

La aplicación del aluminio en la construcción de obras civiles, podemos mencionar fachadas de edificios, tejados, estructuras ligeras, carpinterías, cierres, etc. Generalmente como productos extruidos. Las aplicaciones más normales son de mobiliario urbano e instalaciones deportivas, en la que destaca por la flexibilidad de los diseños. En la construcción el aluminio se constituye en un aporte muy considerable ya que es utilizado para todo tipo de fachadas y estructuras. (AISC, 2006).

2.1.10.2 Fachadas

Una fachada es, por extensión, cualquier paramento exterior de un edificio; aunque por defecto, cuando se habla de *fachada*, se hace alusión a la delantera o principal, indicándose más datos en caso contrario (fachada trasera, fachada norte, etc.) La fachada es objeto de especial cuidado en el diseño arquitectónico, pues al ser la única parte del edificio percibida desde el exterior, muchas veces es prácticamente el único recurso disponible para expresar o caracterizar la construcción. La componente expresiva está tan arraigada en el concepto de fachada, que en ocasiones se hace referencia a la cubierta como la «quinta fachada» cuando ésta posee una intención estética.

Fachada es la parte exterior de un edificio o casa, el punto artístico o arquitectónico es la decoración que se le dé a dichas fachadas.

2.2 PROCESO DE FUSIÓN DEL ALUMINIO

El aluminio y sus aleaciones se funden en hornos con crisol de grafito o de reverbero añadiendo fundentes y desoxidantes especiales.

Durante la fusión estas aleaciones tienen tendencia a absorber hidrógeno y monóxido de carbono procedente de la combustión del fuel-oil o del carbón utilizado en

el calentamiento del horno resultando piezas porosas. Por esta razón es conveniente mantener alejado el metal fundido de los gases de la combustión prefiriéndose cuando no es posible utilizar el horno eléctrico, en que queda eliminado totalmente este riesgo, hornos alimentados con gas u hornos de crisol donde la llama no entra en contacto con el metal. (Vukota, 2004).

Los hornos de fundición de aluminio donde el metal está en contacto con la llama del quemador si bien presenta grandes ventajas como su gran rapidez de fusión y gran producción horaria por kilogramo de combustible, resultan muy poco adecuados para la obtención de piezas sin porosidad y precisan una acción desgasificante enérgica y continua.

La desgasificación del aluminio fundido se realiza por una cloruración enérgica dentro de la masa fundida. En los grandes hornos de fundición se utiliza el sistema de cloruración introduciendo cloro a presión a través de unas toberas de forma parecida al proceso de oxidación en los convertidores. Este proceso de cloruración se complementa con un tratamiento a base de nitrógeno para eliminar los residuos de cloro. (Vukota, 2004).

En pequeñas instalaciones la desgasificación se realiza mediante la introducción de cloro en la masa fundida por medio de un tubo de grafito o más corrientemente por medio de pastillas de exacloretano, con lo cual se obtienen muy buenos resultados.

Siempre debe operarse manteniendo la superficie libre del aluminio fundido cubierto por una capa de fundentes protectores para evitar la oxidación, siendo el exacto control de temperatura un factor de gran importancia, especialmente en la fusión de aleaciones con metales que se oxidan fácilmente y los sobrecalentamientos pueden producir pérdidas considerables de metal con la consiguiente variación en la composición

final y propiedades de las piezas obtenidas. (Beer y Johnston, 2007).

El aluminio contiene generalmente impurezas hierro, silicio y magnesio, estas impurezas aumentan su dureza y resistencia, si bien disminuye el alargamiento.

Debido a la facilidad con que el aluminio se alea con otros metales ya que sus aleaciones pueden moldearse en frío y en caliente, soldarse, extruirse, forjarse, laminarse, etc., se emplean aleaciones de las composiciones más diversas. Por regla general, éstas se dividen en aleaciones para forja y aleaciones para moldeo. Ambos tipos se pueden someter a tratamientos térmicos para obtener propiedades especiales.

El aluminio y sus aleaciones presentan con frecuencia inclusiones metálicas y gaseosas que pueden alterar sus propiedades y resultar perjudicial para la fundición. Estas impurezas metálicas como el calcio y el sodio son benéficas como sucede con el sodio en el afino de las aleaciones de aluminio y silicio o por el contrario perjudicial como ocurre cuando existe sodio en las aleaciones que contiene magnesio.

Las impurezas gaseosas, principalmente el hidrogeno produce porosidades en las piezas fundidas. Otras impurezas no metálicas como el óxido en aleaciones que no son de primera fusión, reducen la fluidez del metal y producen discontinuidad en la estructura de la aleación debilitando las propiedades mecánicas de las piezas.

Existen una serie de productos denominados fundentes cuya misión es eliminar todas las impurezas efectuando un lavado y desgasificado o formar una capa protectora en una superficie de metal fundido protegiéndolo contra la oxidación, volatilización de algunos de sus componentes y de la absorción de gases.

Los fundentes de desescoriado, producen una capa de escorias fácilmente fusibles que arrastran consigo los óxidos metálicos y demás impurezas, separando efectivamente estos elementos perjudiciales del metal fundido.

Las aleaciones del aluminio que contienen magnesio, deben llevar en la preparación de los moldes, una arena de revestimiento especial que contenga un inhibidor porque son muy propensas a reaccionar con el molde. El magnesio puede oxidarse muy fácilmente durante la fusión, por lo cual es necesario usar fundentes que no solo protejan el baño, sino que limpien la aleación de óxidos.

Para evitar las reacciones con el molde deben emplearse arenas de revestimiento que contengan de 2% a 3% de ácido bórico o 2% de bifloruro amónico. Estas reacciones se pueden diagnosticar por las zonas manchadas que se extienden hacia el centro de la pieza a partir de la superficie y que se descubren en las piezas rotas. (Flores, 2012:30)

2.3 TIPOS DE HORNOS EMPLEADOS PARA LA FUSIÓN DE ALUMINIO

Los tipos de hornos empleados para la fusión de aluminio y sus aleaciones varían desde los pequeños hornos de crisol, hasta los grandes hornos de reverbero con una capacidad de 25 toneladas cargándose los primeros a mano, mientras que los hornos de mayor tamaño se diseñan para una carga, agitación, y limpieza mecánica. El medio de calentamiento quizá sea gas, aceite, combustible o electricidad. La elección está sujeta a las consideraciones de disponibilidad y costo del combustible, accesibilidad del control automático, eficiencia del combustible, requerimientos de mano de obra y costos de mantenimiento. (Beer y Johnston, 2007)

La selección de los refractarios para forrar los hornos de fundición de aluminio resulta muy crítica puesto que las reacciones entre el metal fundido y los constituyentes como el silicio, fierro o cromo presentes en los refractarios, pueden llevar a la contaminación perjudicial del metal que va a fundirse. Los refractarios de arcilla

refractaria que contienen de un 47% a un 99% de alúmina aún se usan debido a la disponibilidad de arcillas adecuadas en casi todas las partes del mundo.

2.3.1 HORNO DE CRISOL.

La unidad de fusión consiste de una cubierta circular o cuadrada de acero con un revestimiento refractario de 7.5 a 12.5 cm de espesor en el cual es colocado el crisol, cuya capacidad esta desde 15 kg hasta los 1000 kg. (Calvo, 2015)

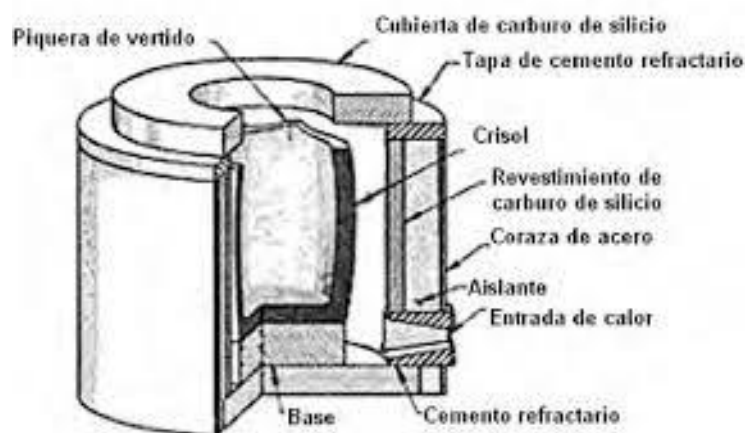


Figura 3: Horno de crisol

Generalmente, el crisol se construye de grafito aglomerado con arcilla refractaria o de fundición gris perlítica de grano fino, como de específica a continuación: 0.5 % de Mn; 2 a 2.5 % de Si; 0.4 % de P; < 0.12 % de S. Estos últimos son más económicas, pero el metal fundido en ellos se contamina lenta y continuamente con el hierro del crisol.

Sin embargo, esta impurificación puede ser evitada o minimizada si el crisol es recubierto con una mezcla conteniendo, por ejemplo: 50% de arcilla, 45% de agua, 5% de vidrio soluble, o mediante el uso de pinturas a base de caolín, las cuales previenen el contacto directo del metal líquido con el crisol. Los crisoles de grafito aglomerados con arcilla, impurifican menos que el metal, pero su menor capacidad de para reducir el

calor y su progresiva destrucción por la combustión del grafito hace menos económico su empleo, especialmente en hornos calentados eléctricamente.

2.3.2 HORNOS FIJOS O ESTACIONARIOS

Son utilizados cuando solo han de colarse piezas pequeñas. En la forma más simple del horno de crisol, la cuba es estacionaria, y el metal fundido es vaciado desde el mismo para realizar la colada. En un horno de crisol, la cuba tiene un pico para verter el metal líquido, el cual es removido por media de pinzas como la mostrada en la colada. El basculamiento puede ser de tipo manual o de tipo mecánico (hidráulico o neumático).

2.3.3 HORNOS DE TIPO BASCULANTE U OSCILANTE

Son usados cuando se moldean, piezas de mayor tamaño. En estos hornos, el crisol se construye dentro de la cámara de combustión con una cubierta refractaria. La disposición de los elementos constitutivos permite vaciar el crisol sin que sea necesario extraerlo, dado que el horno está apoyado en pivotes de oscilación que le permite bascular completamente sobre la cuchara o molde contaminación del metal con los gases de combustión (hornos que utilizan combustible).

2.3.4 HORNOS DE REVERBERO

Es un tipo de horno generalmente rectangular, cubierto por una bóveda de ladrillo refractario y con chimenea, que refleja (o reverbera) el calor producido en un sitio independiente del hogar donde se hace la lumbre. Es utilizado para realizar la fusión del concentrado de cobre y separar la escoria, así como para la fundición de mineral y el refinado o la fusión de metales de bajo punto de fusión como el aluminio. (Calvo, 2015)

Tales hornos se usan en la producción de cobre, estaño y níquel, en la producción

de ciertos hormigones y cementos y en el reciclado del aluminio. Los hornos de reverbero se utilizan para la fundición tanto de metales como de metales férreas como de metales no férreos, como cobre latón, bronce y aluminio.

2.3.5 FUENTE DE CALOR DE LOS HORNOS

La generación del calor necesario para la fusión, se obtiene a través del quemado de combustibles (coque, gas natural, gasoil) o mediante la utilización de resistencias eléctricas. Los hornos calentados con gas o gasoil, utilizan por lo general, uno o más quemadores dispuestos de tal forma que las llamas atacan tangencialmente la base del crisol, a fin de que los gases de combustión giren alrededor del mismo, favoreciendo así los intercambios térmicos, obteniendo un calentamiento uniforme.

En el caso de que los hornos que utilizan resistencia eléctrica, los elementos radiantes se ubican alrededor del crisol, de modo que el horno debe diseriarse de tal manera que, si rompe el crisol, debido a que los inutilizaría. Es conveniente disponer en el fondo del crisol una salida por la que pueda extraerse el metal y ser recogido en un molde apropiado.

2.3.6 COMPORTAMIENTO PLÁSTICO – ELÁSTICO DE LAS PIEZAS METÁLICAS

La deformación elástica de las piezas se caracteriza por la recuperación de la geometría inicial de las mismas, después de retirada la fuerza exterior aplicada, es decir las deformaciones que ocurren son reversibles.

Sin embargo, en la deformación plástica, la geometría de partida no se recobra, una vez retirada la acción de la fuerza, por lo que es irreversible. Esta conducta es el principio físico en el que se basan los procesos de conformación de piezas por

deformación plástica.

La plasticidad de los metales, desde el punto de vista de los estados de la materia (sólido, líquido y gaseoso), puede valorarse como una etapa transitoria entre el estado sólido y el líquido, es por ello que, para conformar las piezas, conviene trabajarlas en caliente. Principalmente se calientan aquellas piezas de volumen considerable, con el objetivo de aumentar su capacidad plástica y disminuir su resistencia a la deformación. (Askeland y Phule, 2004)

Esto es debido a que, a mayor temperatura, las fuerzas de atracción intermolecular que se oponen a la deformación son menores.

En frío la fuerza necesaria para producir dicha deformación sería muy elevada, por lo que en estas condiciones se efectúan operaciones donde el esfuerzo requerido es menor, como es el caso de piezas, cuya masa a deformar es relativamente menos significativa, por ejemplo: doblado y curvado de la chapa. (Askeland y Phule, 2004)

Para conocer las propiedades elásticas y plásticas de un material se realizan los ensayos de tracción y compresión sobre probetas normalizadas. Como hemos visto la mayoría de los procesos por deformación trabajan a compresión, y para comprender como ocurre este fenómeno, a continuación, se describen, las fases por las que atraviesa la pieza, primeramente, durante la tracción, realizando la analogía correspondiente a la compresión.

2.3.7 ENSAYO TRACCIÓN Y COMPRESIÓN

En los ensayos de tracción y compresión; una fuerza axial de tracción y compresión, respectivamente, actúa sobre la probeta normalizada en condiciones en condiciones de temperatura ambiente, y a medida que la carga aumenta, se produce la

deformación de la misma. En el caso de tracción ocurre el alargamiento y la atracción, y en la compresión, sucede el acortamiento y el aumento de la sección transversal. (Askeland y Phule, 2004)

Conociendo que la probeta tiene una sección transversal “A”, se puede calcular los esfuerzos que esta soporta ($\sigma=F/A$), a medida que la fuerza aplicada “F” aumenta, así como las deformaciones ($\epsilon=l_0 / l_1$) que ocurre.

En la figura 4, se observa que en ambos ensayos existen dos etapas bien definidas:

- Zona elástica: OA y OA’.
- Zona plástica: AD y A’D’.

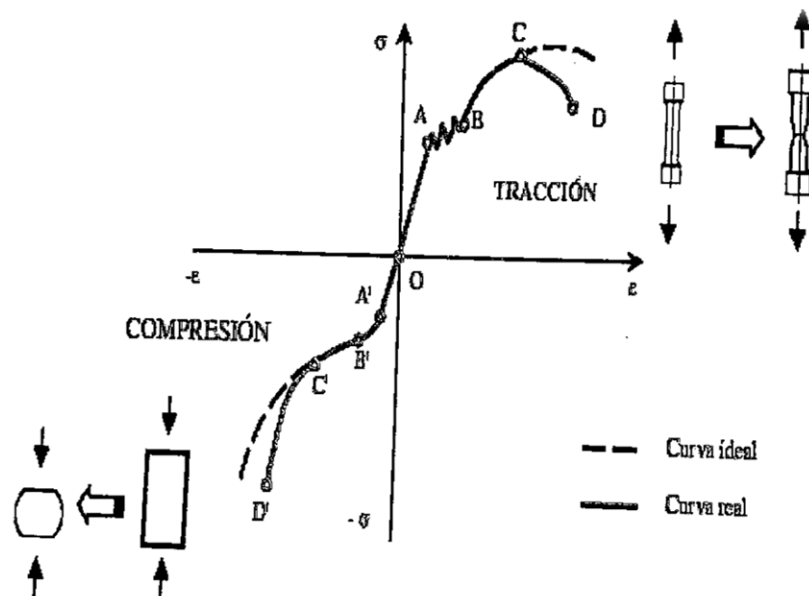


Figura 4: Esfuerzo contra Deformación a temperatura ambiente

2.4 TOCHOS PARA EXTRUSIÓN

El aluminio líquido se purifica en la planta de fundición y se le añaden materiales de aleación. Luego se le otorga la forma final para las futuras producciones, las cuales varían según la aplicación: tochos para extrusión, lingotes de fundición, alambrón o placas para laminación. (CEN, 2004)

El tocho para extrusión es la materia prima que se utiliza en la extrusión. Los tochos se funden en longitudes de hasta 8 metros con un diámetro de hasta 331 mm. Los tochos se fabrican en una amplia gama de aleaciones y calidades para satisfacer las demandas de diversas propiedades de producto, resistencia a la tracción, etc.

2.5 EL ALUMINIO ES UNA INVERSIÓN RENTABLE

La producción del aluminio primario es un proceso que requiere mucha energía. No obstante, cuando se considera su ciclo de vida completo, teniendo en cuenta las propiedades del metal en cuanto a ahorro energético, aparece una imagen radicalmente distinta. La energía consumida en la producción de la materia prima se ve altamente compensada por el ahorro que genera en etapas posteriores a través de productos más ligeros, con una vida útil más prolongada y requisitos de mantenimiento mínimos. (CEN, 2004)

El rendimiento de la energía es fácil de observar con el uso del aluminio en el sector del transporte. Vehículos más ligeros: automóviles, camiones, ómnibus, trenes, barcos, etc., requieren menos combustible y/o pueden aumentar su carga útil.

2.6 EXTRUSIÓN DE PERFILES DE ALUMINIO

La extrusión de aluminio es un proceso en el que el metal es tratado térmicamente y empujado a través de una matriz para crear un perfil con el formato y los parámetros de diseño deseados por el fabricante. (Archundias, 2015).

La extrusión de aluminio se realiza mediante una prensa neumática, a partir de un procedimiento de conformación por deformación plástica, que consiste en moldear el aluminio, en caliente, por compresión en un recipiente obturado en un extremo con una matriz o hilera que presenta un orificio con las dimensiones aproximadas del producto que se desea obtener y por el otro extremo un disco macizo, llamado disco de presión. (Archundias, 2015).

Dado que el esfuerzo de compresión se transmite al metal por medio del disco de presión, el método empleado es el de extrusión directa.

Esta fabricación requiere tolerancias estrictas para garantizar la interconexión precisa con otras partes, pues los perfiles de aluminio pueden diseñarse para ensamblarse y producir piezas y estructuras más fuertes.

Así, la fabricación de un producto de aluminio utilizando el proceso de extrusión, ayuda a producir de una manera más rentable una forma muy precisa.

En función del proceso de extrusión, material utilizado y temple realizado, se obtendrán diferentes características mecánicas de los perfiles y diferentes calidades en los acabados, lo que nos permite poder realizar productos con multitud de aplicaciones en construcción (ventanas, puertas,), fabricación de maquinaria, industria médica, automoción, aviación, etc. (Randolph y Ferry, 2002)

La mayor parte de los perfiles extruidos del mercado pertenecen a la serie 6000 (aluminio-magnesio-silicio), 6060, 6061, 6063, 6103, 6082, ... (Con tratamientos térmicos T4, T5, T6, etc.)

En los últimos 10 años, China ha realizado un gran número de instalaciones de fabricación, pasando de producir el 10% al 40% del aluminio global en la actualidad. Los fabricantes tienen incentivos a la exportación lo que les permite poder trabajar con niveles de precios muy competitivos a nivel global.

2.6.1 PERFILES DE ALUMINIO

Los perfiles de aluminio extruido son elementos procesados que se pueden integrar para formar puertas, ventanas, estructuras de fachadas, fachadas laminadas ligeras, etc. Proporcionando al proyectista un sistema único que combina la libertad del diseño con la funcionalidad. (ALUMINIOS PFK, s, f:10)

Los perfiles de aluminio han revolucionado la arquitectura moderna, ya que pueden ser usados en múltiples formas tanto en interiores como en exteriores y bajo condiciones climáticas diferentes, donde el aspecto y la durabilidad desempeñan un papel importante, además ha permitido el desarrollo de otras industrias como la iluminación, decoración, refrigeración entre otras. (ALUMINIOS PFK, s, f:10)

2.6.2 PROCESO DE FABRICACIÓN DE LOS PERFILES DE ALUMINIO

2.6.2.1 Calentamiento



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

2.6.2.2 Extrusión

Es un proceso en caliente (480 ~ 550 °C), en el cual el metal sólido (cilindro de extrusión), es forzado mediante una presión hidráulica a través de una matriz. Inmediatamente, el perfil extruido es tomado por un estirador que lo endereza y lo mantiene en su medida para su posterior corte. 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.

2.6.2.3 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.

2.6.2.4 Acabados

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

2.6.2.5 Temple

El templeado 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. (ALUMINIOS PFK, s, f).

2.6.3 PERFILERÍA

La extrusión es el proceso por el que se fabrica el perfil propiamente dicho, el tocho se calienta en horno aproximadamente a 500° C y una vez dicha temperatura está estabilizada pasa a la extrusora donde, empujado por un cilindro hidráulico de capacidad de empuje que varía entre 900 y 2500 toneladas pasa a la matriz propiamente dicha, como el material a esa temperatura está en estado semi-líquido, adopta la forma de la matriz, dando origen al perfil. (Cadena, 2010).

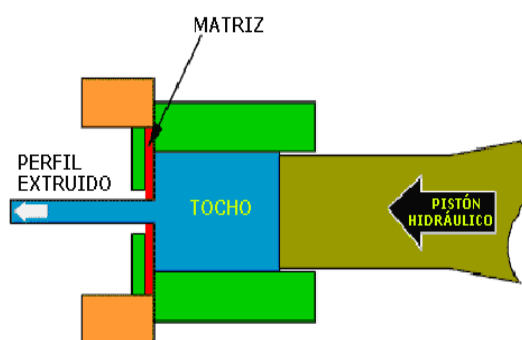


Figura 5: Extrusora

Camarero de la torre y Martínez (2003), También hacen referencia a que todo el proceso de elaboración y producción comienza en la mesa de diseño. Es allí donde la extrusión adquiere forma y se le incorporan diferentes funcionalidades para un mejor ensamble, un trabajo mínimo de acabado y un montaje más sencillo. Para lograr el mejor diseño y especificaciones en un perfil de aluminio es importante conocer y considerar los conceptos básicos de diseño. Un diseño de extrusión creativo con funciones incorporadas simplifica la siguiente etapa y reduce los costos. Existen tres tipos de perfiles, los sólidos, tubulares, semi-tubulares:

2.6.3.1 Los perfiles sólidos

Son aquellos cuya sección transversal no tiene vacío ninguno, está totalmente circunscrito por el metal.

En escaso, generalmente la matriz es constituida de un disco de acero que tiene la(s) apertura(s) con la forma del perfil.



Figura 6: Perfil sólido

2.6.3.2 Los perfiles tubulares.

Son aquellos cuya sección transversal tiene al menos un vacío totalmente circunscrito por metal. Los perfiles tubulares son fabricados con la utilización de una matriz que tiene un mandril fijo con la forma interna del perfil acoplado a un disco de acero (matriz) con la forma externa del perfil deseado. Entre el mandril y la matriz hay una holgura que da origen al perfil tubular extruido.

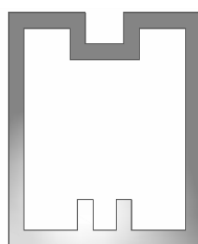


Figura 7: Perfil tubular

2.6.3.3 Perfiles Semi-tubulares.

Son aquellos cuya sección transversal tiene vacíos parcialmente circunscritos por metal y obedecen a la relación área por apertura. Generalmente las matrices necesarias

para la producción de este tipo de perfil son más complejas y frágiles.

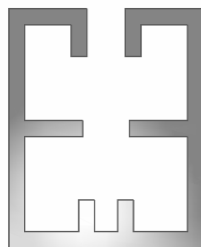


Figura 8: Perfil Semi - tubular

Estos tipos de perfiles permiten acoplarse entre sí para poder ser utilizados en la fabricación de ventanas y puertas en edificios residenciales y comerciales, en estructuras de viviendas y edificios prefabricados, en materiales para tejados y revestimientos exteriores, muros cortina, fachadas de locales comerciales, etc.

2.7 PRINCIPALES VENTAJAS DEL ALUMINIO

2.7.1 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. (The Aluminum Association, 2005)

2.7.2 RESISTENTE A LA CORROSIÓN

Una de las principales razones para elegir el aluminio y sus aleaciones en aplicaciones para la construcción es su alta resistencia a la corrosión. Si bien el aluminio es un metal muy activo desde el punto de vista químico, su comportamiento se estabiliza por la formación de una película protectora de óxido en la superficie. En general, esta película es estable en soluciones acuosas con pH entre 4,5 y 8,5. No

obstante, se deben efectuar consideraciones adicionales si el pH excede estos límites o si el entorno contiene cloruros. (CEN, 2004)

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.

2.7.3 FACILIDAD DE TRABAJO

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

2.7.4 ANTIMAGNÉTICO Y NO PRODUCE CHISPAS

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

2.7.5 APARIENCIA NATURAL AGRADABLE - VARIEDAD DE ACABADOS

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

2.7.6 FÁCIL DE MANTENER

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

2.7.7 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.

2.8 ESTUDIO DEL MERCADO DE PERFILES DE ALUMINIO

2.8.1 BIENES Y SERVICIOS

La presente investigación consiste en la fábrica de perfiles de aluminio, en diferentes medidas, como 11/2"x11/2"x6m, 2'x1'x6m, se consideró estas medidas porque son más utilizadas para la construcción de puertas, ventanas, techos, entre otros.

2.8.2 MERCADO DE PERFILES DE ALUMINIO

Para la presente investigación, el mercado actual está conformada por 1 276 888 habitantes con una densidad familiar de 3 a 5 (según la Reniec 2018) que consiste en 2,15% de tasa de crecimiento.

Según el estudio realizado en la ciudad de Puno no existe una empresa dedicada a la fábrica de perfiles de aluminio. Los perfiles de aluminio son transformados en la ciudad de Lima a partir de Aluminio reciclado y distribuidos en las diferentes ciudades del Perú.

La materia prima con la que se abastece estas fábricas de la capital son enviadas de las provincias. En ese sentido se plantea esta propuesta que será de mayor utilidad para la Región de Puno, en especial a la ciudad de Puno. Así también brindara mayor empleo a su población.

2.9 COSTOS DE INSTALACIÓN Y PRODUCCIÓN

Tabla 1: Costos de Instalación y Producción

RUBROS	PRECIO \$	PRECIO S/
TERRENO	40 000.00	131 200.00
INFRAESTRUCTURA		70 000.00
MAQUINARIAS Y EQUIPOS		15 000.00
ACCESORIOS PARA LA FUNDICIÓN		1000.00
OTROS		500.00
TOTAL		217 700.00

Fuente: El autor

2.9.1 INFRAESTRUCTURA

Para la presente fábrica se necesitará un área de 14 625m² (65m x 225m). Y está dividida según la necesidad y parámetros de una planta de fabricación de perfiles de aluminio.

2.9.2 RANKING DE LOS PRINCIPALES PAÍSES PRODUCTORES

DE ALUMINIO A NIVEL MUNDIAL EN 2018 (EN MILES DE TONELADAS MÉTRICAS)

En el año 2018 el país con mayor producción de aluminio es China con 33 mil millones de toneladas métricas, seguido de India, Rusia, Canadá, Emiratos Árabes, Australia Noruega, Baréin, Estados Unidos, Islandia, Brasil.

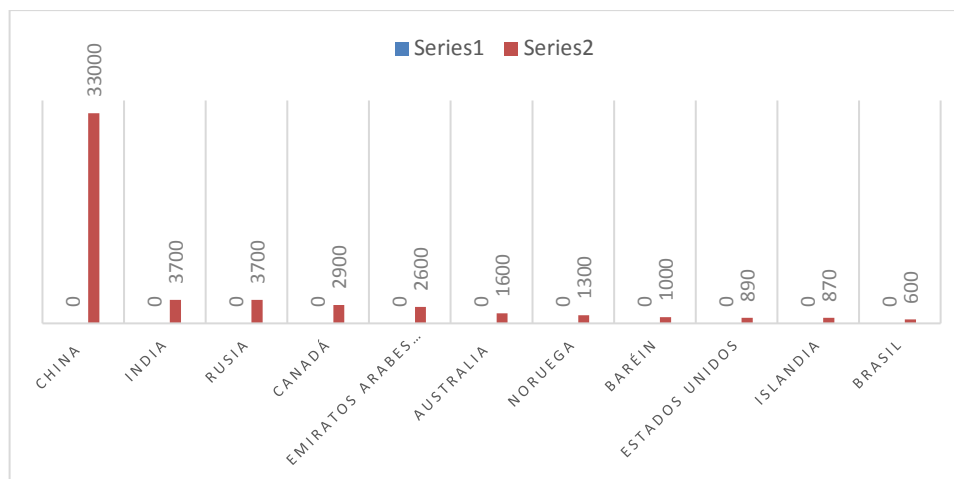


Figura 9: Ranking de países productores de aluminio

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA

La fábrica estará ubicada en la ciudad de Puno, precisamente en Alto Puno, porque esta zona es la más adecuada según los estudios realizados, facilita el posible transporte de la mercancía a la ciudad de Juliaca, puesto que este último es la ciudad comercial, podemos decir lo mismo que la ciudad de Puno, entre otros.

Departamento : PUNO

Provincia : PUNO

Distrito : PUNO

3.2 PERIODO DE DURACIÓN DEL ESTUDIO

El presente trabajo de investigación tuvo una duración de seis meses desde enero a junio del año 2018, interviniendo mi persona y algunos especialistas de la Metalurgia transformativa.

3.3 MATERIALES PARA LA INSTALACIÓN DE LA FÁBRICA

Se busca consolidar como una empresa pionera y multidisciplinaria al ofrecer una gama de productos tan variada tratando en lo posible de abarcar los sectores más influyentes en la región y en el país. Al hablar de equipos son muy variados por la complejidad de masificar los productos que conforman la cartera, pero partiendo de la primicia de combinar productos que son obtenidos por procesos similares para finalmente conformarlos en el almacén de ensamblaje permite orientar como desarrollar y seguir la línea de producción y definir aquellos equipos fundamentales para la fábrica.

Para la realización de trabajos experimentales se emplearon los siguientes equipos y materiales:

- Horno de fundición
- Gas propano
- Reciclaje de Aluminio
- Barras de Aluminio
- Extrusora
- Prensa

Tabla 2: Maquinarias y equipos necesarios para la fabricación de cada producto seleccionado

SECTOR	PRODUCTO	EQUIPOS
Construcción	Techos de aluminio	Maquina laminadora de aluminio
		Sierra de corte
		Prensa hidráulica
	Perfiles para puertas y ventanas	Hornos de endurecimiento por envejecimiento
		Cintas transparentes
		Tocho de aluminio de calefacción con horno caliente corte de registro
	Mesa de medición con estiradora rotativa	

Fuente: El autor

3.4 SERVICIOS BÁSICOS

La presente fábrica requiere de 03 servicios básicos, las cuales son los servicios de electricidad, agua potable y la comunicación telefónica.

3.5 METODOLOGÍA

3.5.1 MODALIDAD Y TIPO DE INVESTIGACIÓN

El presente trabajo de investigación se caracteriza por ser:

3.5.1.1 Investigación descriptiva

Porque nos permitirá conocer la situación actual de interés de la muestra con la cual vamos a realizar el estudio correspondiente

3.5.1.2 Investigación correlacional

Determina el grado de relación que existe entre una misma muestra.

3.5.1.3 Investigación experimental

Se enfoca en ejecución y control del proceso orientado a conocer y explicar el proceso de instalación y fabricación de perfiles de aluminio en la transformación se utiliza tecnología de nivel de comercial.

3.6 POBLACIÓN Y MUESTRA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

3.6.1 POBLACIÓN

“La población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones” (Selltiz, Jahoda, Deutsch y Cook, 1976).

La población de la ciudad de Puno consiste de 244 285 habitantes.

Tabla 3: Población

Lugar de Residencia Perú: Departamento Provincia Distrito Extranjero: Continente	Ubigeo RENIEC	Total	Menores de edad (De 0 a 17 años)		Mayores de Edad (18 a más años)			
			Total	Hombre	Mujer	Total	Hombre	Mujer
Total Población Identificada		34,894,246	10,566,360	5,379,828	5,186,532	24,327,886	12,088,653	12,239,233
En el Territorio Nacional		33,876,841	10,494,651	5,343,608	5,151,043	23,382,190	11,656,997	11,725,193
Región Puno		1,276,888	384,420	195,611	188,809	892,468	441,632	450,836
Provincia Puno		244,285	67,474	34,407	33,067	176,811	87,542	89,269
Puno	200101	145,120	43,097	22,083	21,014	102,023	51,078	50,945
Ácora	200102	24,412	5,752	2,874	2,878	18,660	9,439	9,221
Atuncolla	200103	5,655	1,764	889	875	3,891	1,919	1,972
Capachica	200104	10,144	2,038	1,024	1,014	8,106	3,923	4,183
Coata	200105	8,053	2,535	1,320	1,215	5,518	2,536	2,982
Chucuito	200106	8,436	1,614	790	824	6,822	3,205	3,617
Huata	200107	3,720	1,018	502	516	2,702	1,304	1,398
Mañazo	200108	5,910	1,767	924	843	4,143	1,982	2,161
Paucarcolla	200109	5,192	1,226	623	603	3,966	1,951	2,015
Pichacani	200110	6,902	1,752	869	883	5,150	2,456	2,694
San Antonio	200111	1,562	468	253	215	1,094	540	554
Tiquillaca	200112	2,760	485	251	234	2,275	1,075	1,200
Vilque	200113	3,192	849	449	400	2,343	1,146	1,197
Platería	200114	7,911	1,800	894	906	6,111	3,054	3,057
Amantani	200115	5,316	1,309	662	647	4,007	1,934	2,073

Fuente: RENIEC (2018)

3.6.2 MUESTRA

Para determinar la muestra es necesario usar la siguiente formula:

$$n = \frac{z^2 \cdot p \cdot q \cdot N}{E^2(N-1) + Z^2 \cdot p \cdot q}$$

$$n = \frac{1.96^2 \cdot 0.5 \cdot 0.5 \cdot 244\,285}{0.1^2(244\,285-1) + 1.96^2 \cdot 0.5 \cdot 0.5}$$

$$n = 96,01$$

Donde:

n = Tamaño de la muestra

Z = Nivel de confianza

p = Proposición de la población considerada en el estudio

q = Proposición de la población no considerada en el estudio

N = Tamaño de la población

E = Margen de error máximo esperado

Tabla 4: Variables de la Muestra

DETALLES	NIVEL DE CONFIANZA	PROBABILIDAD DE:		POBLACION TOTAL	ERROR MAXIMO ESPERADO	MUESTRA TOTAL
		ACEPTAR	RECHAZAR			
VARIABLES	Z	P	Q	N	e	N
VALORES	1.96	50%	50%	244 285	10%	96,01

Fuente: El autor

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 PROCESO DE FABRICACIÓN DE LOS PERFILES DE ALUMINIO

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.

Los que a continuación pasarán por el proceso de extrusión

4.1.1 HOMOGENIZADO

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

4.1.2 CALENTAMIENTO

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

4.1.3 EXTRUSIÓN

La extrusión es el proceso por el cual se fabrica el perfil propiamente dicho. Los lingotes de aluminio son calentados a altas temperaturas ($480 \sim 550^{\circ}\text{C}$) 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 control de calidad

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.

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.

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 vacío totalmente cerrados por aluminio.

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

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. (The Aluminum Association, 2005)

- **Enderezado** Proceso que se somete a los perfiles de aluminio para ponerlos rectos.
- **Corte** Dividir a los perfiles según las especificaciones de cada tipo de perfil de aluminio a ser comercializado.
- **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.
- **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.

4.4 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 cual es fijada al calor. (En horno)
- **Anodizado Industrial** Proceso electrolítico de oxidación mediante el cual se incrementa la capa de óxido 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.

4.5 TEMPLE

El templeado 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.

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.

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.

4.6 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

4.6.1 PERFILES PARA PUERTAS Y VENTANAS

Inicialmente la planta producirá una cierta cantidad de perfiles de aluminio, para introducir al mercado. El tipo de matriz utilizado en la prensa de estrujado determina la forma y calidad de los perfiles, es importante que estas matrices sean producidas por un equipo de herramientas de buena calidad. La extrusión consiste en hacer pasar un tocho de aluminio precalentado (450-500°C) a alta presión (1600-6500 toneladas) dependiendo del tamaño de la prensa) a través de una matriz, cuya abertura corresponde al perfil transversal de la extrusión. La velocidad de la prensa de extrusión (normalmente entre 5 y 80 m/min) depende de la aleación y de la complejidad del perfil.

Las principales partes de la prensa, son el contenedor donde se coloca el tocho para extrusión bajo presión, el cilindro principal con pistón que prensa el material a través del contenedor, la matriz y el portamatriz. Cuando el perfil abandona la prensa, se desliza sobre una bancada donde se le enfría con aire o agua, en función de su tamaño, forma, la aleación involucrada y las propiedades requeridas. Para obtener perfiles de aluminio rectos y eliminar cualquier tensión en el material, se les estira. Luego, se cortan en longitudes adecuadas y se envejecen artificialmente para lograr la resistencia apropiada. El envejecimiento se realiza en hornos a unos 190°C entre 4 a 8 horas. Le sigue una verificación final y la extrusión está lista para su tratamiento posterior (mecanizado

y/o acabado superficial) o entrega al cliente. El tocho es calentado (aproximadamente a 500°C, temperatura en que el aluminio alcanza un estado plástico) para facilitar su paso por la matriz, y es introducido en la prensa.

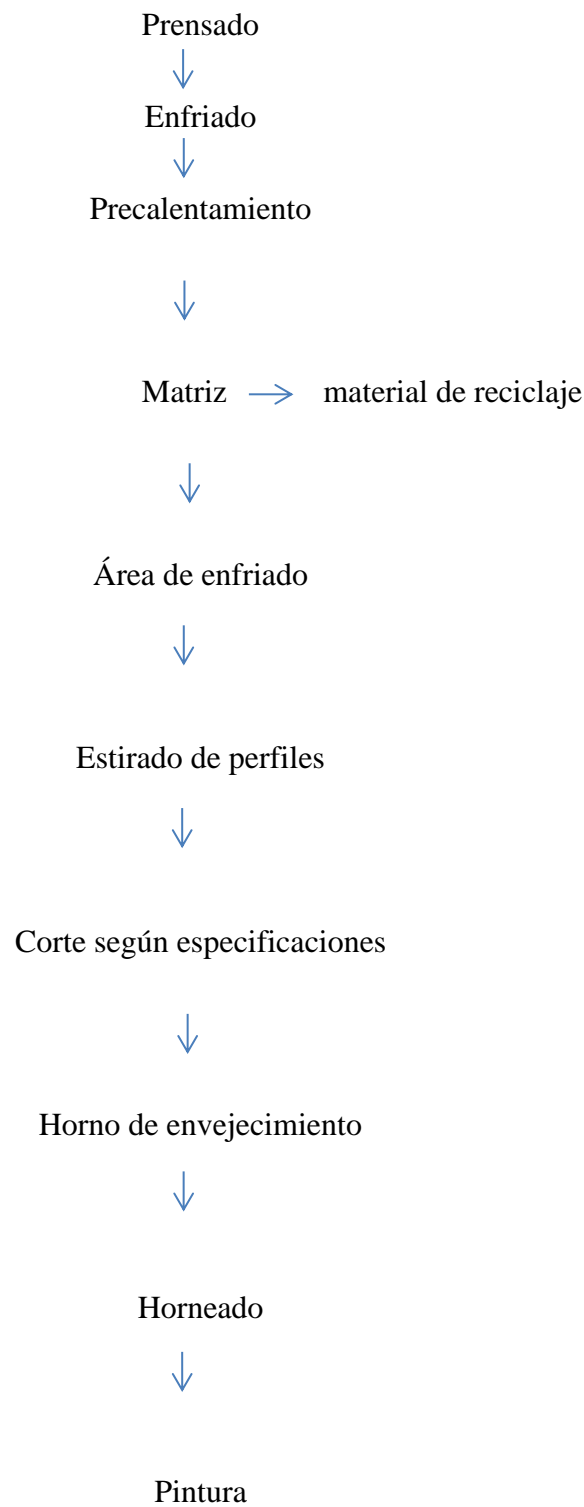
Una vez culminado el proceso de transformación del aluminio primario en perfiles de diferentes tamaños y formas, se continúa el proceso de transformación hasta fabricar productos terminados y listos para el consumo.

4.6.2 DIAGRAMA DE PROCESO

Se dispone una serie de maquinarias y equipos dentro de sus instalaciones, donde se realizan tratamientos de metales con el fin de darle formas adecuadas para su uso tanto estructural como por piezas para conformar el producto de los cuatro sectores que se estarán abarcando inicialmente.

Cilindro de 8"

Almacén de rodillos



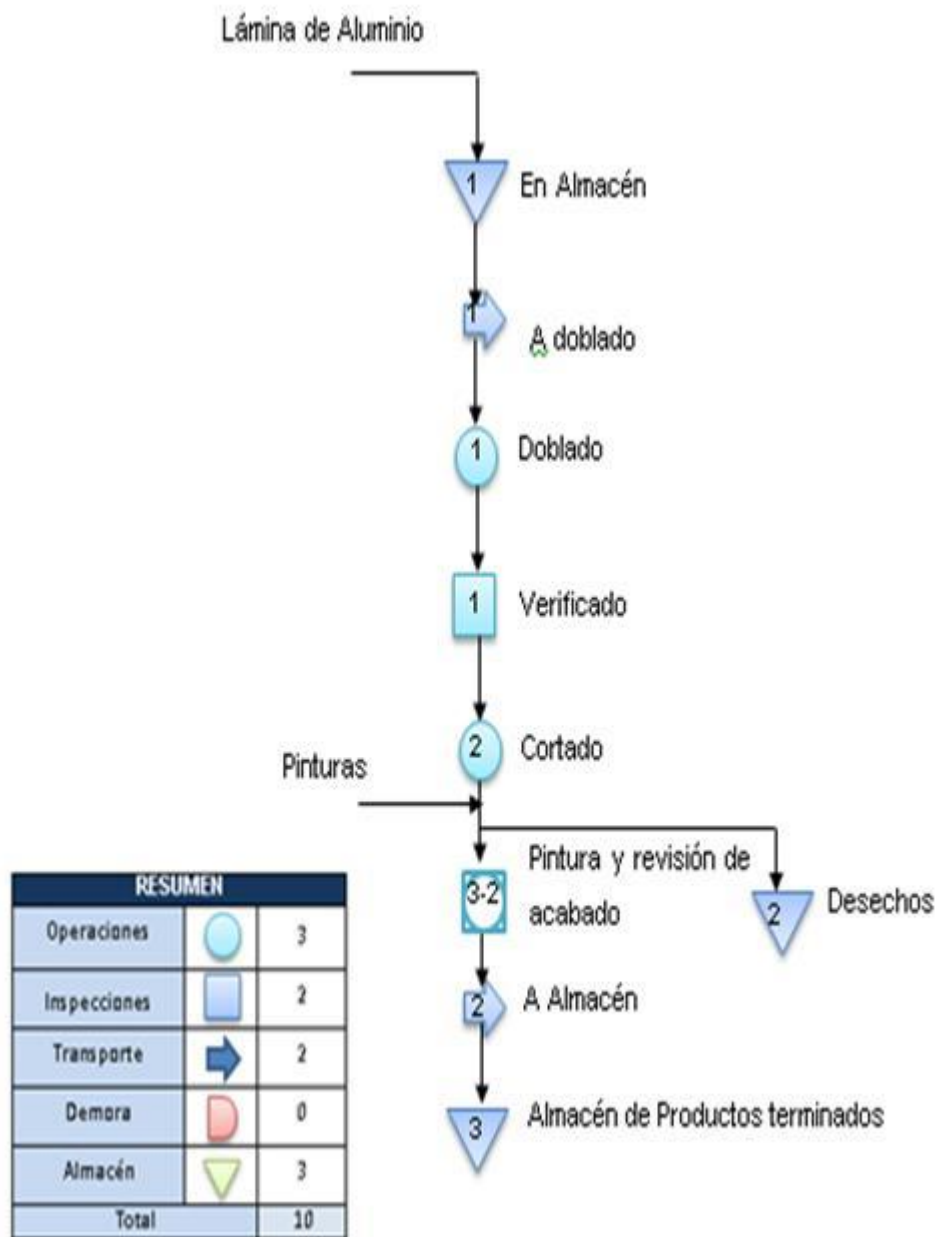


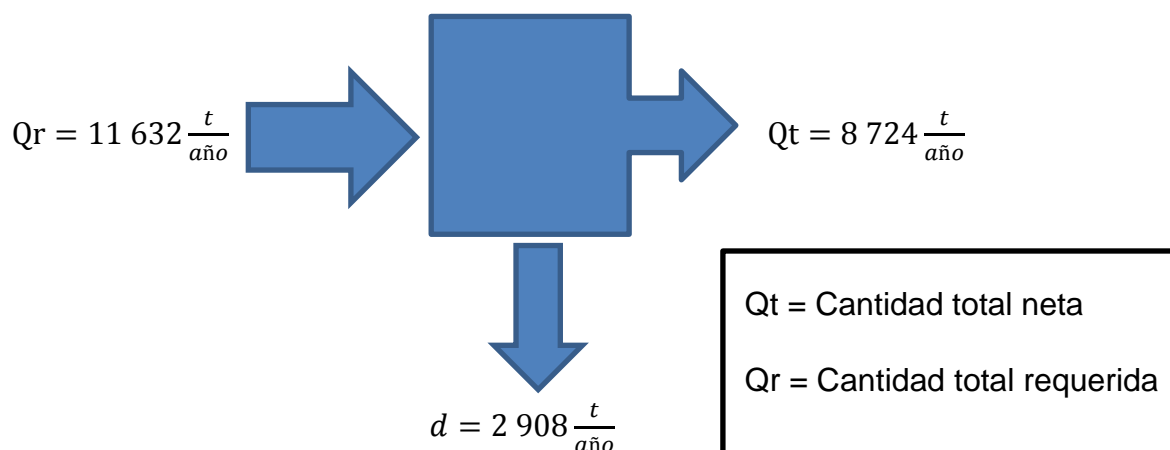
Tabla 5: Resumen de producción por turno

Capacidad Instalada	1 Turno	2 Turnos	3 Turnos
Producción Neta (t)	2, 285	4, 985	8, 724
Desecho (t)	762	1, 662	2, 908
Producción Bruta (t)	3, 046	6, 647	11, 632

Fuente: El autor

CÁLCULO DE LA CANTIDAD TOTAL A PRODUCIR

Representación esquemática de la capacidad de Producción



Cálculo de las horas disponibles por año

$$H \text{ año} = 46 \frac{\text{semanas}}{\text{año}} \times \frac{\text{dias}}{\text{semanas}} \times \frac{\text{turnos}}{\text{dia}} \times \frac{h}{\text{turno}}$$

$$H \text{ año} = 46 \frac{\text{semanas}}{\text{año}} \times 7 \frac{\text{dias}}{\text{semanas}} \times 3 \frac{\text{turnos}}{\text{dia}} \times 8 \frac{h}{\text{turno}}$$

$$H \text{ año} = 7\,728 \frac{\text{horas}}{\text{año}}$$

Cálculo de la cantidad requerida horaria

$$Qr h = \frac{Qr}{H \text{ año}}$$

$$Qr h = \frac{11\,632 \frac{t}{\text{año}}}{7\,728 \frac{h}{\text{año}}}$$

$$Qr h = 1\,505 \frac{t}{h}$$

Factor de utilización (tasa de utilización)

FU = Disponibilidad (%) x Efectividad (%)

$$FU = 0.75 \times 0.95$$

$$FU = 0.7125$$

Calculo de la cantidad requerida real (ajustada)

$$Qr h \text{ ajustada} = \frac{Qr h}{FU}$$

$$Qr h \text{ ajustada} = \frac{1\,505 \frac{t}{\text{año}}}{0.7125}$$

$$Qr h \text{ ajustada} = 2\,112 \frac{t}{h}$$

Para determinar la cantidad requerida se consideró aspectos y criterios como:

Disponibilidad= 75%

Efectividad = 95%

Distribución de Planta

Este problema de ordenación, evidentemente técnico, reconoce además la importancia del elemento humano como parte del sistema, por lo cual, hace necesaria la consideración de la gente, en todos los niveles de la organización, y que éstos deben comprender, desear y emplear las estrategias de distribución en planta para alcanzar, junto a las directrices gerenciales, el éxito de las operaciones del sistema productivo.

Se busca hallar una ordenación de las áreas de trabajo y el equipo, que sea la más económica para el trabajo, al mismo tiempo que sea la más segura y satisfactoria para los empleados. Las ventajas de una buena distribución en planta se traducen en reducción del costo de fabricación, como resultado de alcanzar los beneficios de los siguientes objetivos:

- Reducción del riesgo para la salud
- Aumento de la seguridad de los trabajadores.
- Elevación de la moral y la satisfacción del obrero.
- Incremento de la producción.
- Disminución de los retrasos en la producción.
- Ahorro de área ocupada.
- Reducción del manejo de materiales.
- Una mayor utilización de la maquinaria, de la mano de obra y de los servicios.
- Reducción del material en proceso.
- Acortamiento del tiempo de fabricación.
- Reducción del trabajo administrativo, del trabajo indirecto en general.
- Logro de una supervisión más fácil y mejor.
- Disminución de la congestión y confusión.

- Disminución del riesgo para el material o su calidad.
- Mayor facilidad de ajuste a los cambios de condiciones.

Como se muestra en la Figura, ocupando un área industrial un área de 600 m², la edificación en general contempla, salas administrativas, almacenes, talleres, baños y espacio para ampliar las líneas de producción y diversificar los productos finales.

El área del galpón metal-mecánico donde se desarrollará y dará vida a la planta de perfiles contará con un espacio físico de 14 625m² (65m x 225m), cabe resaltar que estas medidas con las mismas del trabajo del espacio para el proceso de operación de conformado.

Se establece que la planta contará con: Área de oficinas, Área de Enfermería, Almacenes, Maquinarias y Equipos, Baños y Vestidores.

Tabla 6: Descripción y especificaciones de las áreas

AREAS	ESPECIFICACIONES
OFICINAS	Con un área de 123,5m ² distribuidas en 4 oficinas de 30m ² para uso 3 oficinas más de 5m ² aproximadamente.
ENFERMERIA	Con un área total de 20m ² (5m x 4m)
CONTROL DE CALIDAD	Contará con un área de 64m ² (8m x 8m), y con una oficina interna con un área de 20m ² .
MANTENIMIENTO	Tiene un área de 12m ² (4m x 3m), al lado se encuentra la oficina con un área de 15m ² (5m x 3m) aproximadamente.
LIMPIEZA	Un cuarto disponible para almacenar productos y equipos de limpieza. Este cuarto tiene un área de 3m ² .

Fuente: El autor

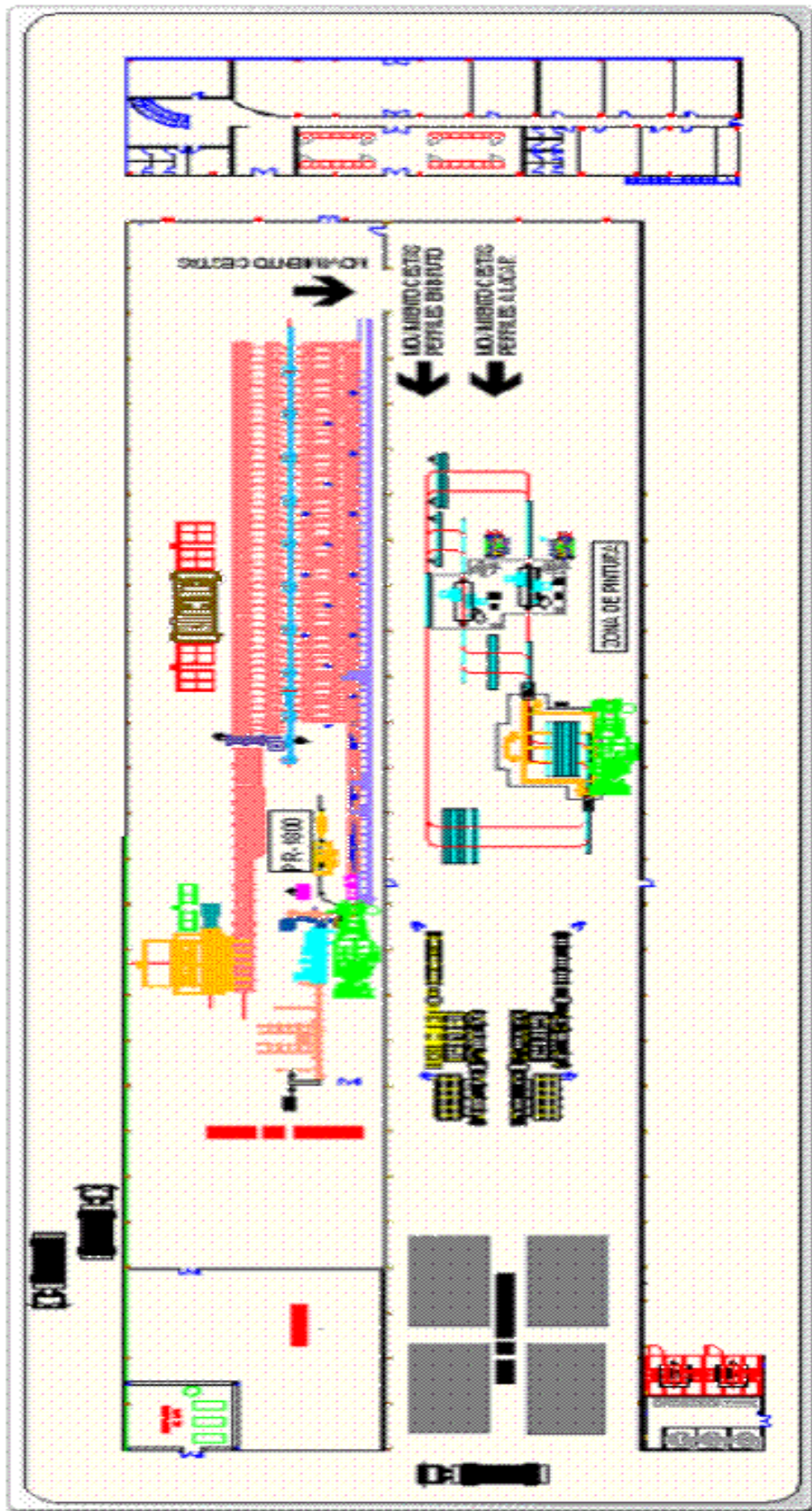


Figura 10: Planta de Extrusión para Perfiles de Aluminio

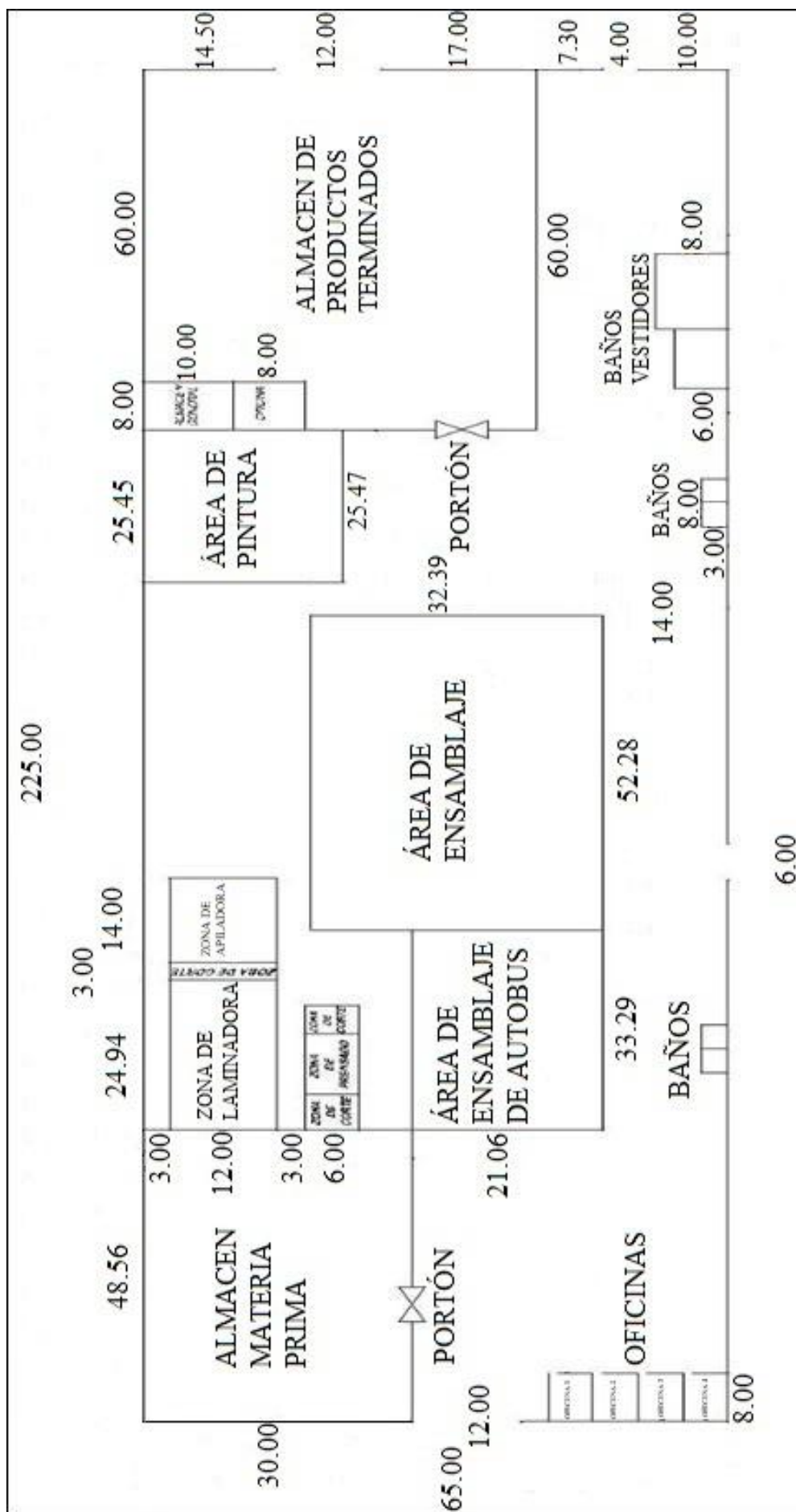


Figura 11: Distribución de Taller Metal-mecánico

4.7 ÁREAS DE PLANTA

En el presente capítulo se expone la descripción del diseño, procedimientos, importancia de su desarrollo y sustentabilidad, aspectos claves que fundamentan la necesidad y beneficios que presenta el presente trabajo de investigación.

4.8 DISEÑO QUE SE PROPONE

Destacando primeramente que el área donde se desarrollará la operación de conformado contará con un espacio físico de 14 625m² (65m x 225m), para sus inicios se especula que este tamaño es idóneo para una empresa pionera en este tipo de productos a desarrollarse en el país. De igual manera, con la convicción de poder desarrollar a futuro nuevos proyectos de mayor envergadura y que complementen las Empresas de Producción Social.

Es de vital importancia, para el funcionamiento óptimo y organizado de dividir por áreas de trabajo, de esta manera se puede trabajar en armonía y cumpliendo en total cabalidad cada parte o pieza del producto para finalmente ser ensamblado para su comercialización, por tanto, se propone trabajar con las siguientes áreas de producción:

Áreas de Oficinas: Contarán con 40m² aproximadamente, serán áreas funcionales y de estilo propio, dependiendo de su función dentro de la planta y la cantidad de personas que trabajarán dentro del mismo cuarto. Las mismas pueden ser abiertas, cerradas, integradas y con mobiliarios y equipos, siempre respetando las condiciones óptimas para el trabajador.

Áreas de Enfermería: Con un área total de 20m² (5m x 4m). Destinadas para promover y brindar un cuidado directo a los trabajadores en el caso de presentarse algún accidente, irregularidad o siniestro laboral. De igual manera ofrecer cuidados orientados

a la prevención de este tipo de situaciones. En base a la planificación también realizará evaluación de los objetivos y metas alcanzadas, en relación a brindar y asegurar una calidad del servicio.

Área de Almacén de Materias Primas: contará con un área aproximada de 359,68m² destinado exclusivamente para resguardar los materiales involucrados en el proceso (en este caso; cilindros de aluminio para extrusión, rollos de láminas de aluminio liso y chasis para minibús)

Áreas de Producción: permiten un flujo lógico y fácil del material una vez que todos los equipos estén instalados, estas áreas no estarán directamente expuestas a las condiciones exteriores o ambientales, las paredes de división interna podrán estar elaboradas en aluminio con paneles de vidrios para la fácil supervisión de las actividades de producción. Según los equipos de producción se necesitará energía unifásica/trifásica, gas, aire comprimido, agua, salidas de drenaje.

Área de Ensamblaje: será de un tamaño aproximado de 309,35m² representa una de las funciones más importantes dentro de la planta, porque se unen todas las piezas y componentes fabricados junto con los implementos que entran durante el proceso productivo para finalmente obtener alguno de los productos que ofrecerá la empresa (Techos de aluminio, perfiles para puertas y ventanas, sillas de ruedas, camillas tipo cuchara, andaderas, bates, arcos de futbol, bancas de aluminio y minibuses).

Área de Pintura: finalizados los productos serán dispuestos en esta área para su respectiva capa de pintura, decoración e identificación del producto, se contará con los equipos especializados según las exigencias y forma del mismo.

Área de Almacén de productos terminados: en el caso de esta área contará con un espacio aproximado de 225,3m² cabe destacar que se dispondrá de mobiliarios y estantes con separación entre sí de 4m para la correcta circulación de carros para la movilización de los productos. En la parte posterior de este almacén esta un portón de 12m de ancho y 5m de alto, que permitirá cómodamente el despacho de los productos terminados.

Almacén General: Tiene un área total de 279m² (27,9m x 10m), en ésta se almacenan insumos, materiales, repuestos y demás artículos necesarios para el funcionamiento de la planta en estantes. Dentro de la misma se puede disponer de una oficina de 20m² (5m x 4m) para la atención y control de insumos solicitados.

Baños y vestidores: dispuestos a lo largo de la fábrica para cubrir con los espacios y necesidades de los trabajadores, e igual brindar comodidad para el aseo y cambios de uniformes durante la jornada laboral. Los baños contarán con lavamanos, urinarios, excusados y duchas, divididos por paneles de aluminio dando privacidad a los cubículos.

4.9 FACTIBILIDAD TÉCNICA DEL PROYECTO

La factibilidad del proyecto se ve evidenciada en varias premisas, las cuales implican a su vez un nivel de importancia que va demarcando en diversos aspectos cuan factible resulta la fábrica:

Factibilidad Técnica: en esencia se propone la instalación y puesta en marcha de una fábrica para la transformación de aluminio primario en productos terminados, y que promete múltiples beneficios que se estarán generando con la implantación de un nuevo modelo productivo, considerando también que estará integrada de manera eficiente y eficaz favoreciendo a proyectos de índole social.

Factibilidad de Recurso Humano: La región Puno es identificado nacionalmente como una zona productiva-minera, con personal capacitado en diversas áreas, por tanto, existe el recurso humano eficaz, necesario para la empresa, y que por medio de la contratación de mano de obra directa e indirecta puede ejercer un rol importante en este trabajo de investigación.

V. CONCLUSIONES

PRIMERA:

Definitivamente la instalación de una microempresa fortalece la economía local al ampliar las actividades de comercio y de producción, aportando de manera positiva a la riqueza local o del lugar en que se desarrollan actividades financieras y crecen nuevas microempresas.

SEGUNDA:

La población de la ciudad de Puno prefiere puertas, ventanas y techos de perfiles de aluminio, para hoteles, edificios, oficinas, entre otros; puesto que tiene una mejor estética. El uso de tecnología innovadora en una microempresa de producción, además de mejorar y facilitar el trabajo operativo, garantiza la calidad del producto, en este caso para que el terminado del marco de ventana sea el más perfecto. Además, es importante recalcar que para este proceso de producción no se requiere de una maquinaria altamente sofisticada, por tanto, se puede adquirirla a través de proveedores cercanos.

TERCERA:

El tamaño de la planta está distribuido en un área que será de 14 625 m² (65m x 225m), en ella consiste las oficinas de 123,5 m², enfermería que será de 20 m², control de calidad que será de 64 m², el área de mantenimiento será de 27 m², limpieza que será de 3 m². El impacto económico, con un nivel de valoración medio positivo, es orientador significativo para la puesta en marcha de este trabajo de investigación. La movilidad de la economía local, Manejo técnico en la combinación de recursos. Generación de fuentes de empleo, Posibilidad de expansión comercial; constituye fundamentos de este contexto y proporciona pautas de creación de una nueva microempresa.

CUARTA:

Una parte esencial y muy importante de una organización es su Recurso Humano, que en este caso es la mano de obra que está directamente relacionada con la fabricación del producto, lo que determina además su calidad y por ello se constituye en un recurso indispensable que debe valorarse en todo aspecto.

QUINTA:

Los costos de instalaciones varían, sin embargo, haciendo un minucioso estudio, el costo será de S/ 217 000.00 (doscientos diecisiete mil y 00/100 nuevos soles) y la producción también varían. Los indicadores financieros y económicos tales como el valor actual neto, la tasa interna de retorno, el período de recuperación de la inversión y el beneficio costo; determinan precisamente la factibilidad financiera de este proyecto y se convierte en un motivador de inversión.

VI. RECOMENDACIONES

PRIMERA:

Una microempresa que dinamice o fortalezca la economía debe estar constituida por la experiencia de microempresarios y conocimientos técnicos deben asegurar la prosperidad y el horizonte de desarrollo; de igual forma la persona que esté a cargo de la gerencia y liderazgo de esta unidad económica debe tener suficientes conocimientos técnicos en material empresarial y deben ser de vanguardia de tal forma que fomente su desarrollo.

SEGUNDA:

El proceso de producción no requiere de equipos altamente sofisticados, pero debe estar dispuesto a planes de recambio o adquisición de repuestos y actualización en cuanto a diseños de fabricación, para no quedar en retraso y con niveles de conformismo que pueden acarrear a futuro pérdidas a la microempresa.

TERCERA:

Se determina que, como factores económicos principales, una microempresa debe conservar el uso satisfactorio de los niveles de experiencia de los microempresarios y en el aporte de sus ideas basadas en el emprendimiento, así mismo se debe establecer manejos técnicos de los flujos de efectivo, lo que permite que una entidad se proyecte económicamente al éxito y se mantenga en el mercado.

CUARTA:

Debe considerarse como política de gestión micro empresarial, la capacitación constante a los empleados; especialmente a los responsables de los procesos que necesitan más cuidado en el momento de utilizar la maquinaria.

VII. REFERENCIAS

- AISC (2006). Steel Construction Manual 13th ed., American Institute of Steel Construction, Chicago IL.
- ALUMINIOS PFK (s, f). Aluminios PFK: Catálogos de perfiles. Recuperado de:
<http://www.furukawa.com.pe/PDF/aluminio.pdf>
- Archundias, M. (2015). Diseño y manufactura de un troquel de corte con fines didácticos (Tesis para optar el grado de Ingeniero Mecánico). Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- ASCE (2002) Specification for the design of cold-formed stainless steel structural members, American Society of Civil Engineers, Nueva York NY.
- Askeland, D. y Phule, P. (2004). Ciencia e Ingeniería de los Materiales. Thompson Editores. México.
- Barriga, B. (1990). Métodos de diseño en ingeniería mecánica. PUCP. Perú. BAWA, H. (2006). Manufacturing processes-II. New Delhi: McGrawHill.
- Beer, F. y Johnston, R. (2007). Mecánica de Materiales. Edit. McGraw Hill. México 8. BOLJANOVIC.
- Cadena, S. R. (2010). Estudio de factibilidad para la creación de una microempresa de fabricación de ventanas con perfiles de aluminio en medidas estandarizadas en la ciudad de Otavalo. (Tesis de grado) Universidad Técnica del Norte. Ibarra, México.
- Calvo, C. S. (2015). Hornos utilizados en la fabricación de aleaciones ferrosas y no ferrosas. Recuperado de:

<https://www.google.com/url?sa=i&source=images&cd=&ved=2ahUKEwiQ573a64biAhWjSt8KHXI9AVsQjRx6BAgBEAQ&url=http%3A%2F%2Frevistas.urp.edu.pe%2Findex.php%2FScien tia%2Farticle%2Fdownload%2F388%2F384%2F&psig=AOvVaw3RCIEF9UypevWudMdiy20J&ust=1557229853216661>

Camarero de la Torre, J. y Martínez, A. (2003). Matrices, models y utillajes. S.L. CIE. Inversiones Editoriales DOSSAT-2000. España.

Cavazos, J. L. (1998). Tratamiento Térmico de una Aleación de aluminio 6063. (Tesis de doctorado) Universidad Autónoma de Nuevo León. México.

CEN (2004), Eurocode 9 Design of Aluminum Structures, Comité Européen de Normalisation, Bruselas, Bélgica.

Flores, D. G. (2012). Proyecto de Instalación de una planta de fabricación de ollas repujadas de Aluminio, en la Región Puno. (Tesis de grado) Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.

John Wiley y Sons Nueva York, N.Y.

Maffia, E. (2013). Estructura y propiedades de las aleaciones. Recuperado de: https://www.ing.unlp.edu.ar/catedras/M0624/descargar.php?secc=0&id=M0624&id_inc=2717

Meli P. (2007) Diseño Estructural, Limusa, México D.F.

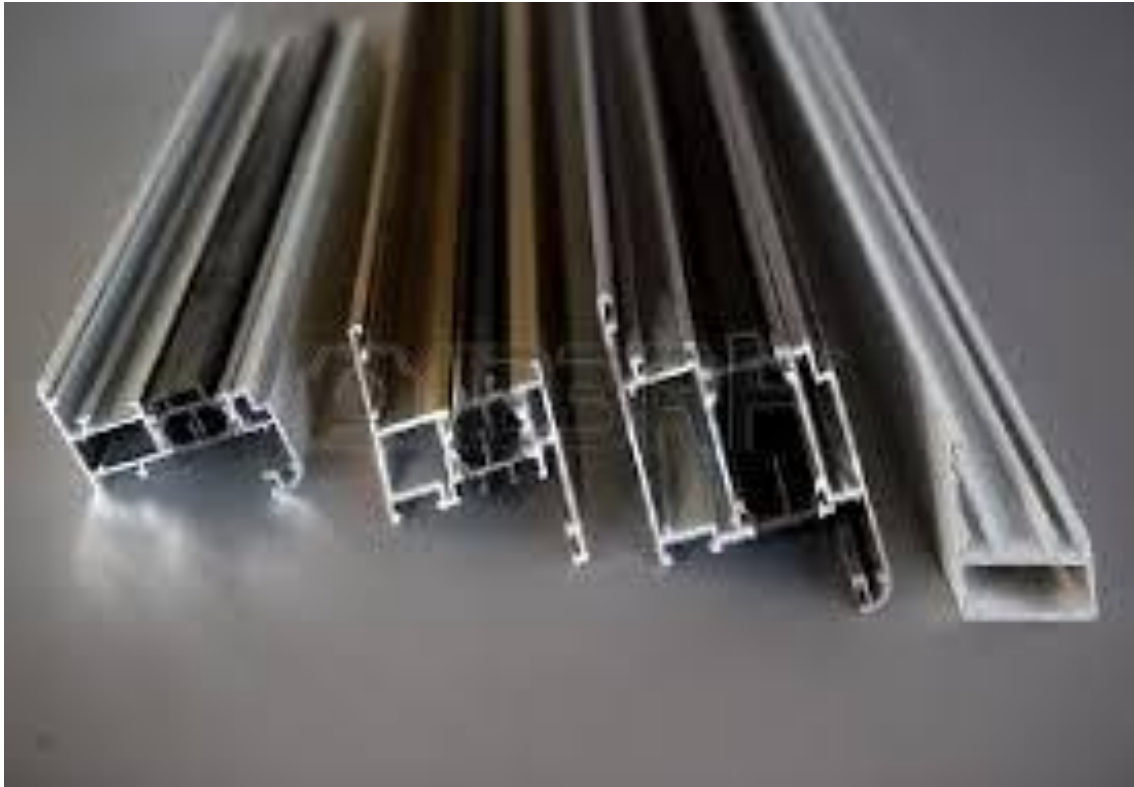
De Buen López de Heredia Oscar (1970), Estructuras de acero comportamiento y diseño, Limusa, México D.F. Clark.

John W. y Rolf Richard L. (1964) Design of Aluminum Tubular Members, ASCE journal of the structural division, Nueva York NY.

- Popov, E. P. (1992). *Introducción a la Mecánica de Sólidos*. Limusa, México: D. F. Kissel J.
- Randolph y Ferry, R. L. (2002), *Aluminum Structures* (2do Ed). The United States: JOHN WILEY & SONS, INC.
- RENIEC (2018). *Registro Nacional de Identificación y Estado Civil*. Lima, Perú.
Recuperado de: <https://portales.reniec.gob.pe/web/estadistica/identificada>
- Selltiz, C., Jahoda, M., Deutsch, M., Cook, S. W. (1976). *Método de la Investigación en las relaciones sociales* (8va Ed). Madrid: RIALP.
- The Aluminum Association (2005). *Aluminum Design Manual*, 1525 Wilson Boulevard, Suite 600, Arlington VA.
- Vukota (2004). *Sheet metal forming processes and die design*. Editorial Industrias Press Inc. New York.

ANEXOS

ANEXO 1: PERFILES DE ALUMINIO



ANEXO 2: TOCHOS



ANEXO 3: PERFILES EN LAS GRADAS



ANEXO 4: PERFILES EN LAS PUERTAS



ANEXO 5: PERFILES EN LAS VENTANAS

