

INDICE GENERAL

| | |
|---|------|
| INDICE GENERAL | IV |
| INDICE DE GRAFICOS | VII |
| INDICE DE FIGURAS | VII |
| INDICE DE TABLAS..... | VIII |
| CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| 1.1. ANTECEDENTES | 2 |
| 1.2. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA..... | 3 |
| 1.3. SOLUCIÓN PROPUESTA | 3 |
| 1.4. OBJETIVOS..... | 4 |
| 1.4.1. Objetivo general..... | 4 |
| 1.4.2. Objetivos específicos | 4 |
| 1.5. RESULTADOS ESPERADOS | 4 |
| 1.6. METODOLOGÍA..... | 5 |
| CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO | 7 |
| 2.1. ALUMINIO | 8 |
| 2.2. CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS | 9 |
| 2.3. ALEACIONES DE ALUMINIO | 9 |
| 2.3.1. ALEACIONES 1XXX | 10 |
| 2.3.2. ALEACIONES 2XXX | 10 |
| 2.3.3. ALEACIONES 3XXX: | 10 |
| 2.3.5. ALEACIONES 5XXX: | 11 |
| 2.3.6. ALEACIONES 6XXX: | 11 |

| | | |
|--|---|----|
| 2.3.7. | ALEACIONES 7XXX: | 11 |
| 2.4. | APLICACIONES | 12 |
| 2.4.1. | ELECTRICIDAD Y TELECOMUNICACIONES | 12 |
| 2.4.2. | TRANSPORTE | 12 |
| 2.4.3. | ENVASES | 14 |
| 2.4.4. | OTROS USOS..... | 15 |
| 2.5. | ALUMINIO RECICLADO | 16 |
| 2.5.1.1. | AHORRO ENERGÉTICO: | 17 |
| 2.5.1.2. | DISMINUCIÓN DEL USO DE LOS RECURSOS NATURALES | 18 |
| 2.5.1.3. | COLABORA EN EVITAR LA UTILIZACIÓN Y SATURACIÓN DE VERTEDEROS | 18 |
| 2.5.1.4. | MINIMIZA LA CANTIDAD DE CO ₂ QUE SE EMITE A LA ATMÓSFERA.. | 18 |
| 2.6. | OBTENCIÓN DEL ALUMINIO SECUNDARIO | 19 |
| 2.6.1. | INSPECCIÓN Y CLASIFICACIÓN | 19 |
| 2.6.2. | PRETRATAMIENTO | 20 |
| 2.6.3. | FUNDICIÓN | 20 |
| 2.7. | IMPRESIÓN 3D..... | 21 |
| 2.7.1. | VENTAJAS DE LA IMPRESIÓN 3D..... | 22 |
| 2.8. | CONFORMACIÓN DE CUERPOS VERDES..... | 23 |
| 2.8.1. | QUÉ ES UN CUERPO VERDE | 24 |
| 2.8.2. | PULVIMETALURGIA | 24 |
| 2.8.3. | MOLIENDA..... | 25 |
| 2.8.4. | COMPACTACIÓN | 25 |
| 2.8.5. | SINTERIZACIÓN..... | 26 |
| CAPÍTULO 3. DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN A LA PROBLEMÁTICA..... | | 27 |

| | |
|---|----|
| 3.1. MATERIALES UTILIZADOS | 28 |
| 3.2. PROCESOS DE MEZCLA | 28 |
| 3.2.1. TABLAS CON COMPOSICION QUIMICA..... | 28 |
| 3.2. PROCESO DE FORMACIÓN DE CUERPOS VERDE | 31 |
| 3.3. SINTERIZACIÓN..... | 32 |
| 3.4 Caracterización..... | 38 |
| 3.4.1. Caracterización física (densidad Arquímedes)..... | 38 |
| 3.4.2. CÁLCULO DE LA DENSIDAD RELATIVA POR MÉTODO GEOMÉTRICO | 40 |
| 3.4.4. Caracterización microestructural..... | 42 |
| 3.4.5. Caracterización Mecánica. | 43 |
| 3.5. ENSAYO DE MICRODUREZA | 43 |
| CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE RESULTADOS..... | 46 |
| CONCLUSIONES..... | 61 |
| CAPÍTULO 5. REFERENCIAS | 62 |
| Referencias | 63 |
| ANEXO 1: Dimensionamiento de las muestras | 65 |
| ANEXO 2: DENSIDAD DE ARQUIMIDES..... | 69 |

INDICE DE GRAFICOS

| | |
|--|----|
| Gráfico 1: Disminución de la masa de las latas de 33 cl en gramos | 15 |
| Gráfico 2: Usos del aluminio | 16 |
| Gráfico 3: Consumo energético en función de la cantidad de veces que se recicla | 18 |
| Gráfico 4: Rampa de temperatura a las distintas temperaturas | 38 |
| Gráfico 5: promedios de densidades y presiones ejercidas al polvo de aluminio primario | 48 |
| Gráfico 6: Resultados densidad método de Arquímedes | 52 |

INDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1: Cables ACC | 12 |
| Figura 2: Chasis Audi A8..... | 13 |
| Figura 3: Materiales compuestos utilizados en la industria aeronáutica | 14 |
| Figura 4: Construcción naval | 16 |
| Figura 5: Símbolo del aluminio reciclado | 17 |
| Figura 6: Obtención de aluminio Secundario..... | 19 |
| Figura 7: Descripción de la clasificación de materia prima para segunda fundición de aluminio | 20 |
| Figura 8: Figuras impresas en 3D | 22 |
| Figura 9: Caja de guantes transportable | 30 |
| Figura 10: Balanza Boibase modelo LT5002T | 30 |
| Figura 11: Medida de la muestra, normada. La medida que se ubica en la parte superior corresponde a la medida en pulgadas, mientras que la que se encuentra debajo, entre paréntesis, corresponde a la medida en milímetros..... | 32 |
| Figura 12: Nabertherm modelo RHTC 80-230/15 | 33 |
| Figura 13: Plano general de la cañería desarrollada..... | 33 |
| Figura 14: Despiece de cañería | 34 |
| Figura 15: Tapa de la cañería | 35 |
| Figura 16: Setup sistema de sinterizado..... | 36 |
| Figura 17: Zona e calentamiento efectivo del horno..... | 37 |
| Figura 18: Esquema del ensayo..... | 39 |

| | |
|--|----|
| Figura 19: Montaje del ensayo de Arquímedes..... | 40 |
| Figura 20: Base de molde impresa en 3D | 41 |
| Figura 21: Cuerpo de molde impreso en 3D | 41 |
| Figura 22: Molde ensamblado con cinta adhesiva para evitar suciedad que pudiera ingresar a la resina | 42 |
| Figura 23: KB Pruftechnik modelo Kb 250 BVRZ..... | 43 |
| Figura 24: Espacio mínimo entre las hendiduras | 44 |
| Figura 25: Imagen entregada por la máquina para su medición de las diagonales | 45 |
| Figura 26: Posición de entrada al horno de las muestras | 49 |
| Figura 27: Resultado de las muestras sometidas al tratamiento de 600°C..... | 49 |
| Figura 28: Muestra sometida a sinterizado a 550°C con aumento x100..... | 54 |
| Figura 29: Muestra sometida a sinterizado a 550°C con aumento x200..... | 54 |
| Figura 30: Muestra sometida a sinterizado a 550°C con aumento x100 en grieta..... | 55 |
| Figura 31: Muestra sometida a sinterizado a 550°C con aumento x200 en grieta..... | 55 |
| Figura 32: Muestra sometida a sinterizado a 575°C con aumento x100..... | 56 |
| Figura 33: Muestra sometida a sinterizado a 575°C con aumento x200..... | 56 |
| Figura 34: Muestra sometida a sinterizado a 575°C con aumento x100 en grieta | 57 |
| Figura 35: Muestra sometida a sinterizado a 575°C con aumento x200 en grieta | 57 |
| Figura 36: Muestra sometida a sinterizado a 600°C con aumento x100..... | 58 |
| Figura 37: Muestra sometida a sinterizado a 600°C con aumento x200..... | 58 |
| Figura 38: Muestra sometida a sinterizado a 600°C con aumento x100 en grieta..... | 59 |
| Figura 39: Muestra sometida a sinterizado a 600°C con aumento x200 en grieta | 59 |

INDICE DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1: Propiedades físicas..... | 9 |
| Tabla 2: Clasificación de aleaciones de aluminio por series..... | 10 |
| Tabla 3: Composición química aluminio AA2070 primario en porcentaje de peso | 28 |
| Tabla 4: Composición química aluminio AA2070 + 0,15% de Fe en porcentaje de peso..... | 28 |
| Tabla 5: Composición química aluminio AA2070 + 0,5% de Fe en porcentaje de peso..... | 29 |

| | |
|--|--|
| Tabla 6: Composición química aluminio AA2070 + 1,5% de Fe en porcentaje de peso..... | 29 |
| Tabla 7: Composición química aluminio secundario en porcentaje de peso | 29 |
| Tabla 8: características horno Nabertherm..... | 37 |
| Tabla 9: Relación de indentación y aumento | 43 |
| Tabla 10: Calculo de densidades de las muestras | 47 |
| Tabla 11: Calculo de densidades de aluminio secundario de METALBRAS..... | 48 |
| Tabla 12:Comparación diámetro a 550°C | Tabla 13:Comparación altura a 550°C..... |
| 50 | 50 |
| Tabla 14:Comparación diámetro a 575°C | Tabla 15:Comparación altura a 575°C..... |
| 51 | 51 |
| Tabla 16: Comparación diámetro a 600°C | Tabla 17:Comparación altura a 600°C..... |
| 51 | 51 |
| Tabla 18: Dimensionamiento de las muestras..... | 65 |
| Tabla 19: Dimensionamiento muestras aluminio secundario Metalbras | 66 |