



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

Proyecto Experimental

Previo a la obtención del Título de Ingeniero Mecánico

TEMA:

MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ALUMINIO
RECICLADO DE PERFILERÍA APLICANDO DESGASIFICANTES QUÍMICOS

AUTOR: Darwin Efraín Ortiz Basantes

TUTOR: Ing. Mg. Christian Castro

Ambato – Ecuador

2017

Aprobación por el Tutor

CERTIFICACIÓN

En mi calidad de Tutor del Trabajo de Investigación, Previo a la Obtención del Título de Ingeniero Mecánico, con el tema “MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ALUMINIO RECICLADO DE PERFILERÍA APLICANDO DESGASIFICANTES QUÍMICOS.”, elaborado por el Sr. Darwin Efraín Ortiz Basantes, egresado de la Carrera de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, CERTIFICO que el presente Trabajo de Investigación es original de su autor, la cual ha sido revisada en cada uno de sus capítulos y está concluida en forma total.

.....
Ing. Mg. Christian Castro

TUTOR DEL PROYECTO EXPERIMENTAL

Autoría de Tesis

Yo, Darwin Efraín Ortiz Basantes, portador de la C.I. 1803948494 tengo a bien indicar que las ideas mostradas en la presente investigación: “MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ALUMINIO RECICLADO DE PERFILERÍA APLICANDO DESGASIFICANTES QUÍMICOS.”, así como también los contenidos, ideas, análisis, conclusiones y propuesta son de mi absoluta responsabilidad, como autor de este Proyecto Experimental.

Ambato, Agosto del 2017

EL AUTOR

.....

Darwin Efraín Ortiz Basantes

C.I. 1803948494

Derechos de Autor

Yo, Darwin Efraín Ortiz Basantes, portador de la C.I. 1803948494, autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este trabajo de investigación o parte del documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos de trabajo del trabajo experimental, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de esta, dentro de las regulaciones de la Universidad.

Ambato, Agosto del 2017

EL AUTOR

.....

Darwin Efraín Ortiz Basantes

C.I. 1803948494

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del proyecto experimental realizado por el estudiante Darwin Efraín Ortiz Basantes de la carrera de Ingeniería Mecánica Bajo el tema: “MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ALUMINIO RECICLADO DE PERFILERÍA APLICANDO DESGASIFICANTES QUÍMICOS”

Ambato, Octubre del 2017

Para constancia firman:

Ing. Mg. Segundo Espín

Ing. Mg. Francisco Peña

Dedicatoria

Dedico esta tesis a Dios por haberme dado salud, sabiduría y vida para lograr culminar mi trabajo de investigación, a mis padres que han sido el pilar fundamental que han velado por mi bienestar y educación para concretar mi meta, con sus consejos y valores inculcados, a mi querida hermanita por estar siempre dándome palabras de aliento y cariño y mi hermanito Israel que desde el cielo me protege y guía mi sendero.

Agradecimiento

En primer lugar, agradezco a Dios por haberme guiado por el sendero del bien y bendecido para hacer realidad mi meta anhelada.

Agradecerle a mi madrecita Rosita y mi padre José que se han esforzado por darme una educación y cumplir mi meta, a mi hermanita Lourdes que siempre ha estado a mi lado con su apoyo en los momentos más difíciles y mi novia Verito por su apoyo incondicional.

A mis compañeros que de una u otra forma me han sabido apoyar incondicionalmente para concretar esta investigación también a los docentes que me han transmitido su conocimiento para formarme como profesional.

Índice General de Contenido

PÁGINAS PRELIMINARES

Aprobación por el Tutor	II
Autoría de Tesis	III
<i>Dedicatoria</i>	VI
<i>Agradecimiento</i>	VII
Índice General de Contenido	VIII
Índice de Tablas	XIII
Resumen Ejecutivo	XXI
Abstract	XXII
CAPÍTULO I.....	1
1 ANTECEDENTES	1
1.1 Tema del Trabajo Experimental	1
1.2 Antecedentes	1
1.2.1 Antecedente.....	1
1.2.2 Antecedente.....	2
1.2.3 Antecedente.....	3
1.3 Justificación.....	4

1.4	Objetivos	5
1.4.1	General.....	5
1.4.2	Específicos	5
CAPÍTULO II		6
2	FUNDAMENTACIÓN	6
2.1	Fundamentación Legal.....	6
2.2	Fundamentación Teórica	6
2.2.1	Aluminio	6
2.2.2	Propiedades Mecánicas	8
2.2.3	Aplicaciones.....	8
2.2.4	Designación de las aleaciones en bruto.....	10
2.2.5	Procesos de Fundición	11
2.2.6	Fundición en moldes desechables	12
2.2.7	Fundición a la Cera Pérdida	18
2.2.8	Fundentes utilizados en fundición de aluminio	22
2.2.9	Desgasificado	24
2.3	Hipótesis	25

2.3.1	Variable independiente	25
2.3.2	Variable dependiente.....	25
2.3.3	Nexo	25
CAPÍTULO III		26
3	Metodología	26
3.1	Modalidad de la investigación.	26
3.1.1	Investigación de campo.....	26
3.1.2	Investigación Bibliográfica.....	26
3.1.3	Investigación Experimental.....	26
3.2	Población y Muestra	27
3.2.1	Estudio de Casos	27
3.3	Operacionalización de Variables	29
3.3.1	Variable Dependiente: Mejoramiento De Las Propiedades Mecánicas Del Aluminio Reciclado De Perfilera	29
VARIABLE INDEPENDIENTE:		30
3.4	Plan de Recolección de Información.	31
3.5	Plan de Procesamiento de la Información	32

CAPÍTULO IV	34
4 Análisis e Interpretación de Resultados	34
4.1.1 Análisis de Dureza	35
4.1.2 Análisis metalográfico	51
4.1.3 Ensayos a Tracción	75
4.2 Análisis de los Resultados	139
4.3 VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS	143
CAPÍTULO V	149
5 Conclusiones y recomendaciones	149
5.1 Conclusiones	149
5.2 Recomendaciones	150
6 BIBLIOGRAFÍA.....	152

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Significado y Nomenclatura de aleaciones de aluminio. [4].....	11
Figura 2: Pasos de producción en una operación típica de fundición en arena.	13
Figura 3: Tipos de patrones utilizados en fundición de arena [5].....	14
Figura 4: Molde para fundición en arena. [5]	15

Figura 5: Procesos de Colado [6].....	17
Figura 6: Proceso del molde [8].....	18
Figura 7: Proceso de fundición.	19
Figura 8: Poliestireno [8].	19
Figura 9: Proceso de fundición con poliestireno expandido [8]	20
Figura 10: Molde de yeso	21
Figura 11: Ejemplo de desgasificado con argón.....	24
Figura 12: Proceso de fundición y análisis	33
Figura 13: Dureza Arena nueva resultados generales.	141
Figura 14: Dureza Arena reciclada resultados generales.	141
Figura 15: Metalografía Arena nueva resultados generales.	141
Figura 16: Metalografía Arena reciclada resultados generales.	142
Figura 17: Ensayo a tracción Arena nueva resultados generales.	142
Figura 18: Ensayo a tracción Arena reciclada resultados generales.	142
Figura 19: Comparación Estadística de resultados de ensayos de Dureza.	147
Figura 20: Comparación Estadística de resultados de ensayos de Metalografía.	147
Figura 21: Comparación Estadística de resultados de ensayos de Tracción.....	148

Índice de Tablas

Tabla 2-1: Propiedades mecánicas del aluminio. [3]	8
Tabla 2-2: Clasificación de aleaciones para forja.	10
Tabla 3-1: Estudio de casos.....	27
Tabla 3-2: Operacionalización de variable dependiente.	29
Tabla 3-3: Operacionalización de variable independiente	30
Tabla 4-1: Tipo de arena	34
Tabla 4-2: Ficha de Ensayo de Dureza	35
Tabla 4-3: Resultados de Ensayo de Dureza.....	36
Tabla 4-4: Ficha de Ensayo de Dureza	37
Tabla 4-5: Resultados de Ensayo de Dureza.....	38
Tabla 4-6: Ficha de Ensayo de Dureza	39
Tabla 4-7: Resultados de Ensayo de Dureza.....	40
Tabla 4-8: Resultados de Ensayo de Dureza.....	41
Tabla 4-9: Resultados de Ensayo de Dureza.....	42
Tabla 4-10: Resultados de Ensayo de Dureza.....	43
Tabla 4-11: Resultados de Ensayo de Dureza.....	44

Tabla 4-12: Resultados de Ensayo de Dureza.....	45
Tabla 4-13: Resultados de Ensayo de Dureza.....	46
Tabla 4-14: Resultados de Ensayo de Dureza.....	47
Tabla 4-15: Resultados de Ensayo de Dureza.....	48
Tabla 4-16: Resultados de Ensayo de Dureza.....	49
Tabla 4-17: Resultados de Ensayo de Dureza.....	50
Tabla 4-18: Ficha de análisis Metalográfico	51
Tabla 4-19: Resultados de Ensayo Metalográfico	53
Tabla 4-20: Ficha de análisis Metalográfico	54
Tabla 4-21: Resultados de Ensayo Metalográfico	56
Tabla 4-22: Ficha de análisis Metalográfico	57
Tabla 4-23: Resultados de Ensayo Metalográfico	59
Tabla 4-24: Ficha de análisis Metalográfico	60
Tabla 4-25: Resultados de Ensayo Metalográfico	62
Tabla 4-26: Ficha de análisis Metalográfico	63
Tabla 4-27: Resultados de Ensayo Metalográfico	65
Tabla 4-28: Ficha de análisis Metalográfico	66

Tabla 4-29: Resultados de Ensayo Metalográfico	68
Tabla 4-30: Ficha de análisis Metalográfico	69
Tabla 4-31: Resultados de Ensayo Metalográfico	71
Tabla 4-32: Ficha de análisis Metalográfico	72
Tabla 4-33: Resultados de Ensayo Metalográfico	74
Tabla 4-34: Ficha de ensayo a Tracción	75
Tabla 4-35: Ficha de ensayo a Tracción	76
Tabla 4-36: Ficha de ensayo a Tracción	77
Tabla 4-37: Ficha de ensayo a Tracción	78
Tabla 4-38: Ficha de ensayo a Tracción	79
Tabla 4-39: Ficha de ensayo a Tracción	80
Tabla 4-40: Ficha de ensayo a Tracción	81
Tabla 4-41: Resultados de Ensayo a Tracción.	82
Tabla 4-42: Ficha de ensayo a Tracción	83
Tabla 4-43: Ficha de ensayo a Tracción	84
Tabla 4-44: Ficha de ensayo a Tracción	85
Tabla 4-45: Ficha de ensayo a Tracción	86

Tabla 4-46: Ficha de ensayo a Tracción	87
Tabla 4-47: Ficha de ensayo a Tracción	88
Tabla 4-48: Ficha de ensayo a Tracción	89
Tabla 4-49: Resultados de Ensayo a Tracción.	90
Tabla 4-50: Ficha de ensayo a Tracción	91
Tabla 4-51: Ficha de ensayo a Tracción	92
Tabla 4-52: Ficha de ensayo a Tracción	93
Tabla 4-53: Ficha de ensayo a Tracción	94
Tabla 4-54: Ficha de ensayo a Tracción	95
Tabla 4-55: Ficha de ensayo a Tracción	96
Tabla 4-56: Ficha de ensayo a Tracción	97
Tabla 4-57: Resultados de Ensayo a Tracción.	98
Tabla 4-58: Ficha de ensayo a Tracción	99
Tabla 4-59: Ficha de ensayo a Tracción	100
Tabla 4-60: Ficha de ensayo a Tracción	101
Tabla 4-61: Ficha de ensayo a Tracción	102
Tabla 4-62: Ficha de ensayo a Tracción	103

Tabla 4-63: Ficha de ensayo a Tracción	104
Tabla 4-64: Ficha de ensayo a Tracción	105
Tabla 4-65: Resultados de Ensayo a Tracción.	106
Tabla 4-66: Ficha de ensayo a Tracción	107
Tabla 4-67: Ficha de ensayo a Tracción	108
Tabla 4-68: Ficha de ensayo a Tracción	109
Tabla 4-69: Ficha de ensayo a Tracción	110
Tabla 4-70: Ficha de ensayo a Tracción	111
Tabla 4-71: Ficha de ensayo a Tracción	112
Tabla 4-72: Ficha de ensayo a Tracción	113
Tabla 4-73: Resultados de Ensayo a Tracción.	114
Tabla 4-74: Ficha de ensayo a Tracción	115
Tabla 4-75: Ficha de ensayo a Tracción	116
Tabla 4-76: Ficha de ensayo a Tracción	117
Tabla 4-77: Ficha de ensayo a Tracción	118
Tabla 4-78: Ficha de ensayo a Tracción	119
Tabla 4-79: Ficha de ensayo a Tracción	120

Tabla 4-80: Ficha de ensayo a Tracción	121
Tabla 4-81: Resultados de Ensayo a Tracción.	122
Tabla 4-82: Ficha de ensayo a Tracción	123
Tabla 4-83: Ficha de ensayo a Tracción	124
Tabla 4-84: Ficha de ensayo a Tracción	125
Tabla 4-85: Ficha de ensayo a Tracción	126
Tabla 4-86: Ficha de ensayo a Tracción	127
Tabla 4-87: Ficha de ensayo a Tracción	128
Tabla 4-88: Ficha de ensayo a Tracción	129
Tabla 4-89: Resultados de Ensayo a Tracción.	130
Tabla 4-90: Ficha de ensayo a Tracción	131
Tabla 4-91: Ficha de ensayo a Tracción	132
Tabla 4-92: Ficha de ensayo a Tracción	133
Tabla 4-93: Ficha de ensayo a Tracción	134
Tabla 4-94: Ficha de ensayo a Tracción	135
Tabla 4-95: Ficha de ensayo a Tracción	136
Tabla 4-96: Ficha de ensayo a Tracción	137

Tabla 4-97: Resultados de Ensayo a Tracción.....	138
Tabla 4-98: Resultados Generales de Dureza Brinell.....	139
Tabla 4-99: Resultados de Ensayo de Dureza Brinell.....	139
Tabla 4-100: Resultados Generales de Metalografía.....	139
Tabla 4-101: Resultados Generales de Metalografía.....	140
Tabla 4-102: Resultados Generales de Ensayos a Tracción.....	140
Tabla 4-103: Resultados Generales de Ensayos a Tracción.....	140
Tabla 4-104: Tabla Estadística.....	143
Tabla 4-105: Datos para el cálculo estadístico.....	143
Tabla 4-106: Cálculo de la t student para dureza.....	144
Tabla 4-107: Valores críticos de t student.....	144
Tabla 4-108: Distribución de t student para tracción.....	145
Tabla 4-109: Distribución de t student para metalografía.....	146
Tabla 4-110: Resultados Generales.....	148

Índice de Anexos

Anexos 1: Procedimiento de fundición del aluminio.....	155
Anexos 2: Procedimiento para el análisis de Dureza.....	160

Anexos 3: Procedimiento para el análisis metalográfico.....	164
Anexos 4: Procedimiento para el ensayo a Tracción.....	169
Anexos 5: Fichas de Ensayos a Tracción.....	172
Anexos 6: Catalogo de ALACER MAS de aluminio 6060	231
Anexos 7: Ficha Técnica del Borax.....	232
Anexos 8: Imágenes de Ensayos a Tracción.....	233
Anexos 9: Imágenes de Ensayos de Metalografía	234

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

TEMA: MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ALUMINIO RECICLADO DE PERFILERÍA APLICANDO DESGASIFICANTES QUÍMICOS.

AUTOR: Darwin Efraín Ortiz Basantes

TUTOR: Ing. Mg. Christian Castro

Resumen Ejecutivo

El presente trabajo de investigación se elaboró con la finalidad de proporcionar a los estudiantes de la Carrera de Ingeniería Mecánica una idea clara del uso de los desgasificantes químicos en fundiciones de perfilaría de aluminio reciclado usando arena reciclada y arena nueva para moldeo, lo cual permita el mejoramiento de las propiedades mecánicas durante el proceso de fundición, esto mediante los análisis realizados en los laboratorios. Para la comprobación del mejoramiento de las propiedades mecánicas del aluminio se realizaron siete probetas por cada combinación con los químicos, para el ensayo a dureza se escogió un espesor de $\frac{1}{4}$ rigiéndonos bajo la norma ASTM E10 y se realizan los análisis, luego se realizaron las probetas para el ensayo metalográfico y se seleccionó el método planímetro rigiéndonos bajo la norma ASTM E112 y por último se realizaron las probetas para el ensayo a tracción usando las dimensiones del specimen 1 y basándonos en la norma ASTM E8.

En comparación general del uso de los desgasificantes que hemos usado tiene incidencia con relación al aluminio fundido sin el uso de ellos, en los análisis entre la fundición del aluminio puro y los tres desgasificantes utilizados con el uso de arena nueva se obtiene el mejoramiento de las propiedades mecánicas con el siguiente porcentaje del 18,76% con Carbonato de Calcio y Bórax, Coveral con el 31,33% y con el Argón un porcentaje de 37,52%, siendo el de mejores resultados en los análisis la utilización del desgasificante Argón en la fundición del aluminio de perfilaría.

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA

SUBJECT: IMPROVEMENT OF THE MECHANICAL PROPERTIES OF THE RECYCLED ALUMINUM OF PROFILES BY APPLYING CHEMICAL DEGASSING.

AUTHOR: Darwin Efraín Ortiz Basantes

TUTOR: Ing. Mg. Christian Castro

Abstract

This research work was developed with the aim of providing a clear idea of the use of the chemical Degassing in foundries to the students of mechanical engineering of profiling of recycled aluminum using recycled sand and new sand for molding, which allows the improvement of the mechanical properties during the casting process, with the analyses carried out in laboratories. For the verification of the improvement of the mechanical properties of aluminum are made seven specimens for each combination with chemicals, for testing hardness choose a thickness of $\frac{1}{4}$ governed us standard ASTM E10 and are performed the analysis, metallographic test specimens were then governed us standard ASTM E112 planimetric method is selected and finally held the specimens for testing tensile using the dimensions of the based on the standard ASTM E8 1y specimen.

General comparison of the use of the degassing that we have used have incidence in relation to the cast aluminum without the use of them, in the analysis between the pure aluminum smelter and the three degassing used with the use of new arena gets to the improvement of the mechanical properties with the following percentage of 18.76% with calcium carbonate and Borax , Coveral with Argon and 31.33% a percentage of 37,52%, being the best results in the analysis using the Argon degassing at the aluminum smelter of profiling

CAPÍTULO I

1 ANTECEDENTES

1.1 TEMA DEL TRABAJO EXPERIMENTAL

MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ALUMINIO RECICLADO DE PERFILERÍA APLICANDO DESGASIFICANTES QUÍMICOS.

1.2 ANTECEDENTES

1.2.1 ANTECEDENTE

Jurado julio Cesar. (2011) realizó una investigación bajo el tema “ESTUDIO PARA DETERMINAR UN PROCEDIMIENTO QUE DISMINUYA LA POROSIDAD EN EL ALUMINIO DURANTE EL PROCESO DE FUNDICIÓN PARA MEJORAR SUS PROPIEDADES MECÁNICAS.” La investigación se realizó con el fin de disminuir la porosidad que se generó en el aluminio durante su fundición, de esta forma se deseó aprovechar al máximo la materia prima derivando los niveles de producción y aumentando la cartera de clientes a niveles rentables.

Objetivos:

- Disminuir el contenido de hidrogeno en el aluminio
- Mejorar los procedimientos de fundición
- Conocer las propiedades del aluminio y sus aleaciones
- Controlar los niveles de solubilidad del hidrogeno

CONCLUSIONES

- La presente investigación ha tenido resultados positivos, mediante la selección adecuada de ciertos elementos químicos se ha logrado reducir el índice de porosidad en las fundiciones de aluminio moldeado en arena.
- De los compuestos químicos utilizados en los ensayos el nitrógeno de sodio ha permitido mejorar las propiedades mecánicas como son: esfuerzo de fluencia y la ductilidad de aluminio.

1.2.2 ANTECEDENTE

Aldo Renato Garrido Meneses, Víctor Hugo Sánchez Taco. (2011) realizó la siguiente investigación bajo el tema: “DETERMINACIÓN DE LA METODOLOGÍA PARA LA OBTENCIÓN DE ALEACIONES DE ALUMINIO DE FUNDICIÓN MAQUINABLES SIN POROSIDADES.” En este trabajo de investigación se encontró la aplicación de un procedimiento controlado, tomando en cuenta todas las posibles variables (tiempo de fusión, control de las cargas, temperatura de fusión, uso de fundentes, usos de desgasificantes), logrando así una buena calidad de las pesas fundidas, lo cual permitió un aumento de producción para los fabricantes de piezas fundidas.

Objetivos:

- Determinar tiempos de fusión
- Realizar el control de cargas
- Temperatura de fusión
- Usos de fundentes y Desgasificantes como el ALU FUNNDEX EXTRA y CINa.

CONCLUSIONES

- Como resultado de esta investigación, se encontró la aplicación de un procedimiento controlado, tomando en cuenta todas las posibles variables (Tiempo de fusión, control de cargas, temperatura de fusión, uso de fundentes, uso de desgasificantes), logrando así una buena calidad de las piezas fundidas con esto los fundidores nacionales tienen un documento en el cual basarse en la producción de aluminio de buena calidad y libre de porosidades el cual ayudara a un aumento de su producción y disminución de costos de producción.
- La obtención de piezas libres de defectos se ha conseguido con la fabricación de útiles de fundición que no se encuentran en el mercado nacional, pero sin embargo nos han permitido obtener los resultados esperados, con lo cual pueden ser tomados como referencias por los fundidores nacionales

1.2.3 ANTECEDENTE

Bautista Lujano Joel Alonso, Paslagua Chaves Angélica Lilian. (2008) Realizó una investigación con el tema:” DESGASIFICANDO EN FUNDICIÓN DE ALUMINIO POR MEDIO DE PASTILLAS DE EXACLOROETANO.” Mediante la investigación se logra encontrar un procedimiento para obtener las fundiciones de una aleación de aluminio desde que la materia prima es seleccionada, continuando con la fundición, desgasificado, refinación y por último el vaciado para la obtención de una pieza de fundición demostrando que tan eficiente es el proceso de desgasificado.

Objetivos:

- Eliminar impurezas del aluminio
- Purificación con cloro gaseoso
- Desgasificado con nitrógeno y argón

CONCLUSIONES

- En el término de esta investigación, encontramos que, con la aplicación de un proceso controlado mediante un diagrama de flujo, se producen piezas con las cualidades necesarias y calidad requerida para su funcionamiento, sin la necesidad de un equipo para procesos especiales.
- Desgasificar con pastillas de hexacloroetano no trajo variaciones en el análisis de los elementos aleantes de la fundición, pues como se observa en las tablas de análisis químicos finales, los elementos están en los niveles que marcan las normas de composición química, por lo tanto, el resultado en este campo para las prácticas es satisfactorio.

1.3 JUSTIFICACIÓN

Para realizar esta investigación se basó en las necesidades en el área de fundición en el laboratorio de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica con el fin de aportar con un nuevo método químico para la obtención de elementos de fundición en aluminio reciclado tomando en cuenta que el aluminio es uno de los principales componentes de varios materiales usados en la industria para lo cual se propuso el mejoramiento de las propiedades mecánicas del aluminio reciclado de perfilaría aplicando desgasificantes químicos para minimizar la porosidad y realizar un análisis

La siguiente investigación se enfocó en lograr una mejor calidad en las fundiciones de aluminio usando químicos como el argón, coveral, carbonato de calcio y bórax lo que permitió eliminar el hidrogeno contenido en la colada de fundición y se obtuvo un tamaño de grano más controlado, de los químicos mencionados anteriormente el más novedoso es el argón debido a que es un gas noble y su uso en el área de fundición es complejo, pero tiene ventajas de ser inofensivo para la salud.

La importancia de realizar este estudio es que permitió observar las propiedades mecánicas y metalúrgicas al usar químicos en un cierto porcentaje, estos tienen un bajo

costo y facilidad de encontrar en el mercado, los químicos que se usó no representó peligro para el ambiente y salud de las personas ya que se usó en pequeñas cantidades pero se debió tomar en cuenta las seguridades para el desarrollo del tema, también se aplicó nuevos métodos para la obtención de piezas de fundición en aluminio lo cual permitió ahorrar recursos económicos y aportar para el desarrollo de la Carrera de Ingeniería Mecánica, además profundizar los conocimientos adquiridos basándonos en estudios realizados.

El beneficiario será el área de fundición de la carrera de ingeniería mecánica que para el estudio aportó con los equipos para el análisis de las muestras y ensayos logrando así minimizar costos.

Fué factible de realizar esta investigación ya que se contó con los materiales requeridos y estudios previos para el desarrollo del tema propuesto, se usó el aluminio como material principal ya que se pudo encontrar con facilidad.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 GENERAL

Mejorar las propiedades mecánicas del aluminio reciclado de perfilería aplicando desgasificantes químicos.

1.4.2 ESPECÍFICOS

- Determinar los parámetros de fundición en desgasificantes y arenas que se usan en la fundición.
- Determinar los parámetros de fundición en el proceso de moldeo.
- Determinar las propiedades mecánicas a tracción, dureza y metalográfico.
- Evaluar el mejor comportamiento de las combinaciones químicas con el aluminio.

CAPÍTULO II

2 FUNDAMENTACIÓN

2.1 FUNDAMENTACIÓN LEGAL

- ASTM E-08 método estándar para ensayos de tracción en materiales metálicos.
- ASTM E-10 método estándar para ensayo de dureza brinell en materiales metálicos
- ASTM E-112 método estándar para determinar el tamaño de grano en los en los materiales metálicos.

2.2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.2.1 ALUMINIO

El aluminio es un material abundante en la naturaleza, es ligero, conductor térmico, resistente a la corrosión y su facilidad de conformado y maquinabilidad por lo que son usados en aplicaciones de ingeniería.

Los usos principales del aluminio y alecciones se lo realiza en fabricación de latas, recipientes y empaques de aluminio para la conservación de productos de consumo, para el área de la construcción, transporte y aviación se usa para lograr una mejor decoración y alivianar peso y disminuir costos [1].

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

Las características físicas que se destacan son las siguientes.

- Metal ligero, cuya densidad o peso específico es de 2700 kg/m^3
- Punto de fusión de 660°C

- Color blanco brillante
- Buen conductor del calor y de electricidad
- Resistente a la corrosión debido a la capa Al_2O_3 formada.
- Abundante en la naturaleza

CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

- Altamente maleable, permite la elaboración de láminas muy delgadas.
- Ampliamente dúctil, permite la fabricación de cables eléctricos.
- Material blando con una resistencia a la tracción de $160\text{-}200\text{N/mm}^2$ estado puro mientras que en estado aleado el rango es de $1400\text{-}6000\text{N/mm}^2$.
- Material que permite combinar con otros metales para mejorar las propiedades mecánicas.
- Permite la elaboración de piezas por fundición, extrusión y forja.
- Facilidad de mecanizar y es soldable.

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS

- Debido a la exposición al aire se produce la oxidación en el aluminio, siendo esta una reacción química que permite formar una delgada película protectora de óxido de aluminio ayudando a que el metal sea resistente a la corrosión y durabilidad.
- La lámina de óxido formada en el aluminio se puede diluir en ácido cítrico formando citrato de aluminio

2.2.2 PROPIEDADES MECÁNICAS

Las propiedades mecánicas permiten obtener datos de un material metálico para una posible aplicación o estudio en concreto. En la Tabla 2-1: Propiedades mecánicas del aluminio, que se describe a continuación se resume el aluminio sometido a esfuerzo continuo, sino también oscilante y por impacto [2].

Tabla 2-1: Propiedades mecánicas del aluminio [3].

MATERIAL	RESISTENCIA A LA TENCIÓN(Kg/cm ²)	RESISTENCIA A LA CEDENCIA (Kg/cm ²)	% DE ELONGACIÓN
Al (Puro)	457.40	175.92	60
Al(Comercial)	914.81	351.85	45
Aleación de Al endurecida por solución solida	1125.92	422.22	35
Al trabajando en frío	1688.88	1548.14	15
Aleación de Al endurecida por dispersión	2955.54	1548.14	35
Aleación de Al endurecida por envejecimiento	5840.72	175.92	11

2.2.2.1 Dureza.

El aluminio en su mayoría se da la dureza Brinell, debido a la naturaleza blanda de las aleaciones base de aluminio, Estos valores van desde 15HB cuando se tiene aluminio puro y casi 110HB para aleaciones Al-Mg-Cu1.5 endurecido térmicamente.

2.2.3 APLICACIONES

El aluminio es uno de los metales usados de forma fundida, moldeada, laminada o forjada usados especialmente en la industria automotriz y de la aviación ya que su ligereza y al combinar con otras aleaciones permite una alta resistencia y de fácil moldeo por ejemplo

en el sector automotriz el cabezote, block, bombas, poleas, pistones mientras que en el sector de la aviación para la construcción del fuselaje y en parte del cuerpo de las alas también se lo usa en las partes internas de los motores.

2.2.3.1 Transporte

En la aviación a formado parte importante debido que es ligero, fuerte y flexible. La composición de las aleaciones de aluminio cada vez van mejorando y siendo el objetivo principal de los diseñadores construir un avión lo más ligeramente posible pero sin perder factores como velocidad y potencia, también en trenes de alta velocidad, estructuras de buques y bicicletas, en su mayoría el uso del aluminio ha permitido reducir el gasto económico en el consumo de combustibles y reducir la emisión de CO₂ al ambiente.

2.2.3.2 Embalaje de Alimentos

Debido a las propiedades físicas y mecánicas el aluminio se utiliza en el envasado de productos laminados, ya sea como envases flexibles, como láminas finas y envases rígidos debido a su durabilidad, ligereza, conductividad térmica, y laminación son muchas de las características que tiene el aluminio para el uso en conservación de productos.

2.2.3.3 Edificación y Construcción

El aluminio ha permitido notablemente el mejoramiento de ciudades modernas con rascacielos que desprenden belleza debido al uso de marcos de aluminio que son ligeros y robustos que soportan los cristales tanto de centros de entretenimiento, comercio, estadios, piscinas. Este metal se convirtió en uno de los materiales más populares entre los constructores, arquitectos y diseñadores por la siguiente razón.

- La vida mínima de diseño de las estructuras de aluminio es de 80 años. Esta puede ser utilizado en cualquier condición climática y no pierde sus propiedades en temperaturas que oscilan entre -80 ° C y +300 ° C.

2.2.3.4 Transmisión Eléctrica

El aluminio es un excelente conductor de electricidad, pero un parámetro importante es su ligereza en las líneas eléctricas de alto voltaje que transmiten potencia a largas distancias lo que permite reducir la carga en las estructuras que lo soportan y gastos económicos y para su movilidad. Es fácil manipulación y enrollarse sin agrietarse. Es casi imposible ser roto y soporta fácilmente cargas estáticas significativas [3].

2.2.4 DESIGNACIÓN DE LAS ALEACIONES EN BRUTO

2.2.4.1 Clasificación de Aleaciones

En la Tabla 2-2: Clasificación de aleaciones para forja. Permite identificar las aleaciones de aluminio el cual el primer dígito indica el grupo de aleación y los dos últimos identifican la aleación de aluminio [4].

Tabla 2-2: Clasificación de aleaciones para forja.

CÓDIGO PARA FORJADO	GRUPO DE ALEACIÓN	DESCRIPCIÓN
1XXX	Aluminio comercialmente puro	No endurecible por envejecimiento
2XXX	Al-Cu y Al-Cu-Li	Endurecible por envejecimiento
3XXX	Al-Mn	No endurecible por envejecimiento
4XXX	Al-Si y Al-Mg-Si	Endurecible por envejecimiento si está presente el magnesio
5XXX	Al-Mg	No endurecible por envejecimiento
6XXX	Al-Mg-Si	Endurecible por envejecimiento
7XXX	Al-Mg_Zn	Endurecible por envejecimiento
8XXX	Al-Li,Sn,Zr,B	Endurecible por envejecimiento
9XXX	No utilizado actualmente	

EJEMPLO: En la Figura 1: Significado y Nomenclatura de aleaciones de aluminio se observa la identificación mediante el orden de los dígitos.

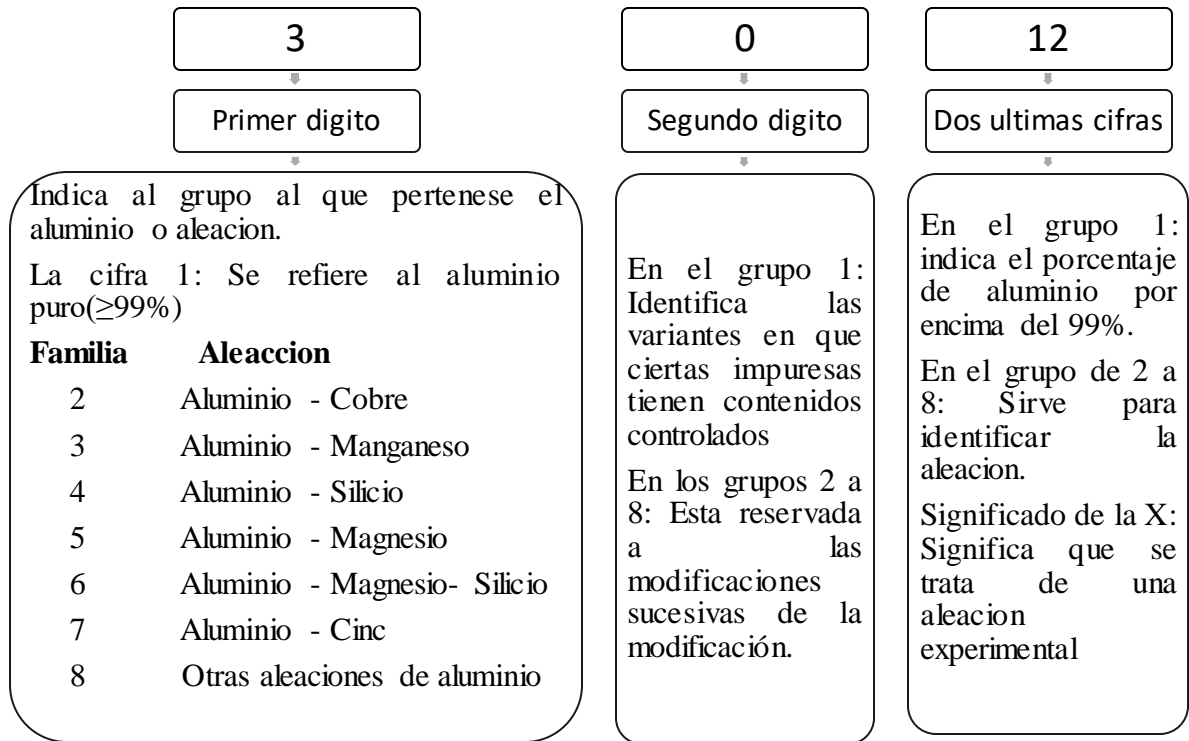


Figura 1: Significado y Nomenclatura de aleaciones de aluminio [3].

2.2.5 PROCESOS DE FUNDICIÓN

El proceso para producir piezas mediante el método de fundición se clasifica según el tipo de molde que se utilice: moldes permanentes o moldes desechables.

Los procesos de molde desechables se suelen elaborar con arena, yeso, cerámica y materiales similares que son mezclados con aglutinantes para mejorar sus propiedades, pero una desventaja es que implica destruir el molde que contiene la pieza debido a esto la producción de piezas es baja.

En el proceso con moldes permanentes se logra una mayor producción, el molde está elaborado de metal que resista altas temperaturas con la figura o pieza requerida logrando un mejor acabado superficial y usado repetitivamente, la solidificación del material fundido es de mayor velocidad [1].

2.2.6 FUNDICIÓN EN MOLDES DESECHABLES

2.2.6.1 Fundición en Arena

La fundición en arena se lo usa ampliamente para trabajar con metales con altas temperaturas como el acero, níquel y titanio, su facilidad de moldeo permite fabricar piezas de pequeño y grande volumen usados en máquinas o decoraciones.

Para la producción de moldes para el moldeo en arena verde se debe utilizar una proporción típica de:

- 90% de Sílice (SiO_2)
- 7% de arcilla
- 3% de agua

Para la producción de un elemento mediante el método de fundición en arena consiste básicamente en los siguientes pasos:

- Colocar el modelo de la pieza en la arena que se desea tener la impresión.
- Realizar un sistema de alimentación que permita verter el material fundido y observar el llenado.
- Retirar el modelo de la arena y verter el material fundido.
- Dejar por un tiempo determinado que se solidifique el material fundido.
- Retirar la arena del molde e inspeccionar

Para un proceso de control en producción se debe tomar en cuenta la siguiente secuencia que se visualiza en la Figura 2: Pasos de producción en una operación típica de fundición en arena.

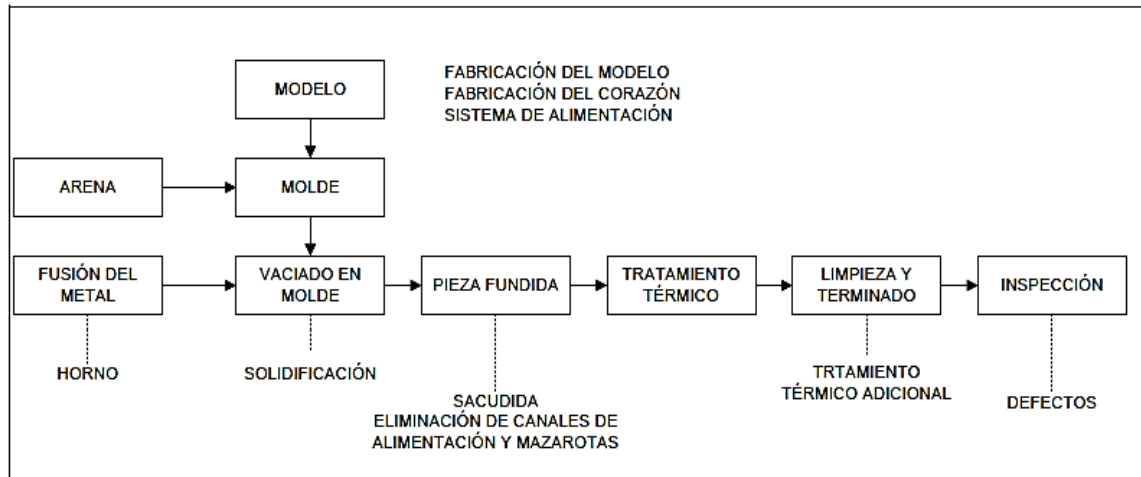


Figura 2: Pasos de producción en una operación típica de fundición en arena.

2.2.6.2 Modelos para Fundición en Arena

La fundición en arena requiere un patrón o modelo de tamaño real de la pieza que se requiere para lo que se debe tomar en cuenta factores como la tolerancia por contracción y maquinado en la fundición. Los modelos a ser utilizados pueden ser de distintos materiales como madera, plástico y metal estos deben ser elegidos de acuerdo a la cantidad de piezas a ser fabricadas, precisión dimensional, y el proceso de moldeo

2.2.6.3 Modelos de una sola pieza

También llamados modelos sólidos o modelos sueltos usados para piezas simples y producciones bajas, su fabricación se lo realiza de madera la complejidad de este modelo es su alineación debido que consta de dos modelos divididos.

2.2.6.4 Modelos divididos.

Son modelos en dos piezas que son utilizadas para la fabricación de piezas complejas y requiere de menos tiempo de moldeo y permite una mayor producción para lo cual cada una de las piezas forman cada una de las mitades de la cavidad. El plano donde se parten las piezas del modelo coincide con el plano de partición del molde para la fundición.

2.2.6.5 Modelos de placas ajustadas.

En la Figura 3: Tipos de patrones utilizados en fundición de arena. Están constituidas por dos piezas que están sujetas a los lados opuestos de una placa de madera o metal. Los agujeros de la placa permiten el alineamiento superior e inferior del molde en una forma adecuada.

Placas Modelo.

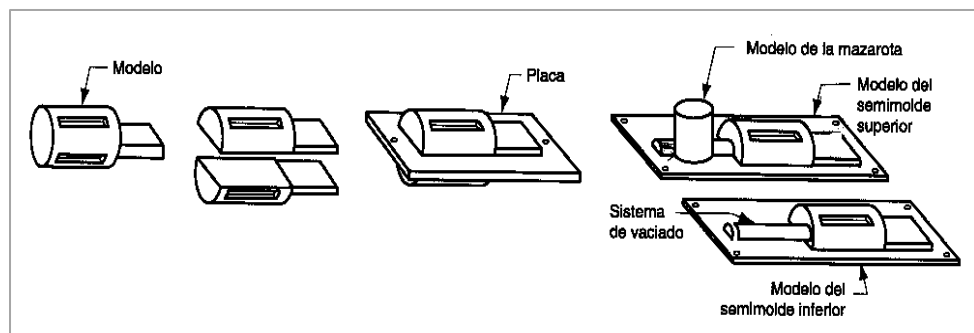


Figura 3: Tipos de patrones utilizados en fundición de arena [4].

2.2.6.6 Características de los moldes de arena

La caja. Permite soportar la pieza a ser fundida y consta de una parte superior e inferior las cuales son unidas mediante un alineamiento

El bebedero. Permite recibir el metal fundido y lo lleva hacia el interior del molde, su forma de cono facilita que el metal fluya a través del molde.

La mazarota. Facilita suministrar el metal fundido adicional necesario para contrarrestar el proceso de contracción durante el proceso de solidificación del metal y pueden ser:

- Abiertas: Dan al exterior, permiten observar si el molde está lleno cuando el metal fundido rebosa por la mazarota.
- Cerradas: Están dentro del molde. Se realizan cuando se sospecha que alguna parte en el interior del molde va a quedar sin suministro de metal.

Los canales de llenado. Llevan el metal fundido desde la mazarota para que fluya por cavidad del molde.

Los insertos hechos en arena. Permiten generar cavidades dentro de la pieza fundida y que permanezca en la posición adecuada durante el proceso de verter el metal líquido.

Los respiraderos. Su función permitir que el flujo sea visible al momento de llenado del molde y los gases que se acumulan sean expulsados hacia el exterior [1].

En la Figura 4: Molde para fundición en arena Permite observar las distintas partes que están compuestas para el proceso de fundición

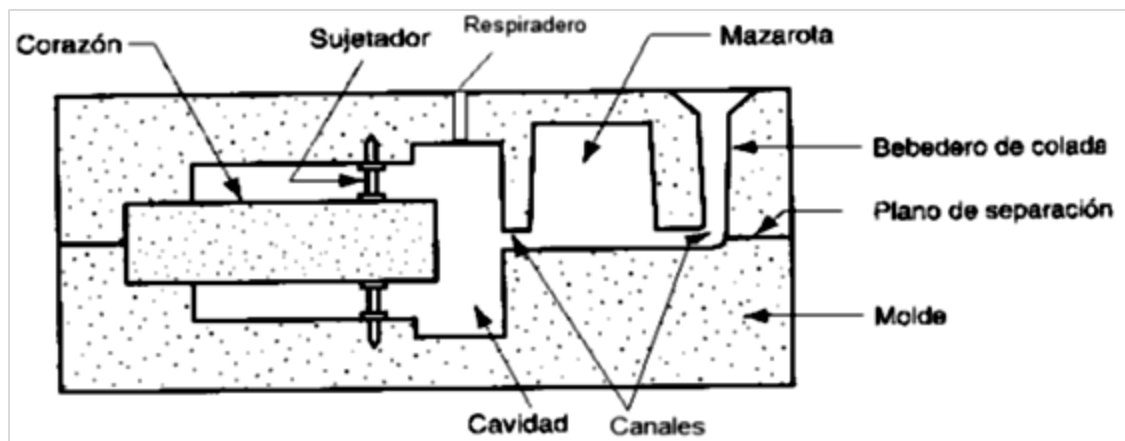


Figura 4: Molde para fundición en arena [4].

Características de las arenas de moldeo:

- Las arenas silico-aluminosas se la obtiene de la descomposición de rocas ígneas, tiene resistencia a la temperatura y se llaman tierras de moldeo
- Sus tamaños de granos están entre 0.1 y 0.3 mm, y están constituidos por cuarzo y arcilla, el tamaño del grano cuanto más fino es mejor es el acabado superficial
- El cuarzo (SiO_2) es el componente principal y su contenido en porcentaje es del (80-90%) y actúa como aglutinante.

- La arcilla es un silicato de alúmina hidratado y su porcentaje suele estar en torno al 10%.
- Las arenas de molde natural se encuentra con una humedad que oscila entre el 5 y un 7% [5].

Calidad de las arenas

- Para definir la calidad esencial de la arena de fundición se realiza algunas pruebas periódicas debido a que estas se alteran al estar en contacto a altas temperaturas.
- Para verificar las propiedades de la arena se realizan pruebas que no requieren de equipos de mucha tecnología, muchas de las pruebas están diseñadas para determinar las siguientes propiedades de la arena de moldeo:
 - **Permeabilidad.** La porosidad de la arena que permite el escape de los gases y vapores formados dentro del molde.
 - **Resistencia.** La arena debe ser cohesiva hasta el grado de que tenga suficiente enlace, tanto el contenido de agua como el de arcilla, afecta la propiedad de la cohesión.
 - **Resistencia en seco:** Es la resistencia que debe mantener la arena en la cavidad del molde cuando esté seca
 - **Resistencia en verde:** es la capacidad de la arena para conformar grumos para conservar la forma necesaria.
 - **Refractariedad:** La arena debe resistir a elevadas temperaturas sin fundirse.
 - **Resistencia en caliente:** Esta resistencia permite que la arena no se deteriore ni altere sus dimensiones al momento de solidificar el material

- **Desprendimiento:** Es la facilidad de remover o sacudir la arena después que solidificó la pieza. Si la arena contiene aglutinante se endurece mucho al secarlas y se hace complicado la separación de la pieza fundida.
- **Tamaño y forma del grano.** La arena debe tener un tamaño de grano dependiente de la superficie que se trate de producir, y los granos deben ser irregulares hasta tal grado que mantenga suficiente cohesión.

2.2.6.7 Principios de Solidificación

En la Figura: 5 Procesos de Colado se observa los cuatro procesos de colada típicos: (a) y (b) Moldeo de arena verde, en el que la arena arcilla-pegada se embala alrededor de un patrón. Los núcleos de arena pueden producir cavidades internas en la colada. (c) El proceso de moldeo permanente, en el que el metal se vierte en un molde de hierro. (d) Fundición a presión, en la que el metal es inyectado a alta presión en un troquel de acero. (e) fundición de inversión, en la que un patrón de cera está rodeado por una cerámica.

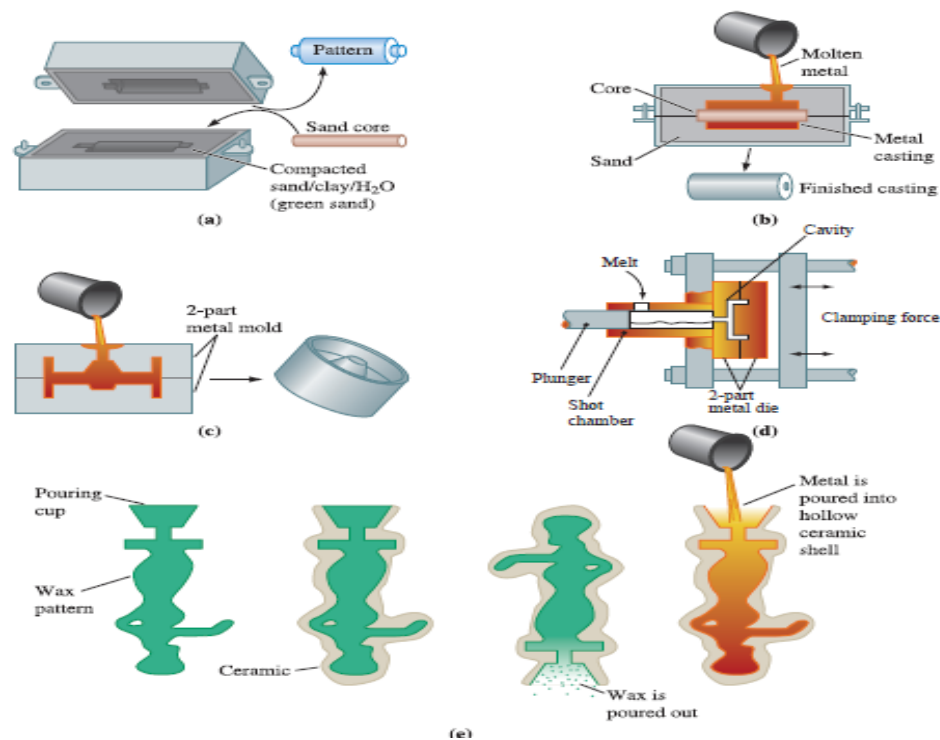


Figura 5: Procesos de Colado [6].

2.2.7 FUNDICIÓN A LA CERA PÉRDIDA

El proceso de fundición mediante el método de cera perdida se lo realizaba en culturas milenarias que conocían sus ventajas son debido al mínimo desperdicio de metal fundido cuando se usa cera perdida. Este método ya era empleado por antiguas regiones del valle del Tigris y el Éufrates, posteriormente se expandió por el Oriente Medio y llegó a China.

Para obtener el molde se lo elabora en cera pérdida o plástico, a partir del molde fabricado con toda exactitud y rasgos de la pieza se lo recubre con dos capas, el primero que permita garantizar el acabado superficial y la segunda de un material refractario que ayude a mantener la rigidez de la pieza.

A continuación en la Figura 6: Proceso del molde se describe el proceso para fundición en cera perdida. La cual se cubre con cera líquida, al compactarse la cera se obtiene una reproducción exacta del molde primitivo. Para un adecuado proceso en el moldeo en cera se le incorpora la red de canales de llenado, bebederos y respiraderos que se necesita para proceder al llenado de metal fundido.

Se procede a sumergir todo el conjunto en un baño cerámico que luego formara el molde final, este proceso se lo debe repetir hasta que el conjunto este totalmente cubierto y el espesor del material cerámico sea el requerido para soportar la presión generada por el metal fundido.

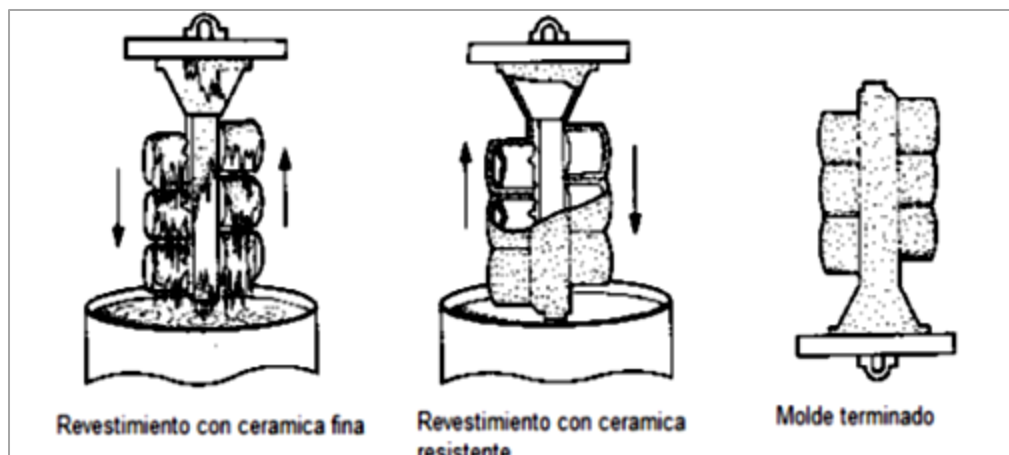


Figura 6: Proceso del molde [7].

Posteriormente como se observa en la Figura 7: Proceso de fundición. , se introduce el molde refractario en un horno a una elevada temperatura que debe ser superior al punto de fusión de la cera lo que permitirá eliminar por completo la cera.

Cuando la cera se ha eliminado totalmente se realiza el vaciado del metal fundido, este entra por los bebederos y se derrama por los canales de colada cubriendo la cavidad del molde donde se encontraba la cera perdida, enfriado el metal se procede a destruir el molde para observar la pieza.

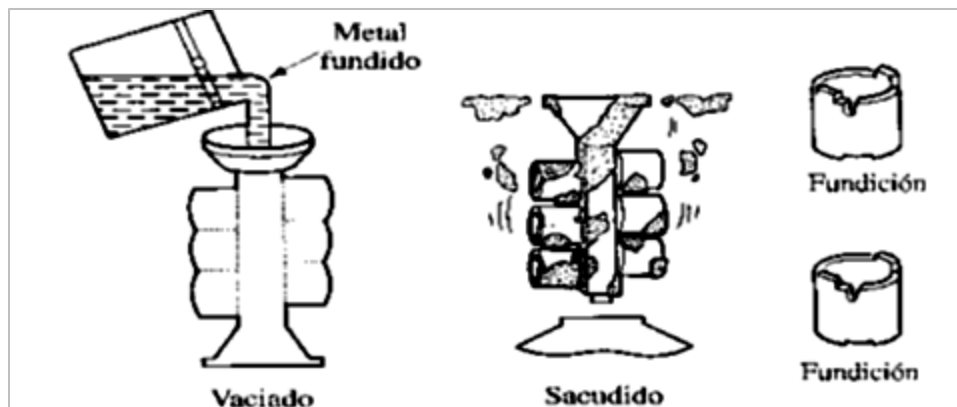


Figura 7: Proceso de fundición.

2.2.7.1 PROCESO CON POLIESTIRENO EXPANDIDO

El poliestireno expandido es un elemento plástico espumado, derivado del poliestireno y usado para realizar empaques en el sector cárnico debido a que mantiene sus propiedades.



Figura 8: Poliestireno [7].

En el proceso de Figura 8: Poliestireno se utiliza un molde en arena que cubre el patrón en poliestireno, siguiendo el proceso se realiza el vaciado del metal dentro del molde en arena y al entrar en contacto el metal fundido con el poliestireno se vaporiza

En este proceso el molde no necesita aglutinantes debido al uso de patrón lo cual permite que la arena sea reciclada.

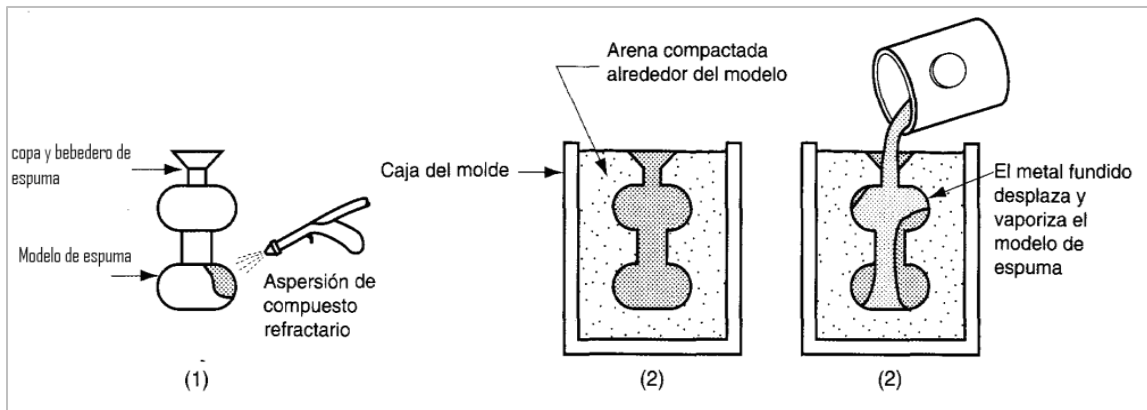


Figura 9: Proceso de fundición con poliestireno expandido [7].

Para la fabricación de piezas mediante cera perdida se debe seguir el siguiente procedimiento que se observa en la Figura 9: Proceso de fundición con poliestireno expandido.

1. El modelo de poliestireno se procede a cubrir completamente con un compuesto refractario.
2. El modelo de espuma se introduce en la caja del molde para seguidamente compactar la arena en su contorno.
3. Se Procede a vaciar el metal fundido en la parte del patrón el cual se desplazará hasta cubrir en su totalidad.

2.2.7.2 FUNDICIÓN EN MOLDE DE YESO:

El proceso de fundición con moldes de yeso es idéntico a la fundición en arena, excepto que el molde está elaborado de yeso ($2CaSO_4 \cdot H_2O$) en lugar de arena. Se añade aditivos como el talco y la arena de sílice con el yeso que permita controlar la contracción y el tiempo de fraguado.

Para fabricar un molde de yeso se puede observar en la Figura 10: Molde de yeso se realiza una mezcla de yeso y agua, preparada la mezcla se vierte en modelo de plástico o metal en una caja de moldeo y se deja fraguar. En este proceso los modelos de madera producen problemas debido a que están en contacto con el agua del yeso. Su gran consistencia permite que la mezcla de yeso fluya fácilmente alrededor del patrón y formando los detalles y el acabado de la superficie [5].



Figura 10: Molde de yeso

Desventajas

- El proceso no es recomendable para un gran volumen de producción.
- El tiempo de fraguado es de 20 minutos antes de sacar el molde
- Dificultad de este método es la humedad la que se elimina a través de un cocido a una cierta temperatura.
- Falta de impermeabilidad en los moldes lo que permite un limitado escape de gases

APLICACIONES:

Los moldes de yeso no tienen la capacidad de soportar temperaturas elevadas como los moldes de arena. Esto hace que estén limitados a fundiciones de bajo punto de fusión como aluminio, magnesio y ciertas aleaciones de cobre. Su área de aplicación engloba moldes de metal para plásticos y hule, impulsores para bombas y turbinas entre otras partes cuyas configuraciones son relativamente complicadas [5].

2.2.7.3 Desgasificación por agentes químicos

Para la desgasificación mediante acción química se usa el cloro o un compuesto que contenga este elemento ya que es eficaz para desgasificantes gaseosos. Sin embargo, tiene una desventaja ya que ataca los elementos metálicos del horno lo cual genera corrosión.

El cloro además de ser desgasificante reacciona con el aluminio, generando elevada temperatura cloruro gaseoso, debido que es más denso que el aire esto hace que el cloro se mantenga en la superficie del baño.

El hexacloroetano (C_2Cl_6) y el cloruro de zinc son los más utilizados como desgasificantes y limpiador tanto en aluminio como para aleaciones ligeras en fundición.

Los resultados al adicionar en un 5% a 10 de hexacloroetano, en remplazo de cloruro de zinc o Mg proporciona una mejor calidad del producto lo cual se describe a continuación [8].

Fluoruro de sodio 35%

Cloruro de sodio 30%

Cloruro de potasio 28%

Hexacloroetano 7%

2.2.8 FUNDENTES UTILIZADOS EN FUNDICIÓN DE ALUMINIO

La función principal de los fundentes en la fundición de aluminio es mantener protegido el metal del medio ambiente y ejecutar la limpieza del baño, de impurezas y de óxido. Estos fundentes dentro del baño se clasifican de la siguiente manera.

2.2.8.1 Fundentes de protección

Estos fundentes tienen la capacidad de proteger el baño de la atmósfera e impedir la oxidación excesiva del baño, sin ocasionar ningún efecto químico en la estructura de la aleación. Los fundentes más utilizados para la fundición en aleaciones de Al-Si son las siguientes mezclas. [8]

- Mezcla de criolita, NaCl y KCl: Impide la absorción de óxido y gases durante el proceso de fusión.
- Mezclas de cloro de potasio, sodio y magnesio: Reduce la influencia de la atmósfera del horno.
- Cloruro de sodio, potasio y zinc, carbonato sódico y fluoruros: Permite eliminar óxidos y gases.
- Cloruro de bario, cloruro de potasio y fluoruro de calcio: Su función con el propósito de introducir elementos de aleaciones.

2.2.8.2 Fundentes modificadores

Estos fundentes tienen la función de generar la modificación del silicio primario, en las aleaciones de aluminio silicio, para este propósito se utilizan sodio, estroncio o potasio.

2.2.8.3 Fundentes afinadores de grano

Las propiedades mecánicas de las aleaciones en un gran porcentaje depende de la dimensión del tamaño de grano, cuanto menor dimensión es el tamaño de grano su resistencia aumenta, para producir este efecto se logra usando elementos como el titanio o boro, los cuales intervienen como nucleadores generando abundantes puntos de nucleación, evitando el crecimiento de los granos.

2.2.9 DESGASIFICADO

El objetivo de principal de desgasificado usando argón o nitrógeno es para reducir el nivel de hidrogeno en el metal líquido que permita reducir el número de inclusiones y porosidades. El uso de este método consiste básicamente en inyectar un flujo de gas que generalmente es argón o nitrógeno en el aluminio fundido el cual extrae el hidrogeno q contiene la colada de aluminio. El mecanismo de desgasificado produce en el metal líquido generando la propagación del Hidrogeno a las burbujas del gas de arrastre, obteniendo como resultado la diferencia de presión parcial del Hidrogeno entre el gas de arrastre y el aluminio líquido como se puede ver en la Figura 11: Ejemplo de desgasificado con argón.



Figura 11: Ejemplo de desgasificado con argón

El parámetro más importante de este procedimiento es la eficiencia del mismo el cual depende del tamaño de las burbujas que provoca la inyección del gas de arrastre, esto hace que entre más pequeña es la burbuja mayor es la eficiencia mientras que si es mayor el tamaño de la burbuja su eficiencia es baja.

Argón.

Este es un gas noble, incoloro, inodoro, no corrosivo y no flamable que no reacciona con ningún elemento, esto hace que no requiera tanques de almacenamiento o equipos de flujo especiales. Su gran eficiencia como desgasificante es muy elevada y su contaminación es nula.

2.3 HIPÓTESIS

La aplicación de desgasificantes químicos mejorará las propiedades mecánicas del aluminio reciclado de perflería.

2.3.1 VARIABLE INDEPENDIENTE

Aplicación de desgasificantes químicos

2.3.2 VARIABLE DEPENDIENTE

Propiedades mecánicas del aluminio reciclado de perflería

2.3.3 NEXO

Mejorará

CAPÍTULO III

3 METODOLOGÍA

3.1 MODALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN.

El proyecto de investigación está basado en las siguientes modalidades de investigación.

3.1.1 INVESTIGACIÓN DE CAMPO.

Este proyecto tuvo la modalidad de investigación de campo debido a que se realizó el estudio en el laboratorio de la Carrera de Ingeniería Mecánica con el propósito de usar los implementos y materiales para el respectivo análisis.

3.1.2 INVESTIGACIÓN BIBLIOGRÁFICA

Para el desarrollo de la investigación se utilizó libros, normas, artículos, páginas web que permitió profundizar sobre el tema propuesto y analizar cada uno de los criterios, conceptualizaciones realizadas por investigaciones anteriores.

3.1.3 INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL

Debido a que se requiere de ensayos se utilizó los siguientes recursos que permitió el desarrollo del tema. El material de ensayo se obtuvo por moldeo en arena usando como figura ejes de aluminio fundido, posteriormente fueron mecanizados según los requerimientos de la norma ASTM E8.

La fundición del aluminio reciclado se realizó en el laboratorio de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica tomando en cuenta las seguridades para su manejo. Las pruebas de ensayo de probetas se realizarán en el laboratorio de la Facultad de Ingeniería

Civil Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato la cual cuenta con el laboratorio para su respectivo estudio.

La investigación presentó un análisis cuantitativo puesto que se determinó la temperatura crítica, así como también el rango óptimo de funcionamiento y se pudo realizar el control de calentamiento de los elementos electrónicos para su buen funcionamiento y alargamiento de la vida útil de los mismos, esto en función de los problemas y los objetivos en estudio que se planteó.

3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA

3.2.1 ESTUDIO DE CASOS

Las muestras a analizar Tabla 3-1: Estudio de casos, son las siguientes que se visualiza, para la población y muestra se selecciona un número de siete probetas por cada ensayo debido a que es un estudio de casos, ya que es una investigación que se basa en teorías, normas y reglamentos y cálculos matemáticos.

Tabla 3-1: Estudio de casos

ITEM	COMBINACIÓN	MUESTRAS		
		Ensayo a tracción	Ensayo metalográfico	Ensayo de dureza
1	Aluminio de perfilería sin desgasificante con arena reciclada	7	7	7
2	Aluminio de perfilería con ARGON durante 5 min con arena reciclada	7	7	7
3	Aluminio de perfilería con 5% COVERAL con arena reciclada	7	7	7
4	Aluminio de perfilería con BÓRAX CON CARBONATO DE CALCIO y arena reciclada	7	7	7
5	Aluminio de perfilería sin desgasificante con arena nueva	7	7	7
6	Aluminio de perfilería con ARGÓN durante 5min con arena nueva	7	7	7

7	Aluminio de perfilería con 5% COVERAL con arena nueva	7	7	7
8	Aluminio de perfilería con 5% BÓRAX CON CARBONATO DE CALCIO con arena nueva	7	7	7

Fuente: El Autor

La arena verde que se usará para realizar los ensayos será con la que cuenta el laboratorio de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

3.3 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

3.3.1 VARIABLE DEPENDIENTE: MEJORAMIENTO DE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS DEL ALUMINIO RECICLADO DE PERFILERÍA

Tabla 3-2: OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE DEPENDIENTE.

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
El mejoramiento de las propiedades mecánicas de los materiales fundidos se logra mediante el uso de tratamientos térmicos o el uso de elementos que permitan mejorar la dureza, tenacidad, resistencia, elasticidad	Propiedades mecánicas	¿Qué dureza tendrá la fundición de aluminio?	11 a 160 HB	Ensayos y observación Directa Máquina del laboratorio (Durómetro) de la FICM Norma ASTM E-10
		¿Qué Resistencia a la tracción soportara?	No excede de los 159 Mpa	Máquina del laboratorio de la FICM (Maquina Universal) Visual Norma ASTM E-08
		Ensayo metalográfico	Grano fino Grano medio Grano grueso	Máquina del laboratorio de la FICM (Microscopio) Observación directa Norma ASTM E-112

Fuente: El Autor

VARIABLE INDEPENDIENTE: APLICANDO DESGASIFICANTES QUÍMICOS.

Tabla 3-3: OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLE INDEPENDIENTE

CONCEPTUALIZACIÓN	DIMENSIONES	INDICADORES	ITEMS	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS
El uso de desgasificantes para las fundiciones permite eliminar el hidrogeno que contiene el material hacer fundido el cual es eliminado mediante el burbujeo.	Desgasificante químico	Tipo de desgasificantes químicos	Argón (5 min) Coveral (1%) Bórax y carbonato de calcio (5%)	Ensayos Observación directa Bibliografías Fichas de registro
	Material	Tipo de Arena	Reciclada Nueva	Bibliografías Fichas de registro Observación directa

Fuente: El Autor

3.4 PLAN DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN.

Para el desarrollo del trabajo investigativo se utilizó los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica donde se evaluará las propiedades mecánicas del aluminio reciclado de perfilería usando desgasificantes químicos y generando combinaciones con arena nueva y reciclada, para el proceso de ensayos estarán basados en las normas ASTM E-08, ASTM E-10 y ASTM E-112.

El material utilizado fué perfilería de aluminio reciclado el cual fué obtenido de los centros de acopio de chatarra y la arena de fundición que se adquirió en la fundidora Tirado.

Se realizó una comparación de los resultados, los cuales se expresaron mediante porcentaje que permita verificar los resultados obtenidos y cumplir los objetivos planteados.

Las técnicas de investigación que se utilizaron fueron; experimental, de campo, y observación directa que estarán registradas en fichas con una metodología estructurada, para el proceso investigativo fue bibliografía de libros e internet con observación directa y permitió aportar un mejor desarrollo del proyecto. A continuación, se describe el proceso de obtención de la información:

- a) Mediante la observación directa se elaboró fichas que permitieron describir el procedimiento y resultados del ensayo y materiales usados durante el proceso de fundición.
- b) Se realizó una comparación de los resultados, los cuales están expresados mediante porcentaje que permitieron verificar los resultados obtenidos y cumplir los objetivos planteados.
- c) Para el proceso de fundición en el crisol de marca Tecnoinox que cuenta el laboratorio de la Carrera de Ingeniería Mecánica se siguió los siguientes pasos:
 - Fundir el aluminio de perfilería reciclado hasta que alcance el punto de fusión que fue controlado con el pirómetro.

- Se aplicó el desgasificante en 1% de coveral, y 5% bórax con carbonato de calcio, en peso del aluminio y dejar actuar durante 5 minutos incluido el argón.
- Se eliminó la escoria presente en el material fundido.
- Se vertió el material fundido en el molde de arena hasta que alcance su total saturación.
- Completado el proceso de fundición se procedió a mecanizar y obtener las probetas para cada uno de los ensayos.

d) Mediante la investigación bibliográfica

- Se investigó las normas utilizadas y datos de los químicos para realizar la aplicación en el proyecto.

3.5 PLAN DE PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

Los datos recolectados se tabularon en fichas que permitieron representar los resultados tanto gráficos y cálculos para un mejor entendimiento.

El procesamiento de la información se representó de la siguiente manera:

- ✓ Fichas de observación presentados para mayor entendimiento de los resultados del ensayo y materiales usados durante el proceso de fundición. Las fichas estuvieron debidamente clasificadas de acuerdo a cada ensayo realizado.
- ✓ Se generó gráficos comparativos de los resultados en porcentajes para obtener el grado de eficiencia de los ensayos.
- ✓ La tabulación de las tablas presentó el comportamiento del material ensayado a tracción, dureza y metalográfico con el propósito de realizar el análisis de cada ensayo mencionado anteriormente.

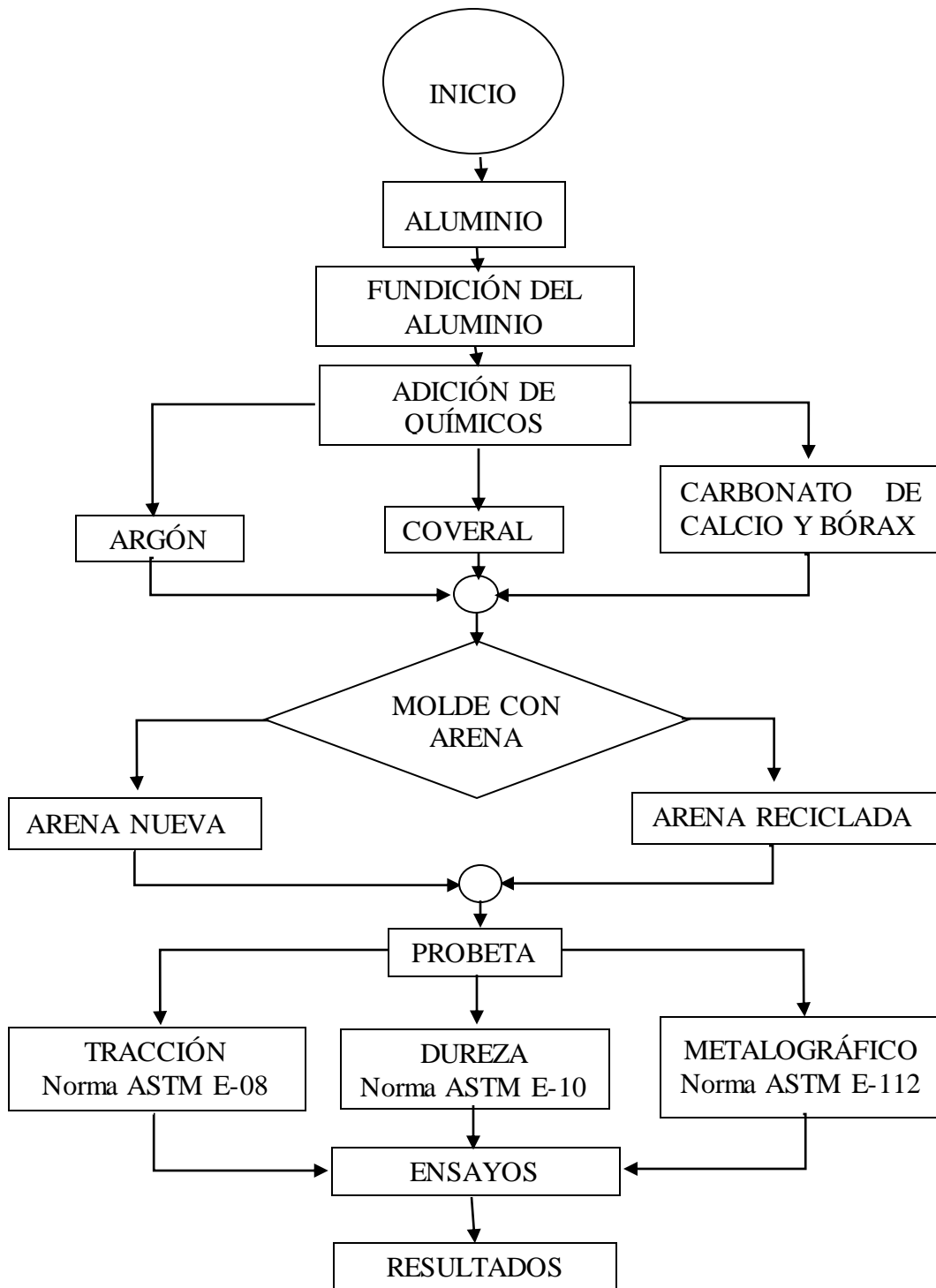


Figura 12: Proceso de fundición y análisis

Fuente: El Autor

En la Figura 12: Proceso de fundición y análisis, se observa los pasos a seguir para cumplir el trabajo de investigación.

CAPÍTULO IV

4 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Tabla 4-1: Tipo de arena

 		
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA		
DATOS INFORMATIVOS		
Centro de estudio y análisis:	Laboratorio de materiales - FICM	
Solicitado por:	UTA - FICM	
Realizado por:	Darwin Ortiz	
Fecha:	05/04/2017	
Tipo de Arena:	Nueva	
Color:	Negra	
Cantidad:	200kg	
Humedad:	8%	
Supervisado por:	Ing.Mg. Christian Castro	
DATOS DE LA PROBETA		
Centro de estudio y análisis:	Laboratorio de materiales - FICM	
Solicitado por:	UTA - FICM	
Realizado por:	Darwin Ortiz	
Fecha:	05/04/2017	
Tipo de Arena:	Reciclada	
Color:	Negra	
Cantidad:	200kg	
Humedad:	8%	
Supervisado por:	Ing.Mg. Christian Castro	

Fuente: El Autor

4.1.1 ANÁLISIS DE DUREZA

Tabla 4-2: Ficha de Ensayo de Dureza

 				
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
ENSAYO DE DUREZA				
Tipo de estudio:	Laboratorio	Ensayo N°:	1	
Identificación del componente de estudio:		Probeta N°:	1	
Tipo de Arena:	Nueva	Humedad:	8%	
Centro de estudio y análisis:	Laboratorio de materiales - FICM			
Solicitado por:	UTA - FICM	Fecha:	05/04/2017	
Realizado por:	Darwin Ortiz	Supervisado por:	Ing.Mg. Christian Castro	
PARÁMETROS AMBIENTALES DEL LUGAR DURANTE EL ENSAYO				
Lugar:	Universidad Técnica de Ambato campus Huachi			
Temperatura Ambiente:	20°C	Radiación:	0.2W/m ²	
Velocidad de aire circundante:	0,1 m/seg	Norma:	ASTM E10	
PARÁMETROS DE ENSAYO DE DUREZA				
Método:	Brinell			
Tipo de Penetrador:	2.5mm			
Cantidad de carga aplicada	612,9N (62,5Kgf)	Tiempo de Ensayo	25min	
DATOS DE LA PROBETA				
Material:	Aluminio			
Químico usado	Ninguno			
Tiempo de acción del químico (min):	Sin químico			
Cantidad de químico:	Ninguno			
Dimensión (mm):	30x30			
Espesor (mm):	6,23(1/4in)			
RESULTADOS DE ENSAYO				
Item	# de identificación	Ø de la identificación	Dureza HB	RESULTADOS
1	1	1,28	45,1	Diámetro de la huella 1,368, dureza de 40,18HB según catalogo
	2	1,47	33,4	
	3	1,4	37,1	
	4	1,28	45,1	
	5	1,41	40,2	

	Mínimo: 33,4	Máximo: 45,1	Promedio: 40,18	
Ítem	# de indentación	Ø de la indentación	Dureza HB	RESULTADOS
2	1	1,41	36,5	Diámetro de la huella 1,37, dureza de 38,66HB según catalogo
	2	1,42	36	
	3	1,29	44,4	
	4	1,33	41,5	
	5	1,44	34,9	
	Mínimo: 34,9	Máximo: 44,4	Promedio: 38,66	
3	1	1,38	38,3	Diámetro de la huella 1,336, dureza de 41,26HB según catalogo
	2	1,29	44,4	
	3	1,33	41,5	
	4	1,29	44,4	
	5	1,39	37,7	
	Mínimo: 37,7	Máximo: 44,4	Promedio: 41,26	
4	1	1,31	42,9	Diámetro de la huella 1,356, dureza de 40,14HB según catalogo
	2	1,28	45,1	
	3	1,32	42,2	
	4	1,39	37,7	
	5	1,48	32,8	
	Mínimo: 32,8	Máximo: 42,9	Promedio: 40,14	
5	1	1,49	32,3	Diámetro de la huella 1,46, dureza de 33,96HB según catalogo
	2	1,48	32,8	
	3	1,36	39,6	
	4	1,49	32,3	
	5	1,48	32,8	
	Mínimo: 32,3	Máximo: 39,6	Promedio: 33,96	
6	1	1,34	40,9	Diámetro de la huella 1,338, dureza de 41,28HB según catalogo
	2	1,23	49,2	
	3	1,4	37,1	
	4	1,36	39,6	
	5	1,36	39,6	
	Mínimo: 37,1	Máximo: 49,2	Promedio: 41,28	
7	1	1,41	36,5	Diámetro de la huella 1,372, dureza de 38,88HB según catalogo
	2	1,4	37,1	
	3	1,38	38,3	
	4	1,31	42,9	
	5	1,36	39,6	
	Mínimo: 36,5	Máximo: 42,9	Promedio: 38,88	

Fuente: El Autor

Tabla 4-3: Resultados de Ensayo de Dureza

Probeta sin adición de químico con arena nueva con Al puro al 8% de humedad								
Dureza Brinell	1	2	3	4	5	6	7	Promedio
	40,18	38,66	41,26	40,14	33,96	41,28	38,88	39,194HB

Fuente: El Autor

Tabla 4-4: Ficha de Ensayo de Dureza

 				
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
ENSAYO DE DUREZA				
Tipo de estudio:	Laboratorio	Ensayo N°:	2	
Identificación del componente de estudio:		Probeta N°	1	
Tipo de Arena:	Nueva	Humedad:	8%	
Centro de estudio y análisis:	Laboratorio de materiales - FICM			
Solicitado por:	UTA - FICM	Fecha:	05/04/2017	
Realizado por:	Darwin Ortiz	Supervisado por:	Ing.Mg. Christian Castro	
PARÁMETROS AMBIENTALES DEL LUGAR DURANTE EL ENSAYO				
Lugar:	Universidad Técnica de Ambato campus Huachi			
Temperatura Ambiente:	20°C	Radiación:	0.2W/m ²	
Velocidad de aire circundante:	0,1 m/seg	Norma:	ASTM E10	
PARÁMETROS DE ENSAYO DE DUREZA				
Método:	Brinell			
Tipo de Penetrador:	2.5mm			
Cantidad de carga aplicada:	612,9N (62,5Kgf)	Tiempo de Ensayo	25min	
DATOS DE LA PROBETA				
Material:	Aluminio			
Químico usado:	Argón			
Tiempo de acción del químico (min):	5min			
Cantidad de químico:	19LPM			
Dimensión (mm):	30x30			
Espesor (mm):	6,23(1/4in)			
				
RESULTADOS DE ENSAYO				
Ítem	# de indentación	Ø de la indentación	Dureza HB	RESULTADOS
1	1	1,18	53,8	Diámetro de la huella 1,178, dureza de 54,04HB según catalogo
	2	1,16	55,8	
	3	1,21	51	
	4	1,17	54,8	
	5	1,17	54,8	
	Mínimo: 51	Máximo: 55,8	Promedio: 54,04	
2	1	1,21	51	Diámetro de la huella 1,18, dureza
	2	1,18	53,8	
	3	1,2	51,9	

	4	1,21	51	de 54,02HB según catalogo
	5	1,1	62,4	
	Mínimo: 51	Máximo: 62,4	Promedio: 54,02	
Ítem	# de indentación	Ø de la indentación	Dureza HB	RESULTADOS
3	1	1,1	62,4	Diámetro de la huella 1,136, dureza de 58,7HB según catalogo
	2	1,12	60,1	
	3	1,18	53,8	
	4	1,07	66,2	
	5	1,21	51	
	Mínimo: 51	Máximo: 66,2	Promedio: 58,7	
4	1	1,14	57,9	Diámetro de la huella 1,124, dureza de 59,7HB según catalogo
	2	1,14	57,9	
	3	1,11	61,2	
	4	1,09	63,6	
	5	1,14	57,9	
	Mínimo: 57,9	Máximo: 63,6	Promedio: 59,7	
5	1	1,2	51,9	Diámetro de la huella 1,17, dureza de 55,06HB según catalogo
	2	1,1	62,4	
	3	1,21	51	
	4	1,13	59	
	5	1,21	51	
	Mínimo: 51	Máximo: 62,4	Promedio: 55,06	
6	1	1,13	59	Diámetro de la huella 1,13, dureza de 59,24HB según catalogo
	2	1,2	51,9	
	3	1,07	66,2	
	4	1,12	60,1	
	5	1,13	59	
	Mínimo: 51,9	Máximo: 66	Promedio: 59,24	
7	1	1,17	54,76	Diámetro de la huella 1,142, dureza de 57,93HB según catalogo
	2	1,1	62,4	
	3	1,09	63,6	
	4	1,14	57,9	
	5	1,21	51	
	Mínimo: 54,7	Máximo: 63,6	Promedio: 57,93	

Fuente: El Autor

Tabla 4-5: Resultados de Ensayo de Dureza

Probeta con Argón y arena nueva al 8% de humedad								
Dureza Brinell	1	2	3	4	5	6	7	Promedio
	54,04	54,02	58,7	59,7	55,06	59,24	57,93	56,95HB

Fuente: El Autor

Tabla 4-6: Ficha de Ensayo de Dureza

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;">   </div> <p style="text-align: center;">UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA</p>				
ENSAYO DE DUREZA				
Tipo de estudio:	Laboratorio	Ensayo N°:	1	
Identificación del componente de estudio:		Probeta N°:	1	
Tipo de Arena:	Nueva	Humedad:	8%	
Centro de estudio y análisis:	Laboratorio de materiales - FICM			
Solicitado por:	UTA - FICM	Fecha:	05/04/2017	
Realizado por:	Darwin Ortiz	Supervisado por:	Ing.Mg. Christian Castro	
PARÁMETROS AMBIENTALES DEL LUGAR DURANTE EL ENSAYO				
Lugar:	Universidad Técnica de Ambato campus Huachi			
Temperatura Ambiente:	20°C	Radiación:	0.2W/m²	
Velocidad de aire circundante:	0,1 m/seg	Norma:	ASTM E10	
PARÁMETROS DE ENSAYO DE DUREZA				
Método :	Brinell			
Tipo de Penetrador:	2.5mm			
Cantidad de carga aplicada	612,9N (62,5Kgf)	Tiempo de Ensayo	25min	
DATOS DE LA PROBETA				
Material:	Aluminio			
Químico usado:	Carbonato de Calcio y Bórax			
Tiempo de acción del químico (min):	5min			
Cantidad de químico:	5%			
Dimensión (mm):	30x30			
Espesor (mm):	6,23(1/4in)			
				
RESULTADOS DE ENSAYO				
Ítem	# de identificación	Ø de la identificación	Dureza HB	RESULTADOS
1	1	1,24	48,3	Diámetro de la huella 1,218, dureza de 50,38HB según catalogo
	2	1,18	53,8	
	3	1,19	52,8	
	4	1,2	51,9	
	5	1,28	45,1	
	Mínimo: 45,1	Máximo: 53,8	Promedio	

Ítem	# de indentación	Ø de la indentación	Dureza HB	RESULTADOS
2	1	1,2	51,9	Diámetro de la huella 1,276, dureza de 45,92HB según catalogo
	2	1,3	43,7	
	3	1,4	37,1	
	4	1,27	45,9	
	5	1,21	51	
	Mínimo: 37,1	Máximo: 51,9	Promedio	
3	1	1,41	36,5	Diámetro de la huella 1,39, dureza de 37,8HB según catalogo
	2	1,38	38,3	
	3	1,32	42,2	
	4	1,4	37,1	
	5	1,44	34,9	
	Mínimo: 34,9	Máximo: 42,2	Promedio	
4	1	1,28	45,1	Diámetro de la huella 1,258, dureza de 46,96HB según catalogo
	2	1,21	51	
	3	1,24	48,3	
	4	1,26	46,7	
	5	1,3	43,7	
	Mínimo: 43,7	Máximo: 51	Promedio	
5	1	1,25	47,5	Diámetro de la huella 1,296, dureza de 44,1HB según catalogo
	2	1,28	45,1	
	3	1,33	41,5	
	4	1,25	47,5	
	5	1,37	38,9	
	Mínimo: 38,9	Máximo: 47,5	Promedio	
6	1	1,31	42,9	Diámetro de la huella 1,362, dureza de 39,64HB según catalogo
	2	1,46	33,8	
	3	1,32	42,2	
	4	1,32	42,2	
	5	1,4	37,1	
	Mínimo: 33,8	Máximo: 42,9	Promedio	
7	1	1,34	40,9	Diámetro de la huella 1,36, dureza de 39,6HB según catalogo
	2	1,36	39,6	
	3	1,35	40,2	
	4	1,4	37,1	
	5	1,35	40,2	
	Mínimo: 37,1	Máximo: 40,9	Promedio	




Fuente: El Autor

Tabla 4-7: Resultados de Ensayo de Dureza

Probeta con Carbonato de Calcio y Bórax con arena nueva al 8% de humedad								
Dureza Brinell	1	2	3	4	5	6	7	Promedio
	50,38	45,92	37,8	46,96	44,1	39,64	39,6	43,486HB

Fuente: El Autor

Tabla 4-8: Resultados de Ensayo de Dureza

 				
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
ENSAYO DE DUREZA				
Tipo de estudio:	Laboratorio	Ensayo N°:	1	
Identificación del componente de estudio:		Probeta N°:	1	
Tipo de Arena:	Nueva	Humedad:	8%	
Centro de estudio y análisis:	Laboratorio de materiales - FICM			
Solicitado por:	UTA - FICM	Fecha:	05/04/2017	
Realizado por:	Darwin Ortiz	Supervisado por:	Ing.Mg. Christian Castro	
PARÁMETROS AMBIENTALES DEL LUGAR DURANTE EL ENSAYO				
Lugar:	Universidad Técnica de Ambato campus Huachi			
Temperatura Ambiente:	20°C	Radiación:	0.2W/m ²	
Velocidad de aire circundante:	0,1 m/seg	Norma:	ASTM E10	
PARÁMETROS DE ENSAYO DE DUREZA				
Método :	Brinell			
Tipo de Penetrador:	2.5mm			
Cantidad de carga aplicada:	612,9N (62,5Kgf)	Tiempo de Ensayo:	25min	
DATOS DE LA PROBETA				
Material:	Aluminio			
Químico usado:	Coveral			
Tiempo de acción del químico (min):	5min			
Cantidad de químico:	1%			
Dimensión (mm):	30x30			
Espesor (mm):	6,23(1/4in)			
RESULTADOS DE ENSAYO				
Ítem	# de indentación	Ø de la indentación	Dureza HB	RESULTADOS
1	1	1,37	38,9	Diámetro de la huella 1,392, dureza de 37,72HB según catalogo
	2	1,45	34,3	
	3	1,33	41,5	
	4	1,36	39,6	
		1,45	34,3	
		Mínimo: 34,3	Máximo: 41,5	

Ítem	# de indentación	Ø de la indentación	Dureza HB	RESULTADOS
2	1	1,31	42,9	Diámetro de la huella 1,346, dureza de 40,9HB según catalogo
	2	1,43	35,4	
	3	1,22	50,1	
	4	1,41	36,5	
	5	1,36	39,6	
	Mínimo: 35,4	Máximo: 50,1	Promedio: 40,9	
3	1	1,28	45,1	Diámetro de la huella 1,344, dureza de 40,84HB según catalogo
	2	1,34	40,9	
	3	1,44	34,9	
	4	1,3	43,7	
	5	1,36	39,6	
	Mínimo: 34,9	Máximo: 45,1	Promedio: 40,84	
4	1	1,24	48,3	Diámetro de la huella 1,312, dureza de 43,5HB según catalogo
	2	1,4	37,1	
	3	1,27	45,9	
	4	1,45	34,3	
	5	1,2	51,9	
	Mínimo: 34,3	Máximo: 51,9	Promedio: 43,5	
5	1	1,29	44,4	Diámetro de la huella 1,292, dureza de 44,68HB según catalogo
	2	1,38	38,3	
	3	1,3	43,7	
	4	1,17	54,8	
	5	1,32	42,2	
	Mínimo: 38,3	Máximo: 54,8	Promedio: 44,68	
6	1	1,35	40,2	Diámetro de la huella 1,318, dureza de 42,44HB según catalogo
	2	1,26	46,7	
	3	1,31	42,9	
	4	1,35	40,2	
	5	1,32	42,2	
	Mínimo: 40,2	Máximo: 46,7	Promedio: 42,44	
7	1	1,37	38,9	Diámetro de la huella 1,348, dureza de 40,46HB según catalogo
	2	1,32	42,2	
	3	1,31	42,9	
	4	1,43	35,4	
	5	1,31	42,9	
	Mínimo: 35,4	Máximo: 42,9	Promedio: 40,46	

Fuente: El Autor

Tabla 4-9: Resultados de Ensayo de Dureza

Probeta con Coveral y arena nueva al 8% de humedad								
Dureza Brinell	1	2	3	4	5	6	7	Promedio
	37,72	40,9	40,84	43,5	44,68	42,44	40,46	41,506HB

Fuente: El Autor

Tabla 4-10: Resultados de Ensayo de Dureza

 				
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
ENSAYO DE DUREZA				
Tipo de estudio:	Laboratorio	Ensayo N°:	1	
Identificación del componente de estudio:		Probeta N°:	1	
Tipo de Arena:	Reciclada	Humedad:	8%	
Centro de estudio y análisis:	Laboratorio de materiales - FICM			
Solicitado por:	UTA - FICM	Fecha:	05/04/2017	
Realizado por:	Darwin Ortiz	Supervisado por:	Ing.Mg. Christian Castro	
PARÁMETROS AMBIENTALES DEL LUGAR DURANTE EL ENSAYO				
Lugar:	Universidad Técnica de Ambato campus Huachi			
Temperatura Ambiente:	20°C	Radiación:	0.2W/m ²	
Velocidad de aire circundante:	0,1 m/seg	Norma:	ASTM E10	
PARÁMETROS DE ENSAYO DE DUREZA				
Método:	Brinell			
Tipo de Penetrador:	2.5mm			
Cantidad de carga aplicada:	612,9N (62,5Kgf)	Tiempo de Ensayo:	25min	
DATOS DE LA PROBETA				
Material:	Aluminio			
Químico usado:	Ninguno			
Tiempo de acción del químico (min):	Sin químico			
Cantidad de químico:	Ninguno			
Dimensión (mm):	30x30			
Espesor (mm):	6,23(1/4in)			
RESULTADOS DE ENSAYO				
Ítem	# de identificación	Ø de la indentación	Dureza HB	RESULTADOS
1	1	1,49	32,2	Diámetro de la huella 1,492, dureza de 32,18HB según catalogo
	2	1,5	31,8	
	3	1,48	32,8	
	4	1,49	32,3	
	5	1,5	31,8	
	Mínimo: 31,8	Máximo: 32,8	Promedio: 32,18	

Ítem	# de indentación	Ø de la indentación	Dureza HB	RESULTADOS
2	1	1,42	35,9	Diámetro de la huella 1,422, dureza de 35,87HB según catalogo
	2	1,43	35,4	
	3	1,41	36,5	
	4	1,44	34,8	
	5	1,41	36,5	
	Mínimo: 34,8	Máximo: 36,5	Promedio: 35,87	
3	1	1,27	45,92	Diámetro de la huella 1,326, dureza de 41,99HB según catalogo
	2	1,29	44,40	
	3	1,33	41,55	
	4	1,33	41,55	
	5	1,41	36,54	
	Mínimo:36,54	Máximo:45,9	Promedio: 41,9	
4	1	1,37	38,9	Diámetro de la huella 1,392, dureza de 37,58HB según catalogo
	2	1,39	37,7	
	3	1,41	36,5	
	4	1,39	37,7	
	5	1,4	37,1	
	Mínimo: 36,5	Máximo: 38,9	Promedio: 37,58	
5	1	1,35	40,2	Diámetro de la huella 1,412, dureza de 36,58HB según catalogo
	2	1,48	32,8	
	3	1,36	39,6	
	4	1,42	36	
	5	1,45	34,3	
	Mínimo: 32,8	Máximo: 40,2	Promedio: 36,58	
6	1	1,4	37,1	Diámetro de la huella 1,388, dureza de 38,3HB según catalogo
	2	1,23	49,2	
	3	1,44	34,9	
	4	1,42	36	
	5	1,45	34,3	
	Mínimo: 34,3	Máximo: 49,2	Promedio: 38,3	
7	1	1,33	41,5	Diámetro de la huella 1,368, dureza de 39,2HB según catalogo
	2	1,31	42,9	
	3	1,36	39,6	
	4	1,42	36	
	5	1,42	36	
	Mínimo: 36	Máximo: 42,9	Promedio: 39,2	




Fuente: El Autor

Tabla 4-11: Resultados de Ensayo de Dureza

Probeta con aluminio puro y arena reciclada al 8% de humedad								
Dureza Brinell	1	2	3	4	5	6	7	Promedio
	32,18	35,87	41,99	37,58	36,58	38,3	39,2	37,38HB

Fuente: El Autor

Tabla 4-12: Resultados de Ensayo de Dureza

 				
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
ENSAYO DE DUREZA				
Tipo de estudio:	Laboratorio	Ensayo N°:	1	
Identificación del componente de estudio:		Probeta N°:	1	
Tipo de Arena:	Reciclada	Humedad:	8%	
Centro de estudio y análisis:	Laboratorio de materiales - FICM			
Solicitado por:	UTA - FICM	Fecha:	05/04/2017	
Realizado por:	Darwin Ortiz	Supervisado por:	Ing.Mg. Christian Castro	
PARÁMETROS AMBIENTALES DEL LUGAR DURANTE EL ENSAYO				
Lugar:	Universidad Técnica de Ambato campus Huachi			
Temperatura Ambiente	20°C	Radiación:	0.2W/m ²	
Velocidad de aire circundante	0,1 m/seg	Norma:	ASTM E10	
PARÁMETROS DE ENSAYO DE DUREZA				
Método :	Brinell			
Tipo de Penetrador:	2.5mm			
Cantidad de carga aplicada	612,9N (62,5Kgf)	Tiempo de Ensayo:	25min	
DATOS DE LA PROBETA				
Material:	Aluminio			
Químico usado:	Argón			
Tiempo de acción del químico (min):	5min			
Cantidad de químico:	19LPM			
Dimensión (mm):	30x30			
Espesor (mm):	6,23 (1/4in)			
RESULTADOS DE ENSAYO				
Ítem	# de identificación	Ø de la identificación	Dureza HB	RESULTADOS
1	1	1,27	45,9	Diámetro de la huella 1,284, dureza de 44,84HB según catalogo
	2	1,29	44,4	
	3	1,27	45,9	
	4	1,28	45,1	
	5	1,31	42,9	
	Mínimo: 42,9	Máximo: 45,9	Promedio: 44,84	

Ítem	# de indentación	Ø de la indentación	Dureza HB	RESULTADOS
2	1	1,21	51	Diámetro de la huella 1,228, dureza de 49,52HB según catalogo
	2	1,24	48,3	
	3	1,22	50,1	
	4	1,18	53,8	
	5	1,29	44,4	
	Mínimo: 44,4	Máximo: 53,8	Promedio: 49,52	
3	1	1,32	42,2	Diámetro de la huella 1,304, dureza de 43,38HB según catalogo
	2	1,28	45,1	
	3	1,3	43,7	
	4	1,29	44,4	
	5	1,33	41,5	
	Mínimo: 41,5	Máximo: 45,1	Promedio: 43,38	
4	1	1,26	46,7	Diámetro de la huella 1,292, dureza de 44,42HB según catalogo
	2	1,33	41,5	
	3	1,31	42,9	
	4	1,22	50,1	
	5	1,34	40,9	
	Mínimo: 40,9	Máximo: 50,1	Promedio: 44,42	
5	1	1,28	45,1	Diámetro de la huella 1,302, dureza de 43,52HB según catalogo
	2	1,3	43,7	
	3	1,32	42,2	
	4	1,3	43,7	
	5	1,31	42,9	
	Mínimo: 42,2	Máximo: 45,1	Promedio: 43,52	
6	1	1,26	46,7	Diámetro de la huella 1,268, dureza de 46,12HB según catalogo
	2	1,31	42,9	
	3	1,28	45,1	
	4	1,26	46,7	
	5	1,23	49,2	
	Mínimo: 42,9	Máximo: 49,2	Promedio: 46,12	
7	1	1,28	45,1	Diámetro de la huella 1,236, dureza de 49,24HB según catalogo
	2	1,1	62,4	
	3	1,25	47,5	
	4	1,3	43,7	
	5	1,25	47,5	
	Mínimo: 43,7	Máximo: 62,4	Promedio: 49,24	

Fuente: El Autor

Tabla 4-13: Resultados de Ensayo de Dureza

Probeta con Argón y arena reciclada al 8% de humedad								
Dureza Brinell	1	2	3	4	5	6	7	Promedio
	44,84	49,52	43,38	44,42	43,52	46,12	49,24	45,86HB

Fuente: El Autor

Tabla 4-14: Resultados de Ensayo de Dureza

  UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
ENSAYO DE DUREZA				
Tipo de estudio:	Laboratorio	Ensayo N°:	1	
Identificación del componente de estudio:		Probeta N°:	1	
Tipo de Arena:	Reciclada	Humedad:	8%	
Centro de estudio y análisis:	Laboratorio de materiales - FICM			
Solicitado por:	UTA - FICM	Fecha:	05/04/2017	
Realizado por:	Darwin Ortiz	Supervisado por:	Ing.Mg. Christian Castro	
PARÁMETROS AMBIENTALES DEL LUGAR DURANTE EL ENSAYO				
Lugar:	Universidad Técnica de Ambato campus Huachi			
Temperatura Ambiente:	20°C	Radiación:	0.2W/m ²	
Velocidad de aire circundante:	0,1 m/seg	Norma:	ASTM E10	
PARÁMETROS DE ENSAYO DE DUREZA				
Método :	Brinell			
Tipo de Penetrador:	2.5mm			
Cantidad de carga aplicada	612,9N (62,5Kgf)	Tiempo de Ensayo:	25min	
DATOS DE LA PROBETA				
Material:	Aluminio			
Químico usado:	Carbonato de calcio y bórax			
Tiempo de acción del químico (min):	5%			
Cantidad de químico:	5min			
Dimensión (mm):	30x30			
Espesor (mm):	6,23 (1/4 in)			
RESULTADOS DE ENSAYO				
Ítem	# de indentación	Ø de la indentación	Dureza HB	RESULTADOS
1	1	1,33	41,5	Diámetro de la huella 1,364, dureza de 39,32HB según catalogo
	2	1,38	38,3	
	3	1,36	39,6	
	4	1,37	38,9	
	5	1,38	38,3	
	Mínimo: 38,3	Máximo: 41,5	Promedio: 39,32	

Ítem	# de indentación	Ø de la indentación	Dureza HB	RESULTADOS
2	1	1,43	35,4	Diámetro de la huella 1,408, dureza de 36,72HB según catalogo
	2	1,42	36	
	3	1,35	40,2	
	4	1,4	37,1	
	5	1,44	34,9	
	Mínimo: 34,9	Máximo: 40,2	Promedio: 36,72	
3	1	1,42	36	Diámetro de la huella 1,374, dureza de 38,84HB según catalogo
	2	1,39	37,7	
	3	1,31	42,9	
	4	1,32	42,2	
	5	1,43	35,4	
	Mínimo: 35,4	Máximo: 42,9	Promedio: 38,84	
4	1	1,32	42,2	Diámetro de la huella 1,302, dureza de 43,68HB según catalogo
	2	1,37	38,9	
	3	1,25	47,5	
	4	1,33	41,5	
	5	1,24	48,3	
	Mínimo: 38,9	Máximo: 48,3	Promedio: 43,68	
5	1	1,28	45,1	Diámetro de la huella 1,346, dureza de 40,62HB según catalogo
	2	1,3	43,7	
	3	1,38	38,3	
	4	1,38	38,3	
	5	1,39	37,7	
	Mínimo: 37,7	Máximo: 45,1	Promedio: 40,62	
6	1	1,37	38,9	Diámetro de la huella 1,368, dureza de 39,06HB según catalogo
	2	1,38	38,3	
	3	1,37	38,9	
	4	1,36	39,6	
	5	1,36	39,6	
	Mínimo: 38,3	Máximo: 39,6	Promedio: 39,06	
7	1	1,42	36	Diámetro de la huella 1,424, dureza de 35,76HB según catalogo
	2	1,45	34,3	
	3	1,4	37,1	
	4	1,41	36,5	
	5	1,44	34,9	
	Mínimo: 34,3	Máximo: 37,1	Promedio: 35,76	



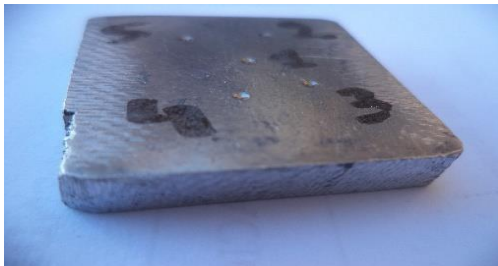
Fuente: El Autor

Tabla 4-15: Resultados de Ensayo de Dureza

Probeta con Argón y arena reciclada al 8% de humedad								
Dureza Brinell	1	2	3	4	5	6	7	Promedio
	39,32	36,72	38,84	43,68	40,62	39,06	35,76	39,142HB

Fuente: El Autor

Tabla 4-16: Resultados de Ensayo de Dureza

  UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA				
ENSAYO DE DUREZA				
Tipo de estudio:	Laboratorio	Ensayo N°:	1	
Identificación del componente de estudio:		Probeta N°:	1	
Tipo de Arena:	Reciclada	Humedad:	8%	
Centro de estudio y análisis:	Laboratorio de materiales - FICM			
Solicitado por:	UTA - FICM	Fecha:	05/04/2017	
Realizado por:	Darwin Ortiz	Supervisado por:	Ing.Mg. Christian Castro	
PARÁMETROS AMBIENTALES DEL LUGAR DURANTE EL ENSAYO				
Lugar:	Universidad Técnica de Ambato campus Huachi			
Temperatura Ambiente:	20°C	Radiación:	0.2W/m ²	
Velocidad de aire circundante:	0,1 m/seg	Norma:	ASTM E10	
PARÁMETROS DE ENSAYO DE DUREZA				
Método :	Brinell			
Tipo de Penetrador:	2.5mm			
Cantidad de carga aplicada:	612,9N (62,5Kgf)	Tiempo de Ensayo:	25min	
DATOS DE LA PROBETA				
Material:	Aluminio			
Químico usado:	Coveral			
Tiempo de acción del químico (min):	5min			
Cantidad de químico:	1%			
Dimensión (mm):	30x30			
Espesor (mm):	6,23 (1/4)			
RESULTADOS DE ENSAYO				
Ítem	# de indentación	Ø de la indentación	Dureza HB	RESULTADOS
1	1	1,29	44,4	Diámetro de la huella 1,292, dureza de 44,4HB según catalogo
	2	1,25	47,5	
	3	1,31	42,9	
	4	1,24	48,3	
	5	1,37	38,9	
		Mínimo: 38,9	Máximo: 48,3	

Ítem	# de indentación	Ø de la indentación	Dureza HB	RESULTADOS
2	1	1,38	38,3	Diámetro de la huella 1,388, dureza de 37,82HB según catalogo
	2	1,4	37,1	
	3	1,39	37,7	
	4	1,38	38,3	
	5	1,39	37,7	
	Mínimo: 37,1	Máximo: 38,3	Promedio: 37,82	
3	1	1,29	44,4	Diámetro de la huella 1,344, dureza de 40,72HB según catalogo
	2	1,4	37,1	
	3	1,39	37,7	
	4	1,33	41,5	
	5	1,31	42,9	
	Mínimo: 37,1	Máximo: 44,4	Promedio: 40,72	
4	1	1,3	43,7	Diámetro de la huella 1,352, dureza de 40,26HB según catalogo
	2	1,3	43,7	
	3	1,4	37,1	
	4	1,41	36,6	
	5	1,35	40,2	
	Mínimo: 36,6	Máximo: 43,7	Promedio: 40,26	
5	1	1,36	39,6	Diámetro de la huella 1,278, dureza de 45,82HB según catalogo
	2	1,2	51,9	
	3	1,38	38,3	
	4	1,23	49,2	
	5	1,22	50,1	
	Mínimo: 38,3	Máximo: 51,9	Promedio: 45,82	
6	1	1,39	37,7	Diámetro de la huella 1,383, dureza de 38HB según catalogo
	2	1,43	35,4	
	3	1,33	41,5	
	4	1,39	37,7	
	5	1,39	37,7	
	Mínimo: 35,4	Máximo: 41,5	Promedio: 38	
7	1	1,39	37,7	Diámetro de la huella 1,316, dureza de 42,8HB según catalogo
	2	1,22	50,1	
	3	1,31	42,9	
	4	1,37	38,9	
	5	1,29	44,4	
	Mínimo: 37,7	Máximo: 50,1	Promedio: 42,8	

Fuente: El Autor




Tabla 4-17: Resultados de Ensayo de Dureza

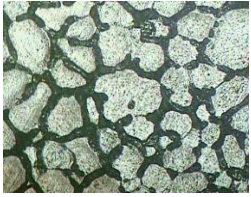
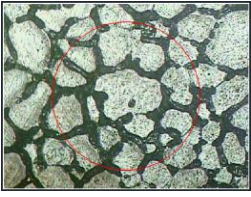
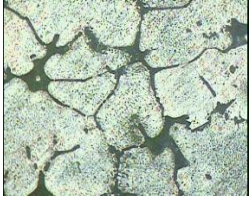
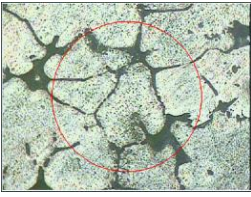

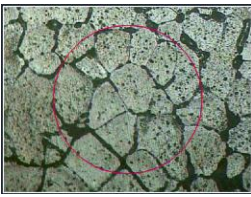

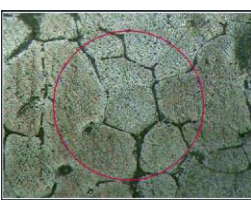

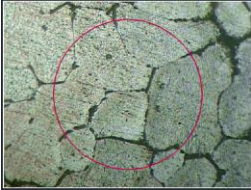
Probeta con Argón y arena reciclada al 8% de humedad								
Dureza Brinell	1	2	3	4	5	6	7	Promedio
	44,4	37,82	40,72	40,26	45,82	38	42,8	41,40HB

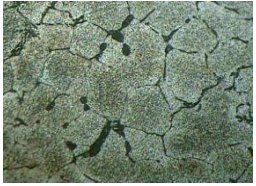
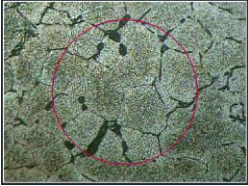
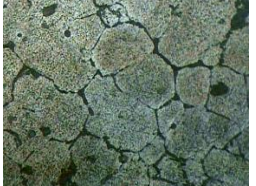
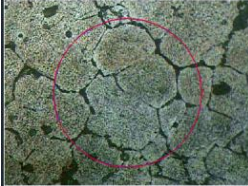
Fuente: El Autor

4.1.2 ANÁLISIS METALOGRÁFICO

Tabla 4-18: Ficha de análisis Metalográfico

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA					
ENSAYO METALOGRÁFICO					
Tipo de estudio:	Laboratorio	Ensayo N°:	1		
Identificación del componente de estudio:		Probeta N°:	1		
Tipo de Arena:	Reciclada	Humedad:	8%		
Centro de estudio y análisis:	Laboratorio de materiales - FICM				
Solicitado por:	UTA - FICM	Fecha:	05/04/2017		
Realizado por:	Darwin Ortiz	Supervisado por:	Ing.Mg. Christian Castro		
PARÁMETROS AMBIENTALES DEL LUGAR DURANTE EL ENSAYO					
Lugar:	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo				
Temperatura Ambiente:	20°	Radiación:	0.2W/m ²		
Velocidad de aire circundante:	0,1 m/seg	Norma:	ASTM E112		
PARÁMETROS DE ENSAYO METALOGRÁFICO					
Realizado bajo la norma:	ASTM	Designación:	E3		
Preparación de la superficie:	Pulido Mecánico				
Temperatura durante el ensayo	17°	Corte de probeta:	Manual		
Lavado:	Agua / Alcohol	Tiempo de pulido:	30 min		
Ataque:	HF	Tiempo de Ataque:	60 seg		
Rinse:	Kellers	Tiempo de Rinse:	10seg		
Tiempo de secado	15 seg	Área seleccionada:	Centro		
DATOS DE LA PROBETA					
Material:	Aluminio				
Químico usado:	Ninguno				
Tiempo de acción del químico (min):	Ninguno				
Cantidad de químico:	0%				
Diámetro (mm):	30				
Espesor (mm):	11				
RESULTADOS DE ENSAYO					
Ítem	Microestructura Obtenida	Microestructura	RESULTADOS		

1			<p> $N_{ins} = 3$ $N_{int} = 9$ $NAE = f \left(N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 2$ por jeffries (200x) $NAE = 8 \left(3 + \frac{9}{2} \right)$ $NAE = 60$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = (1,000 + 3,3219 \log 60)$ $G = 6,90$ </p>
2			<p> $N_{ins} = 1$ $N_{int} = 8$ $NAE = f \left(N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8$ por jeffries (200x) $NAE = 8 \left(1 + \frac{8}{2} \right)$ $NAE = 40$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 40$ $G = 6,32$ </p>
3			<p> $N_{ins} = 7$ $N_{int} = 9$ $NAE = f \left(N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8$ por jeffries (200x) $NAE = 8 \left(3 + \frac{9}{2} \right)$ $NAE = 60$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 60$ $G = 6,90$ </p>
4			<p> $N_{ins} = 1$ $N_{int} = 6$ $NAE = f \left(N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8$ por jeffries (200x) $NAE = 8 \left(1 + \frac{6}{2} \right)$ $NAE = 32$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 5,99 \cong 6$ </p>
5			<p> $N_{ins} = 1$ $N_{int} = 8$ $NAE = f \left(N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8$ por jeffries (200x) $NAE = 8 \left(1 + \frac{8}{2} \right)$ $NAE = 40$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 56$ $G = 6,32$ </p>

6			$N_{ins} = 3 \quad N_{int} = 10$ $NAE = f \left(N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8 \text{ por jeffries (200x)}$ $NAE = 8 \left(3 + \frac{10}{2} \right)$ $NAE = 64$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 64$ $G = 6,99 \cong 7$
7			$N_{ins} = 3 \quad N_{int} = 7$ $NAE = f \left(N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8 \text{ por jeffries (200x)}$ $NAE = 8 \left(3 + \frac{7}{2} \right)$ $NAE = 52$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 52$ $G = 6,70$

Fuente: El Autor

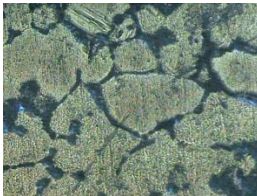

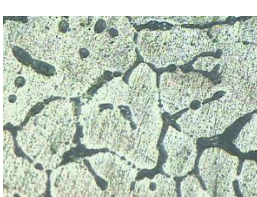
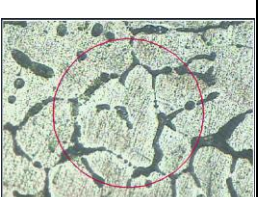
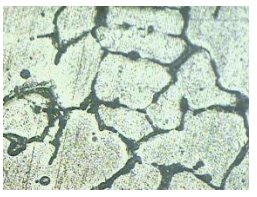
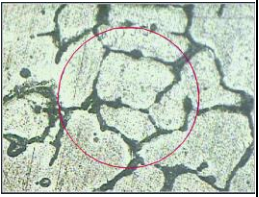
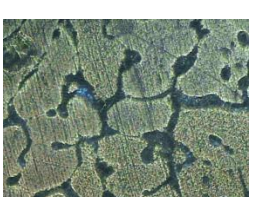



Tabla 4-19: Resultados de Ensayo Metalográfico

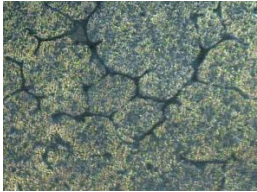



RESULTADOS DE LAS PROBETAS DE ALUMINIO PURO CON ARENA RECICLADA								
ÍTEM	1	2	3	4	5	6	7	\bar{x} (Promedio)
Tamaño de Grano	6,90	6,32	6,90	6	6,32	7	6,70	6,59

Fuente: El Autor

Tabla 4-20: Ficha de análisis Metalográfico

 			
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
ENSAYO METALGRÁFICO			
Tipo de estudio:	Laboratorio	Ensayo N°:	1
Identificación del componente de estudio:		Probeta N°:	1
Tipo de Arena:	Reciclada	Humedad:	8%
Centro de estudio y análisis:	Laboratorio de materiales - FICM		
Solicitado por:	UTA - FICM	Fecha:	05/04/2017
Realizado por:	Darwin Ortiz	Supervisado por:	Ing.Mg. Christian Castro
PARÁMETROS AMBIENTALES DEL LUGAR DURANTE EL ENSAYO			
Lugar:	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo		
Temperatura Ambiente:	20°	Radiación:	0.2W/m ²
Velocidad de aire circundante:	0,1 m/seg	Norma:	ASTM E112
PARÁMETROS DE ENSAYO METALGRÁFICO			
Realizado bajo la norma:	ASTM	Designación:	E3
Preparación de la superficie	Pulido Mecánico		
Temperatura durante el ensayo:	17°	Corte de probeta:	Manual
Lavado:	Agua / Alcohol	Tiempo de pulido:	30 min
Ataque:	HF	Tiempo de Ataque:	60seg
Rinse:	Kellers	Tiempo de Rinse:	10seg
Tiempo de secado:	15 seg	Área seleccionada:	Centro
DATOS DE LA PROBETA			
Material:	Aluminio		
Químico usado:	Argón		
Tiempo de acción del químico (min):	5 min		
Cantidad de químico:	19LPM		
Diámetro (mm):	30		
Espesor (mm):	11		
RESULTADOS DE ENSAYO			
Ítem	Microestructura Obtenida	Microestructura	RESULTADOS

1			<p> $N_{ins} = 2$ $N_{int} = 7$ $NAE = f \left(N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8$ por jeffries (200x) $NAE = 8 \left(2 + \frac{7}{2} \right)$ $NAE = 44$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 44$ $G = 6,45$ </p>
2			<p> $N_{ins} = 1$ $N_{int} = 8$ $NAE = f \left(N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8$ por jeffries (200x) $NAE = 8 \left(1 + \frac{8}{2} \right)$ $NAE = 40$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 40$ $G = 6,32$ </p>
3			<p> $N_{ins} = 2$ $N_{int} = 5$ $NAE = f \left(N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8$ por jeffries (200x) $NAE = 8 \left(2 + \frac{5}{2} \right)$ $NAE = 36$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 6,16$ </p>
4			<p> $N_{ins} = 1$ $N_{int} = 7$ $NAE = f \left(N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8$ por jeffries (200x) $NAE = 8 \left(1 + \frac{7}{2} \right)$ $NAE = 36$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 36$ $G = 6,16$ </p>
5			<p> $N_{ins} = 2$ $N_{int} = 5$ $NAE = f \left(N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8$ por jeffries (200x) $NAE = 8 \left(2 + \frac{5}{2} \right)$ $NAE = 36$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 36$ $G = 6,16$ </p>

6			$N_{ins} = 2 \quad N_{int} = 5$ $NAE = f \left(N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8 \text{ por jeffries (200x)}$ $NAE = 8 \left(2 + \frac{5}{2} \right)$ $NAE = 36$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 64$ $G = 6,16$
7			$N_{ins} = 2 \quad N_{int} = 7$ $NAE = f \left(N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8 \text{ por jeffries (200x)}$ $NAE = 8 \left(2 + \frac{7}{2} \right)$ $NAE = 44$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 44$ $G = 6,45$

Fuente: El Autor

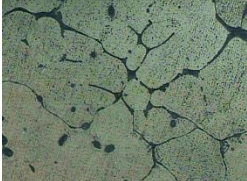





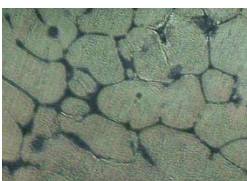
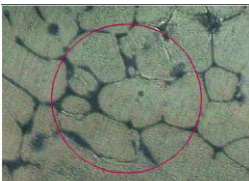


Tabla 4-21: Resultados de Ensayo Metalográfico

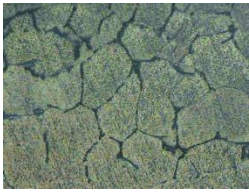

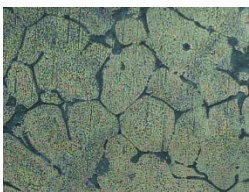

RESULTADOS DE LAS PROBETAS DE ALUMINIO CON ARGÓN Y ARENA RECICLADA								
ÍTEM	1	2	3	4	5	6	7	\bar{x} (Promedio)
Tamaño de Grano	6,45	6,32	6,16	6,16	6,16	6,16	6,45	6,26

Fuente: El Autor

Tabla 4-22: Ficha de análisis Metalográfico

 			
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
ENSAYO METALGRÁFICO			
Tipo de estudio:	Laboratorio	Ensayo N°:	1
Identificación del componente de estudio:		Probeta N°	1
Tipo de Arena:	Reciclada	Humedad:	8%
Centro de estudio y análisis:	Laboratorio de materiales - FICM		
Solicitado por:	UTA - FICM	Fecha:	05/04/2017
Realizado por:	Darwin Ortiz	Supervisado por:	Ing.Mg. Christian Castro
PARÁMETROS AMBIENTALES DEL LUGAR DURANTE EL ENSAYO			
Lugar:	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo		
Temperatura Ambiente:	20°	Radiación:	0.2W/m ²
Velocidad de aire circundante:	0,1 m/seg	Norma:	ASTM E112
PARÁMETROS DE ENSAYO METALGRÁFICO			
Realizado bajo la norma:	ASTM	Designación:	E3
Preparación de la superficie:	Pulido Mecánico		
Temperatura durante el ensayo	17°	Corte de probeta:	Manual
Lavado:	Agua / Alcohol	Tiempo de pulido:	30 min
Ataque:	HF	Tiempo de Ataque:	60seg
Rinse:	Kellers	Tiempo de Rinse:	10seg
Tiempo de secado:	15 seg	Área seleccionada:	Centro
DATOS DE LA PROBETA			
Material:	Aluminio		
Químico usado:	Carbonato de calcio y Bórax		
Tiempo de acción del químico (min):	5 min		
Cantidad de químico:	0%		
Diámetro (mm):	30		
Espesor (mm):	11		
RESULTADOS DE ENSAYO			
Ítem	Microestructura Obtenida	Microestructura	RESULTADOS

1			<p>Nins =1 Nint = 7 $NAE=f(Ninside + \frac{Nintercepted}{2})$ $f = 8$ por jeffries (200x) $NAE = 8(1 + \frac{7}{2})$ $NAE = 36$ $G = 1,000+3,3219 \log NA E$ $G = 1,000+3,3219 \log 36$ $G = 6,16$</p>
2			<p>Nins =3 Nint = 6 $NAE=f(Ninside + \frac{Nintercepted}{2})$ $f = 8$ por jeffries (200x) $NAE = 8(3 + \frac{6}{2})$ $NAE = 48$ $G = 1,000+3,3219 \log NA E$ $G = 1,000+3,3219 \log 48$ $G = 6,58$</p>
3			<p>Nins =2 Nint = 8 $NAE=f(Ninside + \frac{Nintercepted}{2})$ $f = 8$ por jeffries (200x) $NAE = 8(2 + \frac{8}{2})$ $NAE = 48$ $G = (3,321928 \log NA E)- 2,954$ $G = (3,3219 \log 12)-2,954$ $G = 6,58$</p>
4			<p>Nins =3 Nint = 7 $NAE=f(Ninside + \frac{Nintercepted}{2})$ $f = 8$ por jeffries (200x) $NAE = 8(3 + \frac{7}{2})$ $NAE = 52$ $G = 1,000+3,3219 \log NA E$ $G = 1,000+3,3219 \log 52$ $G = 6,70$</p>
5			<p>Nins =2 Nint = 7 $NAE=f(Ninside + \frac{Nintercepted}{2})$ $f = 8$ por jeffries (200x) $NAE = 8(2 + \frac{7}{2})$ $NAE = 44$ $G = 1,000+3,3219 \log NA E$ $G = 1,000+3,3219 \log NA E$ $G = 6,45$</p>

6			<p> $N_{ins} = 3$ $N_{int} = 8$ $NAE = f \left(N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8$ por jeffries (200x) $NAE = 8 \left(3 + \frac{8}{2} \right)$ $NAE = 56$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 56$ $G = 6,80$ </p>
7			<p> $N_{ins} = 2$ $N_{int} = 6$ $NAE = f \left(N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8$ por jeffries (200x) $NAE = 8 \left(2 + \frac{6}{2} \right)$ $NAE = 10$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 40$ $G = 6,32$ </p>




Fuente: El Autor

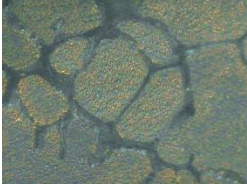

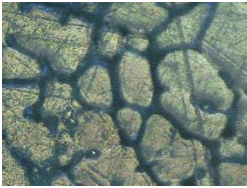


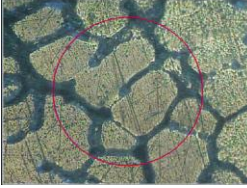


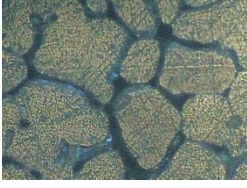

Tabla 4-23: Resultados de Ensayo Metalográfico

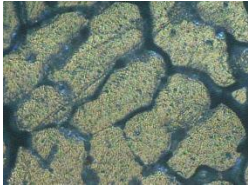



RESULTADOS DE LAS PROBETAS DE ALUMINIO CON CARBONATO DE CALCIO Y BÓRAX Y ARENA RECICLADA								
ÍTEM	1	2	3	4	5	6	7	\bar{x} (Promedio)
Tamaño de Grano	6,18	6,58	6,58	6,70	6,45	6,80	6,32	6,51

Fuente: El Autor

Tabla 4-24: Ficha de análisis Metalográfico

 			
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
ENSAYO METALOGRÁFICO			
Tipo de estudio:	Laboratorio	Ensayo N°:	1
Identificación del componente de estudio:		Probeta N°:	1
Tipo de Arena:	Reciclada	Humedad:	8%
Centro de estudio y análisis:	Laboratorio de materiales - FICM		
Solicitado por:	UTA - FICM	Fecha:	05/04/2017
Realizado por:	Darwin Ortiz	Supervisado por:	Ing.Mg. Christian Castro
PARÁMETROS AMBIENTALES DEL LUGAR DURANTE EL ENSAYO			
Lugar:	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo		
Temperatura Ambiente:	20°	Radiación:	0.2W/m ²
Velocidad de aire circundante:	0,1 m/seg	Norma:	ASTM E112
PARÁMETROS DE ENSAYO METALOGRÁFICO			
Realizado bajo la norma:	ASTM	Designación:	E3
Preparación de la superficie	Pulido Mecánico		
Temperatura durante el ensayo:	17°	Corte de probeta:	Manual
Lavado:	Agua / Alcohol	Tiempo de pulido:	30 min
Ataque:	HF	Tiempo de Ataque:	60 seg
Rinse:	Kellers	Tiempo de Rinse:	10seg
Tiempo de secado:	15 seg	Área seleccionada:	Centro
DATOS DE LA PROBETA			
Material:	Aluminio		
Químico usado:	Coveral		
Tiempo de acción del químico (min):	5 min		
Cantidad de químico:	1%		
Diámetro (mm):	30		
Espesor (mm):	11		
RESULTADOS DE ENSAYO			
Ítem	Microestructura Obtenida	Microestructura	RESULTADOS

1			<p> $N_{ins} = 2$ $N_{int} = 6$ $NAE = f \left(N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8$ por jeffries (200x) $NAE = 8 \left(2 + \frac{6}{2} \right)$ $NAE = 40$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 40$ $G = 6,32$ </p>
2			<p> $N_{ins} = 3$ $N_{int} = 6$ $NAE = f \left(N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8$ por jeffries (200x) $NAE = 8 \left(3 + \frac{6}{2} \right)$ $NAE = 48$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 6,58$ </p>
3			<p> $N_{ins} = 2$ $N_{int} = 7$ $NAE = f \left(N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8$ por jeffries (200x) $NAE = 8 \left(2 + \frac{7}{2} \right)$ $NAE = 44$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 44$ $G = 6,45$ </p>
4			<p> $N_{ins} = 3$ $N_{int} = 5$ $NAE = f \left(N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8$ por jeffries (200x) $NAE = 8 \left(3 + \frac{5}{2} \right)$ $NAE = 44$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 44$ $G = 6,45$ </p>
5			<p> $N_{ins} = 1$ $N_{int} = 7$ $NAE = f \left(N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8$ por jeffries (200x) $NAE = 8 \left(1 + \frac{7}{2} \right)$ $NAE = 36$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 32$ $G = 6,16$ </p>

6			$N_{ins} = 1 \quad N_{int} = 6$ $NAE = f \left(N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8 \text{ por jeffries (200x)}$ $NAE = 8 \left(1 + \frac{6}{2} \right)$ $NAE = 32$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 32$ $G = 5,99 \cong 6$
7			$N_{ins} = 1 \quad N_{int} = 6$ $NAE = f \left(N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8 \text{ por jeffries (200x)}$ $NAE = 8 \left(1 + \frac{6}{2} \right)$ $NAE = 32$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 32$ $G = 5,99 \cong 6$

Fuente: El Autor

Tabla 4-25: Resultados de Ensayo Metalográfico

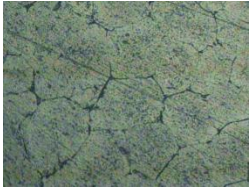
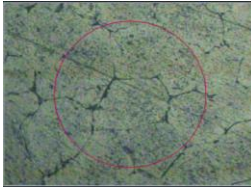
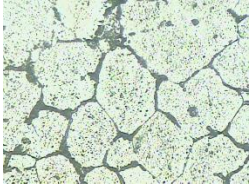
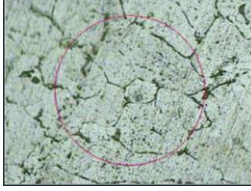
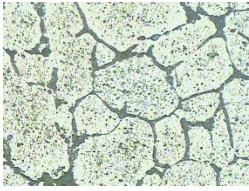
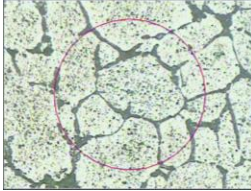
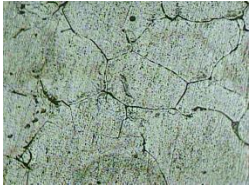


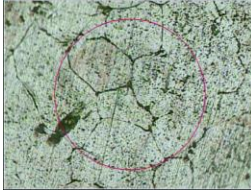
RESULTADOS DE LAS PROBETAS DE ALUMINIO CON COVERAL Y ARENA RECICLADA								
ÍTEM	1	2	3	4	5	6	7	\bar{x} (Promedio)
Tamaño de Grano	6,32	6,58	6,45	6,45	6,16	6	6	6,28




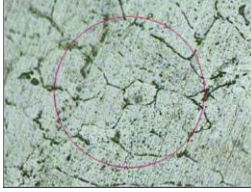
Fuente: El Autor

ARENA NUEVA

Tabla 4-26: Ficha de análisis Metalográfico

			
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
ENSAYO METALOGRÁFICO			
Tipo de estudio:	Laboratorio	Ensayo N°:	1
Identificación del componente de estudio:		Probeta N°:	1
Tipo de Arena:	Nueva	Humedad:	8%
Centro de estudio y análisis:	Laboratorio de materiales - FICM		
Solicitado por:	UTA - FICM	Fecha:	05/04/2017
Realizado por:	Darwin Ortiz	Supervisado por:	Ing.Mg. Christian Castro
PARÁMETROS AMBIENTALES DEL LUGAR DURANTE EL ENSAYO			
Lugar:	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo		
Temperatura Ambiente:	20°	Radiación:	0.2W/m ²
Velocidad de aire circundante:	0,1 m/seg	Norma:	ASTM E112
PARÁMETROS DE ENSAYO METALOGRÁFICO			
Realizado bajo la norma:	ASTM	Designación:	E3
Preparación de la superficie:	Pulido Mecánico		
Temperatura durante el ensayo:	17°	Corte de probeta:	Manual
Lavado:	Agua / Alcohol	Tiempo de pulido:	30 min
Ataque:	HF	Tiempo de Ataque:	60seg
Rinse:	Kellers	Tiempo de Rinse:	10seg
Tiempo de secado:	15 seg	Área seleccionada:	Centro
DATOS DE LA PROBETA			
Material:	Aluminio		
Químico usado:	Puro		
Tiempo de acción del químico (min):	0		
Cantidad de químico:	0%		
Diámetro (mm):	30		
Espesor (mm):	11		
RESULTADOS DE ENSAYO			
Ítem	Microestructura Obtenida	Microestructura	RESULTADOS

1			<p> $N_{ins} = 1$ $N_{int} = 7$ $NAE = f \left(N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8$ por jeffries (200x) $NAE = 8 \left(1 + \frac{7}{2} \right)$ $NAE = 36$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 36$ $G = 6,19$ </p>
2			<p> $N_{ins} = 1$ $N_{int} = 7$ $NAE = f \left(N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8$ por jeffries (200x) $NAE = 8 \left(1 + \frac{7}{2} \right)$ $NAE = 36$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 36$ $G = 6,19$ </p>
3			<p> $N_{ins} = 3$ $N_{int} = 6$ $NAE = f \left(N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8$ por jeffries (200x) $NAE = 8 \left(3 + \frac{6}{2} \right)$ $NAE = 48$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 48$ $G = 6,58$ </p>
4			<p> $N_{ins} = 2$ $N_{int} = 6$ $NAE = f \left(N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8$ por jeffries (200x) $NAE = 8 \left(2 + \frac{6}{2} \right)$ $NAE = 40$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 40$ $G = 6,32$ </p>
5			<p> $N_{ins} = 2$ $N_{int} = 5$ $NAE = f \left(N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8$ por jeffries (200x) $NAE = 8 \left(2 + \frac{5}{2} \right)$ $NAE = 36$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 44$ $G = 6,16$ </p>

6			$N_{ins} = 2 N_{int} = 8$ $NAE = f \left(N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8 \text{ por jeffries (200x)}$ $NAE = 8 \left(2 + \frac{8}{2} \right)$ $NAE = 56$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 56$ $G = 6,58$
7			$N_{ins} = 2 N_{int} = 7$ $NAE = f \left(N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8 \text{ por jeffries (200x)}$ $NAE = 8 \left(2 + \frac{7}{2} \right)$ $NAE = 44$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 6,70$

Fuente: El Autor

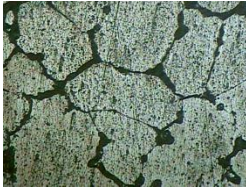
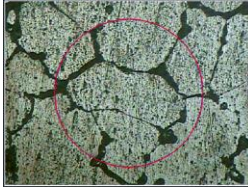


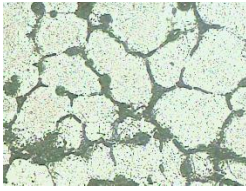
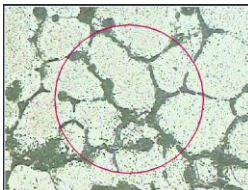
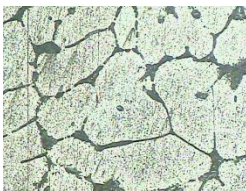
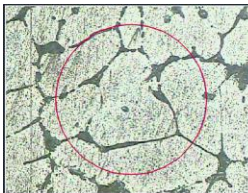
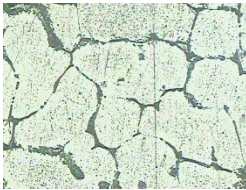

Tabla 4-27: Resultados de Ensayo Metalográfico

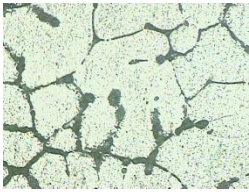
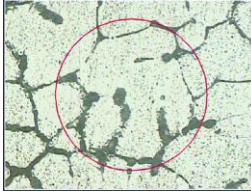
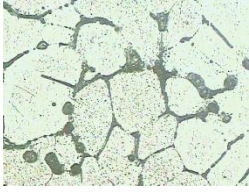
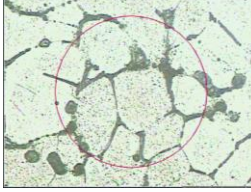
RESULTADOS DE LAS PROBETAS DE ALUMINIO PURO Y ARENA NUEVA								
ÍTEM	1	2	3	4	5	6	7	x̄ (Promedio)
Tamaño de Grano	6,19	6,19	6,58	6,32	6,16	6,58	6,45	6,35

Fuente: El Autor

Tabla 4-28: Ficha de análisis Metalográfico

 			
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
ENSAYO METALGRÁFICO			
Tipo de estudio:	Laboratorio	Ensayo N°:	1
Identificación del componente de estudio:		Probeta N°:	1
Tipo de Arena:	Nueva	Humedad:	8%
Centro de estudio y análisis:	Laboratorio de materiales - FICM		
Solicitado por:	UTA - FICM	Fecha:	05/04/2017
Realizado por:	Darwin Ortiz	Supervisado por:	Ing.Mg. Christian Castro
PARÁMETROS AMBIENTALES DEL LUGAR DURANTE EL ENSAYO			
Lugar:	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo		
Temperatura Ambiente:	20°	Radiación:	W/m ²
Velocidad de aire circundante:	0,1 m/seg	Norma:	ASTM E112
PARÁMETROS DE ENSAYO METALGRÁFICO			
Realizado bajo la norma:	ASTM	Designación:	E3
Preparación de la superficie:	Pulido Mecánico		
Temperatura durante el ensayo:	17°	Corte de probeta:	Manual
Lavado:	Agua / Alcohol	Tiempo de pulido:	30 min
Ataque:	HF	Tiempo de Ataque:	60seg
Rinse:	Kellers	Tiempo de Rinse:	10seg
Tiempo de secado	15 seg	Área seleccionada:	Centro
DATOS DE LA PROBETA			
Material:	Aluminio		
Químico usado:	Argón		
Tiempo de acción del químico (min):	5 min		
Cantidad de químico:	19LPM		
Diámetro (mm):	30		
Espesor (mm):	11		
RESULTADOS DE ENSAYO			
Ítem	Microestructura Obtenida	Microestructura	RESULTADOS

1			<p>Nins =1 Nint = 6 $NAE=f(Ninside + \frac{Nintercepted}{2})$ $f = 8$ por jeffries (200x) $NAE = 8(1 + \frac{6}{2})$ $NAE = 32$ $G = 1,000+3,3219 \log NA E$ $G = 1,000+3,3219 \log NA E$ $G = 5,99$</p>
2			<p>Nins =2 Nint = 6 $NAE=f(Ninside + \frac{Nintercepted}{2})$ $f = 8$ por jeffries (200x) $NAE = 8(2 + \frac{6}{2})$ $NAE = 40$ $G = 1,000+3,3219 \log NA E$ $G = 1,000+3,3219 \log 40$ $G = 6,32$</p>
3			<p>Nins =2 Nint = 5 $NAE=f(Ninside + \frac{Nintercepted}{2})$ $f = 8$ por jeffries (200x) $NAE = 8(2 + \frac{5}{2})$ $NAE = 36$ $G = 1,000+3,3219 \log NA E$ $G = 1,000+3,3219 \log 36$ $G = 6,16$</p>
4			<p>Nins =1 Nint = 6 $NAE=f(Ninside + \frac{Nintercepted}{2})$ $f = 8$ por jeffries (200x) $NAE = 8(1 + \frac{6}{2})$ $NAE = 32$ $G = 1,000+3,3219 \log NA E$ $G = 1,000+3,3219 \log 32$ $G = 5,99$</p>
5			<p>Nins =1 Nint = 6 $NAE=f(Ninside + \frac{Nintercepted}{2})$ $f = 8$ por jeffries (200x) $NAE = 8(1 + \frac{6}{2})$ $NAE = 32$ $G = 1,000+3,3219 \log NA E$ $G = 1,000+3,3219 \log 32$ $G = 5,99$</p>

6			$N_{ins} = 1 \quad N_{int} = 7$ $NAE = f \left(N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8 \text{ por jeffries (200x)}$ $NAE = 8 \left(1 + \frac{7}{2} \right)$ $NAE = 36$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 36$ $G = 6,16$
7			$N_{ins} = 1 \quad N_{int} = 7$ $NAE = f \left(N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8 \text{ por jeffries (200x)}$ $NAE = 8 \left(1 + \frac{7}{2} \right)$ $NAE = 36$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 36$ $G = 6,16$




Fuente: El Autor


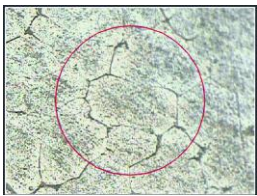
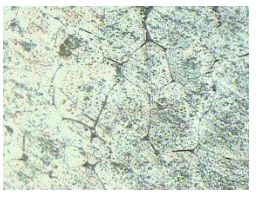

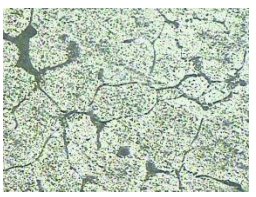
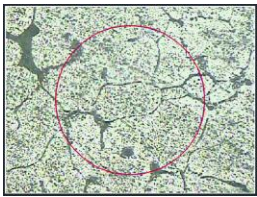
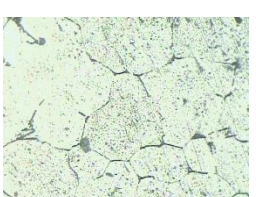
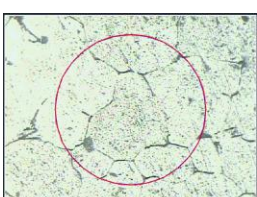
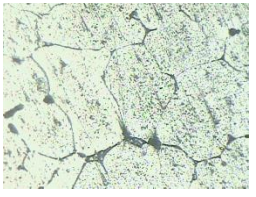

Tabla 4-29: Resultados de Ensayo Metalográfico

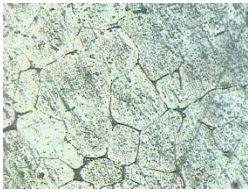

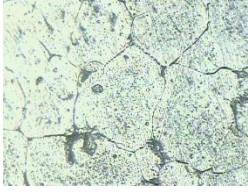

RESULTADOS DE LAS PROBETAS DE ALUMINIO CON ARGÓN Y ARENA NUEVA								
ÍTEM	1	2	3	4	5	6	7	\bar{x} (Promedio)
Tamaño de Grano	6	6,32	6,16	6	6	6,16	6,16	6,11

Fuente: El Autor

Tabla 4-30: Ficha de análisis Metalográfico

 			
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
ENSAYO METALOGRAFICO			
Tipo de estudio:	Laboratorio	Ensayo N°:	1
Identificación del componente de estudio:		Probeta N°:	1
Tipo de Arena:	Nueva	Humedad:	8%
Centro de estudio y análisis:	Laboratorio de materiales - FICM		
Solicitado por:	UTA - FICM	Fecha:	05/04/2017
Realizado por:	Darwin Ortiz	Supervisado por:	Ing.Mg. Christian Castro
PARÁMETROS AMBIENTALES DEL LUGAR DURANTE EL ENSAYO			
Lugar	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo		
Temperatura Ambiente:	20°	Radiación:	0.2W/m ²
Velocidad de aire circundante	0,1 m/seg	Norma:	ASTM E112
PARÁMETROS DE ENSAYO METALOGRAFICO			
Realizado bajo la norma:	ASTM	Designación:	E3
Preparación de la superficie:	Pulido Mecánico		
Temperatura durante el ensayo:	17°	Corte de probeta:	Manual
Lavado:	Agua / Alcohol	Tiempo de pulido:	30 min
Ataque:	HF	Tiempo de Ataque:	60 seg
Rinse:	Kellers	Tiempo de Rinse:	10seg
Tiempo de secado:	15 seg	Área seleccionada:	Centro
DATOS DE LA PROBETA			
Material:	Aluminio		
Químico usado:	Carbonato de calcio y bórax		
Tiempo de acción del químico (min):	5 min		
Cantidad de químico:	5%		
Diámetro (mm):	30		
Espesor (mm):	11		
RESULTADOS DE ENSAYO			
Ítem	Microestructura Obtenida	Microestructura	RESULTADOS

1			<p>Nins =1 Nint = 7 $NAE=f(Ninside + \frac{Nintercepted}{2})$ $f = 8$ por jeffries (200x) $NAE = 8(1 + \frac{7}{2})$ $NAE = 36$ $G = 1,000+3,3219 \log NA E$ $G = 1,000+3,3219 \log 36$ $G = 6,16$</p>
2			<p>Nins =2 Nint = 8 $NAE=f(Ninside + \frac{Nintercepted}{2})$ $f = 8$ por jeffries (200x) $NAE = 8(2 + \frac{8}{2})$ $NAE = 48$ $G = 1,000+3,3219 \log NA E$ $G = 1,000+3,3219 \log 48$ $G = 6,58$</p>
3			<p>Nins =2 Nint = 5 $NAE=f(Ninside + \frac{Nintercepted}{2})$ $f = 8$ por jeffries (200x) $NAE = 8(2 + \frac{5}{2})$ $NAE = 36$ $G = 1,000+3,3219 \log NA E$ $G = 1,000+3,3219 \log 36$ $G = 6,16$</p>
4			<p>Nins =1 Nint = 8 $NAE=f(Ninside + \frac{Nintercepted}{2})$ $f = 8$ por jeffries (200x) $NAE = 8(1 + \frac{8}{2})$ $NAE = 40$ $G = 1,000+3,3219 \log NA E$ $G = 1,000+3,3219 \log 40$ $G = 6,32$</p>
5			<p>Nins =1 Nint = 7 $NAE=f(Ninside + \frac{Nintercepted}{2})$ $f = 8$ por jeffries (200x) $NAE = 8(1 + \frac{7}{2})$ $NAE = 36$ $G = 1,000+3,3219 \log NA E$ $G = 1,000+3,3219 \log 36$ $G = 6,16$</p>

6			$N_{ins} = 2 \quad N_{int} = 9$ $NAE = f \left(N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 2 \text{ por jeffries (100x)}$ $NAE = 2 \left(2 + \frac{9}{2} \right)$ $NAE = 52$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 52$ $G = 6,70$
7			$N_{ins} = 1 \quad N_{int} = 7$ $NAE = f \left(N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8 \text{ por jeffries (200x)}$ $NAE = 8 \left(1 + \frac{7}{2} \right)$ $NAE = 36$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 36$ $G = 6,16$




Fuente: El Autor

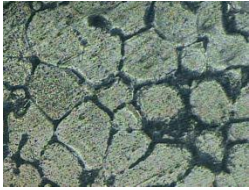



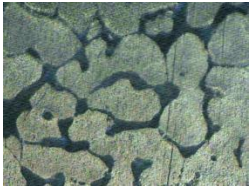
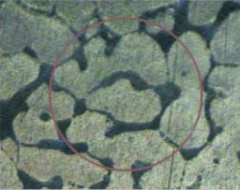
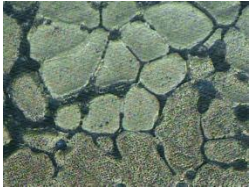
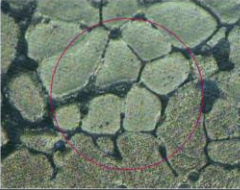
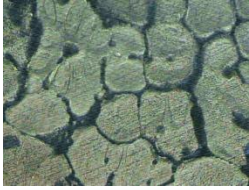
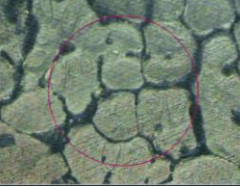
Tabla 4-31: Resultados de Ensayo Metalográfico

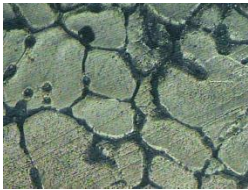
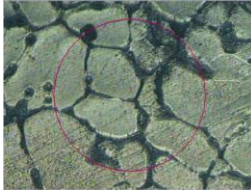


RESULTADOS DE LAS PROBETAS DE ALUMINIO CON CARBONATO DE CALCIO Y BÓRAX Y ARENA NUEVA								
ÍTEM	1	2	3	4	5	6	7	\bar{x} (Promedio)
Tamaño de Grano	6,16	6,58	6,16	6,32	6,16	6,70	6,16	6,32

Fuente: El Autor

Tabla 4-32: Ficha de análisis Metalográfico

 			
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA			
ENSAYO METALOGRAFICO			
Tipo de estudio:	Laboratorio	Ensayo N°:	1
Identificación del componente de estudio:		Probeta N°:	1
Tipo de Arena:	Nueva	Humedad:	8%
Centro de estudio y análisis:	Laboratorio de materiales - FICM		
Solicitado por:	UTA - FICM	Fecha:	05/04/2017
Realizado por:	Darwin Ortiz	Supervisado por:	Ing.Mg. Christian Castro
PARÁMETROS AMBIENTALES DEL LUGAR DURANTE EL ENSAYO			
Lugar:	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo		
Temperatura Ambiente:	20°	Radiación:	0.2W/m ²
Velocidad de aire circundante:	0,1 m/seg	Norma:	ASTM E112
PARÁMETROS DE ENSAYO METALOGRAFICO			
Realizado bajo la norma:	ASTM	Designación:	E3
Preparación de la superficie:	Pulido Mecánico		
Temperatura durante el ensayo:	17°	Corte de probeta:	Manual
Lavado:	Agua / Alcohol	Tiempo de pulido:	30 min
Ataque:	HF	Tiempo de Ataque:	60seg
Rinse:	Kellers	Tiempo de Rinse:	10seg
Tiempo de secado:	15 seg	Área seleccionada:	Centro
DATOS DE LA PROBETA			
Material:	Aluminio		
Químico usado:	COVERAL		
Tiempo de acción del químico (min):	5 min		
Cantidad de químico:	1%		
Diámetro (mm):	30		
Espesor (mm):	11		
RESULTADOS DE ENSAYO			
Ítem	Microestructura Obtenida	Microestructura	RESULTADOS

1			<p> $N_{ins} = 3$ $N_{int} = 6$ $NAE = f \left(N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8$ por jeffries (200x) $NAE = 8 \left(3 + \frac{6}{2} \right)$ $NAE = 48$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 48$ $G = 6,58$ </p>
2			<p> $N_{ins} = 1$ $N_{int} = 4$ $NAE = f \left(N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8$ por jeffries (200x) $NAE = 8 \left(1 + \frac{4}{2} \right)$ $NAE = 24$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 32$ $G = 5,58$ </p>
3			<p> $N_{ins} = 2$ $N_{int} = 5$ $NAE = f \left(N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8$ por jeffries (200x) $NAE = 8 \left(2 + \frac{5}{2} \right)$ $NAE = 36$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 40$ $G = 6,16$ </p>
4			<p> $N_{ins} = 3$ $N_{int} = 5$ $NAE = f \left(N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8$ por jeffries (200x) $NAE = 8 \left(3 + \frac{5}{2} \right)$ $NAE = 44$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 6,45$ </p>
5			<p> $N_{ins} = 1$ $N_{int} = 6$ $NAE = f \left(N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8$ por jeffries (200x) $NAE = 8 \left(1 + \frac{6}{2} \right)$ $NAE = 32$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 32$ $G = 5,99 \cong 6$ </p>

6			$N_{ins} = 2 \quad N_{int} = 7$ $NAE = f \left(N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8 \text{ por jeffries (200x)}$ $NAE = 8 \left(2 + \frac{7}{2} \right)$ $NAE = 44$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 44$ $G = 6,45$
7			$N_{ins} = 3 \quad N_{int} = 6$ $NAE = f \left(N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8 \text{ por jeffries (200x)}$ $NAE = 8 \left(3 + \frac{6}{2} \right)$ $NAE = 48$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 48$ $G = 6,58$

Fuente: El Autor

Tabla 4-33: Resultados de Ensayo Metalográfico

RESULTADOS DE LAS PROBETAS DE ALUMINIO CON CARBONATO DE CALCIO Y COVERAL								
ÍTEM	1	2	3	4	5	6	7	\bar{x} (Promedio)
Tamaño de Grano	6,58	5,58	6,16	6,45	6	6,45	6,58	6,25

Fuente: El Autor

4.1.3 ENSAYOS A TRACCIÓN

Tabla 4-34: Ficha de ensayo a Tracción

ENSAYO A TRACCIÓN			
Tipo de estudio:	Laboratorio	Probeta N°:	1
Tipo de Arena:	Nueva	Humedad:	8%
Centro de estudio y análisis:	Laboratorio de Mecánica de Materiales de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE		
Solicitado por:	UTA - FICM	Fecha:	07/07/2017
Realizado por:	Darwin Ortiz	Supervisado por:	Ing.Mg. Christian Castro
PARÁMETROS DE ENSAYO A TRACCIÓN			
Realizado bajo la norma:	ASTM	Designación:	E8
DATOS DE LA PROBETA			
Material:	Aluminio	Químico usado:	Ninguno
Probeta:	Cilíndrica	Preparación de la probeta:	Mecanizado
RESULTADOS DE ENSAYO			
Carga Máxima: 1072kgf		Carga de Ruptura: 1072kgf	
<p>Esfuerzo vs Deformación Aluminio [Puro], A.N, P1</p>			
<p>Cálculo de porcentaje de alargamiento (%)</p> $\epsilon = \left(\frac{l_f - l_0}{l_0} \right) * 100 \quad \epsilon = \left(\frac{53,45 - 50}{50} \right) * 100 = 6,9\%$			
<p>Esfuerzo máximo a tracción</p> $\sigma = \left(\frac{F}{A} \right) \quad \sigma = \left(\frac{9,81 * 1072}{0,00012668} \right) = 83,10 \text{Mpa}$			

Fuente: El Autor

Tabla 4-35: Ficha de ensayo a Tracción

ENSAYO A TRACCIÓN			
Tipo de estudio:	Laboratorio	Probeta N°:	2
Tipo de Arena:	Nueva	Humedad:	8%
Centro de estudio y análisis:		Laboratorio de Mecánica de Materiales de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE	
Solicitado por:	UTA - FICM	Fecha:	07/07/2017
Realizado por:	Darwin Ortiz	Supervisado por:	Ing.Mg. Christian Castro
PARÁMETROS DE ENSAYO A TRACCIÓN			
Realizado bajo la norma:	ASTM	Designación:	E8
DATOS DE LA PROBETA			
Material:	Aluminio	Químico usado:	Ninguno
Probeta:	Cilíndrica	Preparación de la probeta:	Mecanizado
RESULTADOS DE ENSAYO			
Carga Máxima: 1038,50kgf		Carga de Ruptura: 1038,50kgf	
<div data-bbox="379 920 1281 1570" data-label="Figure"> <p style="text-align: center;">Esfuerzo vs Deformación Aluminio [Puro], A.N, P2</p> </div>			
Cálculo de porcentaje de alargamiento (%)			
$\epsilon = \left(\frac{l_f - l_0}{l_0} \right) * 100 \quad \epsilon = \left(\frac{53,3 - 50}{50} \right) * 100 = 6,6\%$			
Esfuerzo máximo a tracción			
$\sigma = \left(\frac{F}{A} \right) \quad \sigma = \left(\frac{9,81 * 1038,50}{0,00012668} \right) = 80,50 \text{Mpa}$			

Fuente: El Autor

Tabla 4-36: Ficha de ensayo a Tracción

ENSAYO A TRACCIÓN			
Tipo de estudio:	Laboratorio	Probeta N°:	3
Tipo de Arena:	Nueva	Humedad:	8%
Centro de estudio y análisis:		Laboratorio de Mecánica de Materiales de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE	
Solicitado por:	UTA - FICM	Fecha:	07/07/2017
Realizado por:	Darwin Ortiz	Supervisado por:	Ing.Mg. Christian Castro
PARÁMETROS DE ENSAYO A TRACCIÓN			
Realizado bajo la norma	ASTM	Designación:	E8
DATOS DE LA PROBETA			
Material:	Aluminio	Químico usado:	Ninguno
Probeta:	Cilíndrica	Preparación de la probeta:	Mecanizado
RESULTADOS DE ENSAYO			
Carga Máxima: 1005kgf		Carga de Ruptura: 1005kgf	
<div data-bbox="395 943 1273 1559" data-label="Figure"> <p style="text-align: center;">Esfuerzo vs Deformación Aluminio [Puro], A.N, P3</p> </div>			
Cálculo de porcentaje de alargamiento (%)			
$\epsilon = \left(\frac{l_f - l_0}{l_0} \right) * 100 \quad \epsilon = \left(\frac{53,45 - 50}{50} \right) * 100 = 6,9\%$			
Esfuerzo máximo a tracción			
$\sigma = \left(\frac{F}{A} \right) \quad \sigma = \left(\frac{9,81 * 1005}{0,00012668} \right) = 77,91 \text{ Mpa}$			

Fuente: El Autor

Tabla 4-37: Ficha de ensayo a Tracción

ENSAYO A TRACCIÓN			
Tipo de estudio:	Laboratorio	Probeta N°:	4
Tipo de Arena:	Nueva	Humedad:	8%
Centro de estudio y análisis:		Laboratorio de Mecánica de Materiales de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE	
Solicitado por:	UTA - FICM	Fecha:	07/07/2017
Realizado por:	Darwin Ortiz	Supervisado por:	Ing.Mg. Christian Castro
PARÁMETROS DE ENSAYO A TRACCIÓN			
Realizado bajo la norma	ASTM	Designación:	E8
DATOS DE LA PROBETA			
Material:	Aluminio	Químico usado:	Ninguno
Probeta:	Cilíndrica	Preparación de la probeta:	Mecanizado
RESULTADOS DE ENSAYO			
Carga Máxima: 817,40kgf		Carga de Ruptura: 817,40kgf	
<div data-bbox="405 943 1262 1534" data-label="Figure"> <p style="text-align: center;">Esfuerzo vs Deformación Aluminio [Puro], A.N, P4</p> </div>			
Cálculo de porcentaje de alargamiento (%)			
$\epsilon = \left(\frac{l_f - l_0}{l_0} \right) * 100 \quad \epsilon = \left(\frac{52,7 - 50}{50} \right) * 100 = 5,40\%$			
Esfuerzo máximo a tracción			
$\sigma = \left(\frac{F}{A} \right) \quad \sigma = \left(\frac{9,81 * 817,40}{0,00012668} \right) = 63,36 \text{Mpa}$			

Fuente: El Autor

Tabla 4-38: Ficha de ensayo a Tracción

ENSAYO A TRACCIÓN			
Tipo de estudio:	Laboratorio	Probeta N°:	5
Tipo de Arena:	Nueva	Humedad:	8%
Centro de estudio y análisis:		Laboratorio de Mecánica de Materiales de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE	
Solicitado por:	UTA - FICM	Fecha:	07/07/2017
Realizado por:	Darwin Ortiz	Supervisado por:	Ing.Mg. Christian Castro
PARÁMETROS DE ENSAYO A TRACCIÓN			
Realizado bajo la norma	ASTM	Designación:	E8
DATOS DE LA PROBETA			
Material:	Aluminio	Químico usado:	Ninguno
Probeta:	Cilíndrica	Preparación de la probeta:	Mecanizado
RESULTADOS DE ENSAYO			
Carga Máxima: 1072kgf		Carga de Ruptura: 1072kgf	
<div data-bbox="399 940 1260 1590" data-label="Figure"> <p style="text-align: center;">Esfuerzo vs Deformación Aluminio [Puro], A.N, P5</p> </div>			
Cálculo de porcentaje de alargamiento (%)			
$\epsilon = \left(\frac{l_f - l_0}{l_0} \right) * 100 \quad \epsilon = \left(\frac{53,5 - 50}{50} \right) * 100 = 7\%$			
Esfuerzo máximo a tracción			
$\sigma = \left(\frac{F}{A} \right) \quad \sigma = \left(\frac{9,81 * 1072}{0,00012668} \right) = 83,10 \text{ Mpa}$			

Fuente: El Autor

Tabla 4-39: Ficha de ensayo a Tracción

ENSAYO A TRACCIÓN			
Tipo de estudio:	Laboratorio	Probeta N°:	6
Tipo de Arena:	Nueva	Humedad:	8%
Centro de estudio y análisis:		Laboratorio de Mecánica de Materiales de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE	
Solicitado por:	UTA - FICM	Fecha:	07/07/2017
Realizado por:	Darwin Ortiz	Supervisado por:	Ing.Mg. Christian Castro
PARÁMETROS DE ENSAYO A TRACCIÓN			
Realizado bajo la norma	ASTM	Designación:	E8
DATOS DE LA PROBETA			
Material:	Aluminio	Químico usado:	Ninguno
Probeta:	Cilíndrica	Preparación de la probeta:	Mecanizado
RESULTADOS DE ENSAYO			
Carga Máxima: 887,75kgf		Carga de Ruptura: 887,75kgf	
<div data-bbox="386 943 1275 1615" data-label="Figure"> <p style="text-align: center;">Esfuerzo vs Deformación Aluminio [Puro], A.N, P6</p> </div>			
Cálculo de porcentaje de alargamiento (%)			
$\varepsilon = \left(\frac{l_f - l_0}{l_0} \right) * 100 \quad \varepsilon = \left(\frac{52,1 - 50}{50} \right) * 100 = 4,20\%$			
Esfuerzo máximo a tracción			
$\sigma = \left(\frac{F}{A} \right) \quad \sigma = \left(\frac{9,81 * 887,75}{0,00012668} \right) = 68,82 \text{Mpa}$			

Fuente: El Autor

Tabla 4-40: Ficha de ensayo a Tracción

ENSAYO A TRACCIÓN			
Tipo de estudio:	Laboratorio	Probeta N°:	7
Tipo de Arena:	Nueva	Humedad:	8%
Centro de estudio y análisis:		Laboratorio de Mecánica de Materiales de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE	
Solicitado por:	UTA - FICM	Fecha:	07/07/2017
Realizado por:	Darwin Ortiz	Supervisado por:	Ing.Mg. Christian Castro
PARÁMETROS DE ENSAYO A TRACCIÓN			
Realizado bajo la norma:	ASTM	Designación:	E8
DATOS DE LA PROBETA			
Material:	Aluminio	Químico usado:	Ninguno
Probeta:	Cilíndrica	Preparación de la probeta:	Mecanizado
RESULTADOS DE ENSAYO			
Carga Máxima: 770,50kgf		Carga de Ruptura: 770,50kgf	
<div data-bbox="352 943 1313 1621" data-label="Figure"> <p style="text-align: center;">Esfuerzo vs Deformación Aluminio [Puro], A.N, P7</p> </div>			
Cálculo de porcentaje de alargamiento (%)			
$\epsilon = \left(\frac{l_f - l_0}{l_0} \right) * 100 \quad \epsilon = \left(\frac{52,2 - 50}{50} \right) * 100 = 4,40\%$			
Esfuerzo máximo a tracción			
$\sigma = \left(\frac{F}{A} \right) \quad \sigma = \left(\frac{9,81 * 770,50}{0,00012668} \right) = 59,73 \text{Mpa}$			

Fuente: El Autor

Tabla 4-41: Resultados de Ensayo a Tracción.

RESULTADOS DE LAS PROBETAS DE ALUMINIO PURO CON ARENA NUEVA								
Tipo de Arena:	Nueva			Humedad:	8%			
Centro de estudio y análisis:				Laboratorio de Mecánica de Materiales de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE				
Solicitado por:	UTA - FICM			Fecha:	07/07/2017			
Realizado por:	Darwin Ortiz			Supervisado por:	Ing.Mg. Christian Castro			
ÍTEM	1	2	3	4	5	6	7	
Esfuerzo máximo a la tracción (Mpa)	83,10	80,50	77,91	63,36	83,10	68,82	59,73	73,78

Fuente: El Autor

Tabla 4-42: Ficha de ensayo a Tracción

ENSAYO A TRACCIÓN			
Tipo de estudio:	Laboratorio	Probeta N°:	1
Tipo de Arena:	Reciclada	Humedad:	8%
Centro de estudio y análisis:		Laboratorio de Mecánica de Materiales de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE	
Solicitado por:	UTA - FICM	Fecha:	07/07/2017
Realizado por:	Darwin Ortiz	Supervisado por:	Ing.Mg. Christian Castro
PARÁMETROS DE ENSAYO A TRACCIÓN			
Realizado bajo la norma:	ASTM	Designación:	E8
DATOS DE LA PROBETA			
Material:	Aluminio	Químico usado:	Ninguno
Probeta:	Cilíndrica	Preparación de la probeta:	Mecanizado
RESULTADOS DE ENSAYO			
Carga Máxima: 670kgf		Carga de Ruptura: 670kgf	
<div data-bbox="406 943 1257 1626" data-label="Figure"> <p style="text-align: center;">Esfuerzo vs Deformación Aluminio [Puro], A.V, P1</p> </div>			
Cálculo de porcentaje de alargamiento (%)			
$\varepsilon = \left(\frac{l_f - l_0}{l_0} \right) * 100 \quad \varepsilon = \left(\frac{52 - 50}{50} \right) * 100 = 4\%$			
Esfuerzo máximo a tracción			
$\sigma = \left(\frac{F}{A} \right) \quad \sigma = \left(\frac{9,81 * 670}{0,00012668} \right) = 51,94 \text{ Mpa}$			

Fuente: El Autor

Tabla 4-43: Ficha de ensayo a Tracción

ENSAYO A TRACCIÓN			
Tipo de estudio:	Laboratorio	Probeta N°:	2
Tipo de Arena:	Reciclada	Humedad:	8%
Centro de estudio y análisis:		Laboratorio de Mecánica de Materiales de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE	
Solicitado por:	UTA - FICM	Fecha:	07/07/2017
Realizado por:	Darwin Ortiz	Supervisado por:	Ing.Mg. Christian Castro
PARÁMETROS DE ENSAYO A TRACCIÓN			
Realizado bajo la norma:	ASTM	Designación:	E8
DATOS DE LA PROBETA			
Material:	Aluminio	Químico usado:	Ninguno
Probeta:	Cilíndrica	Preparación de la probeta:	Mecanizado
RESULTADOS DE ENSAYO			
Carga Máxima: 1005kgf		Carga de Ruptura: 1005kgf	
<div data-bbox="343 940 1316 1590" data-label="Figure"> <p style="text-align: center;">Esfuerzo vs Deformación Aluminio [Puro], A.V, P2</p> </div>			
Cálculo de porcentaje de alargamiento (%)			
$\epsilon = \left(\frac{l_f - l_0}{l_0} \right) * 100 \quad \epsilon = \left(\frac{52,45 - 50}{50} \right) * 100 = 4,90\%$			
Esfuerzo máximo a tracción			
$\sigma = \left(\frac{F}{A} \right) \quad \sigma = \left(\frac{9,81 * 1005}{0,00012668} \right) = 77,91 \text{Mpa}$			

Fuente: El Autor

Tabla 4-44: Ficha de ensayo a Tracción

ENSAYO A TRACCIÓN			
Tipo de estudio:	Laboratorio	Probeta N°:	3
Tipo de Arena:	Reciclada	Humedad:	8%
Centro de estudio y análisis:		Laboratorio de Mecánica de Materiales de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE	
Solicitado por:	UTA - FICM	Fecha:	07/07/2017
Realizado por:	Darwin Ortiz	Supervisado por:	Ing.Mg. Christian Castro
PARÁMETROS DE ENSAYO A TRACCIÓN			
Realizado bajo la norma:	ASTM	Designación:	E8
DATOS DE LA PROBETA			
Material:	Aluminio	Químico usado:	Ninguno
Probeta:	Cilíndrica	Preparación de la probeta:	Mecanizado
RESULTADOS DE ENSAYO			
Carga Máxima: 770,50kgf		Carga de Ruptura: 770,50kgf	
<p>Esfuerzo vs Deformación Aluminio [Puro], A.V, P3</p>			
Cálculo de porcentaje de alargamiento (%)			
$\epsilon = \left(\frac{l_f - l_0}{l_0} \right) * 100 \quad \epsilon = \left(\frac{52,2 - 50}{50} \right) * 100 = 4,90\%$			
Esfuerzo máximo a tracción			
$\sigma = \left(\frac{F}{A} \right) \quad \sigma = \left(\frac{9,81 * 770,50}{0,00012668} \right) = 59,73 \text{Mpa}$			

Fuente: El Autor

Tabla 4-45: Ficha de ensayo a Tracción

ENSAYO A TRACCIÓN			
Tipo de estudio:	Laboratorio	Probeta N°:	4
Tipo de Arena:	Reciclada	Humedad:	8%
Centro de estudio y análisis:		Laboratorio de Mecánica de Materiales de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE	
Solicitado por:	UTA - FICM	Fecha:	07/07/2017
Realizado por:	Darwin Ortiz	Supervisado por:	Ing.Mg. Christian Castro
PARÁMETROS DE ENSAYO A TRACCIÓN			
Realizado bajo la norma:	ASTM	Designación:	E8
DATOS DE LA PROBETA			
Material:	Aluminio	Químico usado:	Ninguno
Probeta:	Cilíndrica	Preparación de la probeta:	Mecanizado
RESULTADOS DE ENSAYO			
Carga Máxima: 871kgf		Carga de Ruptura: 871kgf	
<div data-bbox="359 943 1310 1597" data-label="Figure"> <p style="text-align: center;">Esfuerzo vs Deformación Aluminio [Puro], A.V, P4</p> </div>			
Cálculo de porcentaje de alargamiento (%)			
$\varepsilon = \left(\frac{l_f - l_0}{l_0} \right) * 100 \quad \varepsilon = \left(\frac{53,1 - 50}{50} \right) * 100 = 6,20\%$			
Esfuerzo máximo a tracción			
$\sigma = \left(\frac{F}{A} \right) \quad \sigma = \left(\frac{9,81 * 871}{0,00012668} \right) = 67,52 \text{Mpa}$			

Fuente: El Autor

Tabla 4-46: Ficha de ensayo a Tracción

ENSAYO A TRACCIÓN			
Tipo de estudio:	Laboratorio	Probeta N°:	5
Tipo de Arena:	Reciclada	Humedad:	8%
Centro de estudio y análisis:		Laboratorio de Mecánica de Materiales de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE	
Solicitado por:	UTA - FICM	Fecha:	07/07/2017
Realizado por:	Darwin Ortiz	Supervisado por:	Ing.Mg. Christian Castro
PARÁMETROS DE ENSAYO A TRACCIÓN			
Realizado bajo la norma:	ASTM	Designación:	E8
DATOS DE LA PROBETA			
Material:	Aluminio	Químico usado:	Ninguno
Probeta:	Cilíndrica	Preparación de la probeta:	Mecanizado
RESULTADOS DE ENSAYO			
Carga Máxima: 938kgf		Carga de Ruptura: 938kgf	
<p>Esfuerzo vs Deformación Aluminio [Puro], A.V, P5</p>			
Cálculo de porcentaje de alargamiento (%)			
$\epsilon = \left(\frac{l_f - l_0}{l_0} \right) * 100 \quad \epsilon = \left(\frac{53,45 - 50}{50} \right) * 100 = 6,90\%$			
Esfuerzo máximo a tracción			
$\sigma = \left(\frac{F}{A} \right) \quad \sigma = \left(\frac{9,81 * 938}{0,00012668} \right) = 72,71 \text{Mpa}$			

Fuente: El Autor

Tabla 4-47: Ficha de ensayo a Tracción

ENSAYO A TRACCIÓN			
Tipo de estudio:	Laboratorio	Probeta N°:	6
Tipo de Arena:	Reciclada	Humedad:	8%
Centro de estudio y análisis:		Laboratorio de Mecánica de Materiales de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE	
Solicitado por:	UTA - FICM	Fecha:	07/07/2017
Realizado por:	Darwin Ortiz	Supervisado por:	Ing.Mg. Christian Castro
PARÁMETROS DE ENSAYO A TRACCIÓN			
Realizado bajo la norma:	ASTM	Designación:	E8
DATOS DE LA PROBETA			
Material:	Aluminio	Químico usado:	Ninguno
Probeta:	Cilíndrica	Preparación de la probeta:	Mecanizado
RESULTADOS DE ENSAYO			
Carga Máxima: 938kgf		Carga de Ruptura: 938kgf	
<p>Esfuerzo vs Deformación Aluminio [Puro], A.V, P6</p>			
Cálculo de porcentaje de alargamiento (%)			
$\varepsilon = \left(\frac{l_f - l_0}{l_0} \right) * 100 \quad \varepsilon = \left(\frac{52,7 - 50}{50} \right) * 100 = 5,40\%$			
Esfuerzo máximo a tracción			
$\sigma = \left(\frac{F}{A} \right) \quad \sigma = \left(\frac{9,81 * 938}{0,00012668} \right) = 72,71 \text{Mpa}$			

Fuente: El Autor

Tabla 4-48: Ficha de ensayo a Tracción

ENSAYO A TRACCIÓN			
Tipo de estudio:	Laboratorio	Probeta N°:	7
Tipo de Arena:	Reciclada	Humedad:	8%
Centro de estudio y análisis:		Laboratorio de Mecánica de Materiales de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE	
Solicitado por:	UTA - FICM	Fecha:	07/07/2017
Realizado por:	Darwin Ortiz	Supervisado por:	Ing.Mg. Christian Castro
PARÁMETROS DE ENSAYO A TRACCIÓN			
Realizado bajo la norma:	ASTM	Designación:	E8
DATOS DE LA PROBETA			
Material:	Aluminio	Químico usado:	Ninguno
Probeta:	Cilíndrica	Preparación de la probeta:	Mecanizado
RESULTADOS DE ENSAYO			
Carga Máxima: 988,25kgf		Carga de Ruptura: 988,25kgf	
<p>Esfuerzo vs Deformación Aluminio [Puro], A.V, P7</p>			
Cálculo de porcentaje de alargamiento (%)			
$\epsilon = \left(\frac{l_f - l_0}{l_0} \right) * 100 \quad \epsilon = \left(\frac{52,7 - 50}{50} \right) * 100 = 5,40\%$			
Esfuerzo máximo a tracción			
$\sigma = \left(\frac{F}{A} \right) \quad \sigma = \left(\frac{9,81 * 988,25}{0,00012668} \right) = 76,61 \text{Mpa}$			

Fuente: El Autor

Tabla 4-49: Resultados de Ensayo a Tracción.

RESULTADOS DE LAS PROBETAS DE ALUMINIO PURO CON ARENA NUEVA								
Tipo de Arena:	Reciclada			Humedad:	8%			
Centro de estudio y análisis:				Laboratorio de Mecánica de Materiales de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE				
Solicitado por:	UTA - FICM			Fecha:	07/07/2017			
Realizado por:	Darwin Ortiz			Supervisado por:	Ing.Mg. Christian Castro			
ÍTEM	1	2	3	4	5	6	7	
Esfuerzo máximo a la tracción (Mpa)	51,94	77,91	59,73	67,52	72,71	72,71	76,61	68,44

Fuente: El Autor

Tabla 4-50: Ficha de ensayo a Tracción

ENSAYO A TRACCIÓN			
Tipo de estudio:	Laboratorio	Probeta N°:	1
Tipo de Arena:	Nueva	Humedad:	8%
Centro de estudio y análisis:		Laboratorio de Mecánica de Materiales de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE	
Solicitado por:	UTA - FICM	Fecha:	07/07/2017
Realizado por:	Darwin Ortiz	Supervisado por:	Ing.Mg. Christian Castro
PARÁMETROS DE ENSAYO A TRACCIÓN			
Realizado bajo la norma:	ASTM	Designación:	E8
DATOS DE LA PROBETA			
Material:	Aluminio	Químico usado:	Coveral
Probeta:	Cilíndrica	Preparación de la probeta:	Mecanizado
RESULTADOS DE ENSAYO			
Carga Máxima: 1239,50kgf		Carga de Ruptura: 1239,50kgf	
<div data-bbox="400 943 1262 1559" data-label="Figure"> <p style="text-align: center;">Esfuerzo vs Deformación Aluminio [coveral], A.N, P1</p> </div>			
Cálculo de porcentaje de alargamiento (%)			
$\varepsilon = \left(\frac{l_f - l_0}{l_0} \right) * 100 \quad \varepsilon = \left(\frac{52,2 - 50}{50} \right) * 100 = 4,40\%$			
Esfuerzo máximo a tracción			
$\sigma = \left(\frac{F}{A} \right) \quad \sigma = \left(\frac{9,81 * 1239,50}{0,00012668} \right) = 96,08 \text{Mpa}$			

Fuente: El Autor

Tabla 4-51: Ficha de ensayo a Tracción

ENSAYO A TRACCIÓN			
Tipo de estudio:	Laboratorio	Probeta N°:	2
Tipo de Arena:	Nueva	Humedad:	8%
Centro de estudio y análisis:		Laboratorio de Mecánica de Materiales de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE	
Solicitado por:	UTA - FICM	Fecha:	07/07/2017
Realizado por:	Darwin Ortiz	Supervisado por:	Ing.Mg. Christian Castro
PARÁMETROS DE ENSAYO A TRACCIÓN			
Realizado bajo la norma:	ASTM	Designación:	E8
DATOS DE LA PROBETA			
Material:	Aluminio	Químico usado:	Coveral
Probeta:	Cilíndrica	Preparación de la probeta:	Mecanizado
RESULTADOS DE ENSAYO			
Carga Máxima: 1273kgf		Carga de Ruptura: 1273kgf	
<div data-bbox="379 943 1289 1592" data-label="Figure"> <p style="text-align: center;">Esfuerzo vs Deformación Aluminio [coveral], A.N, P2</p> </div>			
Cálculo de porcentaje de alargamiento (%)			
$\varepsilon = \left(\frac{l_f - l_0}{l_0} \right) * 100 \quad \varepsilon = \left(\frac{53,45 - 50}{50} \right) * 100 = 6,90\%$			
Esfuerzo máximo a tracción			
$\sigma = \left(\frac{F}{A} \right) \quad \sigma = \left(\frac{9,81 * 1273}{0,00012668} \right) = 98,68 \text{Mpa}$			

Fuente: El Autor

Tabla 4-52: Ficha de ensayo a Tracción

ENSAYO A TRACCIÓN			
Tipo de estudio:	Laboratorio	Probeta N°:	3
Tipo de Arena:	Nueva	Humedad:	8%
Centro de estudio y análisis:		Laboratorio de Mecánica de Materiales de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE	
Solicitado por:	UTA - FICM	Fecha:	07/07/2017
Realizado por:	Darwin Ortiz	Supervisado por:	Ing.Mg. Christian Castro
PARÁMETROS DE ENSAYO A TRACCIÓN			
Realizado bajo la norma:	ASTM	Designación:	E8
DATOS DE LA PROBETA			
Material:	Aluminio	Químico usado:	Coveral
Probeta:	Cilíndrica	Preparación de la probeta:	Mecanizado
RESULTADOS DE ENSAYO			
Carga Máxima: 1323,25kgf		Carga de Ruptura: 1323,25kgf	
<div data-bbox="363 943 1302 1550" data-label="Figure"> <p style="text-align: center;">Esfuerzo vs Deformación Aluminio[coveral], A.N, P3</p> </div>			
<p>Cálculo de porcentaje de alargamiento (%)</p> $\epsilon = \left(\frac{l_f - l_0}{l_0} \right) * 100 \quad \epsilon = \left(\frac{52,85 - 50}{50} \right) * 100 = 5,70\%$			
<p>Esfuerzo máximo a tracción</p> $\sigma = \left(\frac{F}{A} \right) \quad \sigma = \left(\frac{9,81 * 1323,25}{0,00012668} \right) = 102,58 \text{Mpa}$			

Fuente: El Autor

Tabla 4-53: Ficha de ensayo a Tracción

ENSAYO A TRACCIÓN			
Tipo de estudio:	Laboratorio	Probeta N°:	4
Tipo de Arena:	Nueva	Humedad:	8%
Centro de estudio y análisis:		Laboratorio de Mecánica de Materiales de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE	
Solicitado por:	UTA - FICM	Fecha:	07/07/2017
Realizado por:	Darwin Ortiz	Supervisado por:	Ing.Mg. Christian Castro
PARÁMETROS DE ENSAYO A TRACCIÓN			
Realizado bajo la norma:	ASTM	Designación:	E8
DATOS DE LA PROBETA			
Material:	Aluminio	Químico usado:	Coveral
Probeta:	Cilíndrica	Preparación de la probeta:	Mecanizado
RESULTADOS DE ENSAYO			
Carga Máxima: 1005kgf		Carga de Ruptura: 1005kgf	
<div data-bbox="391 943 1273 1541" data-label="Figure"> <p style="text-align: center;">Esfuerzo vs Deformación Aluminio[coveral], A.N, P4</p> </div>			
Cálculo de porcentaje de alargamiento (%)			
$\varepsilon = \left(\frac{l_f - l_0}{l_0} \right) * 100 \quad \varepsilon = \left(\frac{52,05 - 50}{50} \right) * 100 = 4,10\%$			
Esfuerzo máximo a tracción			
$\sigma = \left(\frac{F}{A} \right) \quad \sigma = \left(\frac{9,81 * 1005}{0,00012668} \right) = 77,91 \text{Mpa}$			

Fuente: El Autor

Tabla 4-54: Ficha de ensayo a Tracción

ENSAYO A TRACCIÓN																							
Tipo de estudio:	Laboratorio	Probeta N°:	5																				
Tipo de Arena:	Nueva	Humedad:	8%																				
Centro de estudio y análisis:		Laboratorio de Mecánica de Materiales de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE																					
Solicitado por:	UTA - FICM	Fecha:	07/07/2017																				
Realizado por:	Darwin Ortiz	Supervisado por:	Ing.Mg. Christian Castro																				
PARÁMETROS DE ENSAYO A TRACCIÓN																							
Realizado bajo la norma:	ASTM	Designación:	E8																				
DATOS DE LA PROBETA																							
Material:	Aluminio	Químico usado:	Coveral																				
Probeta:	Cilíndrica	Preparación de la probeta:	Mecanizado																				
RESULTADOS DE ENSAYO																							
Carga Máxima: 1206kgf		Carga de Ruptura: 1206kgf																					
<div data-bbox="402 943 1259 1563" data-label="Figure"> <p style="text-align: center;">Esfuerzo vs Deformación Aluminio[coveral], A.N, P5</p> <table border="1"> <caption>Datos estimados del gráfico</caption> <thead> <tr> <th>Deformación [%]</th> <th>Esfuerzo [MPas]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0,00</td><td>0,00</td></tr> <tr><td>0,50</td><td>20,00</td></tr> <tr><td>1,00</td><td>40,00</td></tr> <tr><td>1,50</td><td>60,00</td></tr> <tr><td>2,00</td><td>75,00</td></tr> <tr><td>2,50</td><td>85,00</td></tr> <tr><td>3,00</td><td>90,00</td></tr> <tr><td>3,10</td><td>93,49</td></tr> <tr><td>3,20</td><td>75,00</td></tr> </tbody> </table> </div>				Deformación [%]	Esfuerzo [MPas]	0,00	0,00	0,50	20,00	1,00	40,00	1,50	60,00	2,00	75,00	2,50	85,00	3,00	90,00	3,10	93,49	3,20	75,00
Deformación [%]	Esfuerzo [MPas]																						
0,00	0,00																						
0,50	20,00																						
1,00	40,00																						
1,50	60,00																						
2,00	75,00																						
2,50	85,00																						
3,00	90,00																						
3,10	93,49																						
3,20	75,00																						
Cálculo de porcentaje de alargamiento (%)																							
$\varepsilon = \left(\frac{l_f - l_0}{l_0} \right) * 100 \quad \varepsilon = \left(\frac{51,55 - 50}{50} \right) * 100 = 3,10\%$																							
Esfuerzo máximo a tracción																							
$\sigma = \left(\frac{F}{A} \right) \quad \sigma = \left(\frac{9,81 * 1206}{0,00012668} \right) = 93,49 \text{Mpa}$																							

Fuente: El Autor

Tabla 4-55: Ficha de ensayo a Tracción

ENSAYO A TRACCIÓN			
Tipo de estudio:	Laboratorio	Probeta N°:	6
Tipo de Arena:	Nueva	Humedad:	8%
Centro de estudio y análisis:		Laboratorio de Mecánica de Materiales de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE	
Solicitado por:	UTA - FICM	Fecha:	07/07/2017
Realizado por:	Darwin Ortiz	Supervisado por:	Ing.Mg. Christian Castro
PARÁMETROS DE ENSAYO A TRACCIÓN			
Realizado bajo la norma	ASTM	Designación:	E8
DATOS DE LA PROBETA			
Material:	Aluminio	Químico usado:	Coveral
Probeta:	Cilíndrica	Preparación de la probeta:	Mecanizado
RESULTADOS DE ENSAYO			
Carga Máxima: 1038,50kgf		Carga de Ruptura: 1038,50kgf	
<div data-bbox="379 943 1283 1570" data-label="Figure"> <p style="text-align: center;">Esfuerzo vs Deformación Aluminio[coveral], A.N, P6</p> </div>			
Cálculo de porcentaje de alargamiento (%)			
$\epsilon = \left(\frac{l_f - l_0}{l_0} \right) * 100 \quad \epsilon = \left(\frac{51,7 - 50}{50} \right) * 100 = 3,40\%$			
Esfuerzo máximo a tracción			
$\sigma = \left(\frac{F}{A} \right) \quad \sigma = \left(\frac{9,81 * 1038,50}{0,00012668} \right) = 80,50 \text{Mpa}$			

Fuente: El Autor

Tabla 4-56: Ficha de ensayo a Tracción

ENSAYO A TRACCIÓN			
Tipo de estudio:	Laboratorio	Probeta N°:	7
Tipo de Arena:	Nueva	Humedad:	8%
Centro de estudio y análisis:		Laboratorio de Mecánica de Materiales de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE	
Solicitado por:	UTA - FICM	Fecha:	07/07/2017
Realizado por:	Darwin Ortiz	Supervisado por:	Ing.Mg. Christian Castro
PARÁMETROS DE ENSAYO A TRACCIÓN			
Realizado bajo la norma	ASTM	Designación:	E8
DATOS DE LA PROBETA			
Material:	Aluminio	Químico usado:	Coveral
Probeta:	Cilíndrica	Preparación de la probeta:	Mecanizado
RESULTADOS DE ENSAYO			
Carga Máxima: 1289,75kgf		Carga de Ruptura: 1289,75kgf	
<div data-bbox="379 943 1289 1570" data-label="Figure"> <p style="text-align: center;">Esfuerzo vs Deformación Aluminio [coveral], A.N, P7</p> </div>			
Cálculo de porcentaje de alargamiento (%)			
$\epsilon = \left(\frac{l_f - l_0}{l_0} \right) * 100 \quad \epsilon = \left(\frac{51,95 - 50}{50} \right) * 100 = 3,90\%$			
Esfuerzo máximo a tracción			
$\sigma = \left(\frac{F}{A} \right) \quad \sigma = \left(\frac{9,81 * 1289,75}{0,00012668} \right) = 99,88 \text{Mpa}$			

Fuente: El Autor

Tabla 4-57: Resultados de Ensayo a Tracción.

RESULTADOS DE LAS PROBETAS DE ALUMINIO CON COVERAL Y ARENA NUEVA								
Tipo de Arena:	Nueva			Humedad:	8%			
Centro de estudio y análisis:				Laboratorio de Mecánica de Materiales de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE				
Solicitado por:	UTA - FICM			Fecha:	07/07/2017			
Realizado por:	Darwin Ortiz			Supervisado por:	Ing.Mg. Christian Castro			
ÍTEM	1	2	3	4	5	6	7	
Esfuerzo máximo a la tracción (Mpa)	96,08	98,68	102,58	77,91	93,49	80,50	99,98	92,74

Fuente: El Autor

Tabla 4-58: Ficha de ensayo a Tracción

ENSAYO A TRACCIÓN			
Tipo de estudio:	Laboratorio	Probeta N°:	1
Tipo de Arena:	Reciclada	Humedad:	8%
Centro de estudio y análisis:		Laboratorio de Mecánica de Materiales de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE	
Solicitado por:	UTA - FICM	Fecha:	07/07/2017
Realizado por:	Darwin Ortiz	Supervisado por:	Ing.Mg. Christian Castro
PARÁMETROS DE ENSAYO A TRACCIÓN			
Realizado bajo la norma:	ASTM	Designación:	E8
DATOS DE LA PROBETA			
Material:	Aluminio	Químico usado:	Coveral
Probeta:	Cilíndrica	Preparación de la probeta:	Mecanizado
RESULTADOS DE ENSAYO			
Carga Máxima: 871kgf		Carga de Ruptura: 871kgf	
<div data-bbox="311 940 1212 1590" data-label="Figure"> <p style="text-align: center;">Esfuerzo vs Deformación Aluminio [Coveral], A.V, P1</p> </div>			
Cálculo de porcentaje de alargamiento (%)			
$\varepsilon = \left(\frac{l_f - l_0}{l_0} \right) * 100 \quad \varepsilon = \left(\frac{52,2 - 50}{50} \right) * 100 = 4,40\%$			
Esfuerzo máximo a tracción			
$\sigma = \left(\frac{F}{A} \right) \quad \sigma = \left(\frac{9,81 * 871}{0,00012668} \right) = 67,52 \text{Mpa}$			

Fuente: El Autor

Tabla 4-59: Ficha de ensayo a Tracción

ENSAYO A TRACCIÓN																			
Tipo de estudio:	Laboratorio	Probeta N°:	2																
Tipo de Arena:	Reciclada	Humedad:	8%																
Centro de estudio y análisis:		Laboratorio de Mecánica de Materiales de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE																	
Solicitado por:	UTA - FICM	Fecha:	07/07/2017																
Realizado por:	Darwin Ortiz	Supervisado por:	Ing.Mg. Christian Castro																
PARÁMETROS DE ENSAYO A TRACCIÓN																			
Realizado bajo la norma:	ASTM	Designación:	E8																
DATOS DE LA PROBETA																			
Material:	Aluminio	Químico usado:	Coveral																
Probeta:	Cilíndrica	Preparación de la probeta:	Mecanizado																
RESULTADOS DE ENSAYO																			
Carga Máxima: 452,25kgf		Carga de Ruptura: 452,25kgf																	
<div data-bbox="311 940 1284 1534" data-label="Figure"> <p>Esfuerzo vs Deformación Aluminio [Coveral], A.V, P2</p> <table border="1"> <caption>Datos del gráfico de Esfuerzo vs Deformación</caption> <thead> <tr> <th>Deformación [%]</th> <th>Esfuerzo [MPas]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0,00</td> <td>0,00</td> </tr> <tr> <td>0,50</td> <td>~5,00</td> </tr> <tr> <td>1,00</td> <td>~15,00</td> </tr> <tr> <td>1,50</td> <td>~25,00</td> </tr> <tr> <td>2,00</td> <td>~35,00</td> </tr> <tr> <td>2,50</td> <td>~35,06</td> </tr> <tr> <td>~2,50</td> <td>0,00</td> </tr> </tbody> </table> </div>				Deformación [%]	Esfuerzo [MPas]	0,00	0,00	0,50	~5,00	1,00	~15,00	1,50	~25,00	2,00	~35,00	2,50	~35,06	~2,50	0,00
Deformación [%]	Esfuerzo [MPas]																		
0,00	0,00																		
0,50	~5,00																		
1,00	~15,00																		
1,50	~25,00																		
2,00	~35,00																		
2,50	~35,06																		
~2,50	0,00																		
Cálculo de porcentaje de alargamiento (%)																			
$\epsilon = \left(\frac{l_f - l_0}{l_0} \right) * 100 \quad \epsilon = \left(\frac{51,25 - 50}{50} \right) * 100 = 2,50\%$																			
Esfuerzo máximo a tracción																			
$\sigma = \left(\frac{F}{A} \right) \quad \sigma = \left(\frac{9,81 * 452,25}{0,00012668} \right) = 35,06 \text{ Mpa}$																			

Fuente: El Autor

Tabla 4-60: Ficha de ensayo a Tracción

ENSAYO A TRACCIÓN			
Tipo de estudio:	Laboratorio	Probeta N°:	3
Tipo de Arena:	Reciclada	Humedad:	8%
Centro de estudio y análisis:		Laboratorio de Mecánica de Materiales de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE	
Solicitado por:	UTA - FICM	Fecha:	07/07/2017
Realizado por:	Darwin Ortiz	Supervisado por:	Ing.Mg. Christian Castro
PARÁMETROS DE ENSAYO A TRACCIÓN			
Realizado bajo la norma:	ASTM	Designación:	E8
DATOS DE LA PROBETA			
Material:	Aluminio	Químico usado:	Coveral
Probeta:	Cilíndrica	Preparación de la probeta:	Mecanizado
RESULTADOS DE ENSAYO			
Carga Máxima: 887,75kgf		Carga de Ruptura: 887,75kgf	
<div data-bbox="347 943 1316 1469" data-label="Figure"> </div> <p style="text-align: center;">Cálculo de porcentaje de alargamiento (%)</p> $\epsilon = \left(\frac{l_f - l_0}{l_0} \right) * 100 \quad \epsilon = \left(\frac{51,35 - 50}{50} \right) * 100 = 2,70\%$ <p>Esfuerzo máximo a tracción</p> $\sigma = \left(\frac{F}{A} \right) \quad \sigma = \left(\frac{9,81 * 887,75}{0,00012668} \right) = 68,82 \text{Mpa}$			

Fuente: El Autor

Tabla 4-61: Ficha de ensayo a Tracción

ENSAYO A TRACCIÓN			
Tipo de estudio:	Laboratorio	Probeta N°:	4
Tipo de Arena:	Reciclada	Humedad:	8%
Centro de estudio y análisis:		Laboratorio de Mecánica de Materiales de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE	
Solicitado por:	UTA - FICM	Fecha:	07/07/2017
Realizado por:	Darwin Ortiz	Supervisado por:	Ing.Mg. Christian Castro
PARÁMETROS DE ENSAYO A TRACCIÓN			
Realizado bajo la norma	ASTM	Designación:	E8
DATOS DE LA PROBETA			
Material:	Aluminio	Químico usado:	Coveral
Probeta:	Cilíndrica	Preparación de la probeta:	Mecanizado
RESULTADOS DE ENSAYO			
Carga Máxima: 1273kgf		Carga de Ruptura: 1273kgf	
<div data-bbox="368 943 1294 1518" data-label="Figure"> <p style="text-align: center;">Esfuerzo vs Deformación Aluminio [Coveral], A.V, P4</p> </div>			
Cálculo de porcentaje de alargamiento (%)			
$\epsilon = \left(\frac{l_f - l_0}{l_0} \right) * 100 \quad \epsilon = \left(\frac{53,5 - 50}{50} \right) * 100 = 2,70\%$			
Esfuerzo máximo a tracción			
$\sigma = \left(\frac{F}{A} \right) \quad \sigma = \left(\frac{9,81 * 1273}{0,00012668} \right) = 98,68 \text{Mpa}$			

Fuente: El Autor

Tabla 4-62: Ficha de ensayo a Tracción

ENSAYO A TRACCIÓN			
Tipo de estudio:	Laboratorio	Probeta N°:	5
Tipo de Arena:	Reciclada	Humedad:	8%
Centro de estudio y análisis:		Laboratorio de Mecánica de Materiales de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE	
Solicitado por:	UTA - FICM	Fecha:	07/07/2017
Realizado por:	Darwin Ortiz	Supervisado por:	Ing.Mg. Christian Castro
PARÁMETROS DE ENSAYO A TRACCIÓN			
Realizado bajo la norma:	ASTM	Designación:	E8
DATOS DE LA PROBETA			
Material:	Aluminio	Químico usado:	Coveral
Probeta:	Cilíndrica	Preparación de la probeta:	Mecanizado
RESULTADOS DE ENSAYO			
Carga Máxima: 1222,75kgf		Carga de Ruptura: 1222,75kgf	
Cálculo de porcentaje de alargamiento (%)			
$\epsilon = \left(\frac{l_f - l_0}{l_0} \right) * 100 \quad \epsilon = \left(\frac{52,25 - 50}{50} \right) * 100 = 4,40\%$			
Esfuerzo máximo a tracción			
$\sigma = \left(\frac{F}{A} \right) \quad \sigma = \left(\frac{9,81 * 1222,75}{0,00012668} \right) = 94,79 \text{Mpa}$			

Fuente: El Autor

Tabla 4-63: Ficha de ensayo a Tracción

ENSAYO A TRACCIÓN			
Tipo de estudio:	Laboratorio	Probeta N°:	6
Tipo de Arena:	Reciclada	Humedad:	8%
Centro de estudio y análisis:		Laboratorio de Mecánica de Materiales de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE	
Solicitado por:	UTA - FICM	Fecha:	07/07/2017
Realizado por:	Darwin Ortiz	Supervisado por:	Ing.Mg. Christian Castro
PARÁMETROS DE ENSAYO A TRACCIÓN			
Realizado bajo la norma:	ASTM	Designación:	E8
DATOS DE LA PROBETA			
Material:	Aluminio	Químico usado:	Coveral
Probeta:	Cilíndrica	Preparación de la probeta:	Mecanizado
RESULTADOS DE ENSAYO			
Carga Máxima: 1088,75kgf		Carga de Ruptura: 1088,75kgf	
<p>Esfuerzo vs Deformación Aluminio [Coveral], A.V, P6</p>			
Cálculo de porcentaje de alargamiento (%)			
$\varepsilon = \left(\frac{l_f - l_0}{l_0} \right) * 100 \quad \varepsilon = \left(\frac{52,3 - 50}{50} \right) * 100 = 4,60\%$			
Esfuerzo máximo a tracción			
$\sigma = \left(\frac{F}{A} \right) \quad \sigma = \left(\frac{9,81 * 1088,75}{0,00012668} \right) = 84,40 \text{Mpa}$			

Fuente: El Autor

Tabla 4-64: Ficha de ensayo a Tracción

ENSAYO A TRACCIÓN			
Tipo de estudio:	Laboratorio	Probeta N°:	7
Tipo de Arena:	Reciclada	Humedad:	8%
Centro de estudio y análisis:		Laboratorio de Mecánica de Materiales de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE	
Solicitado por:	UTA - FICM	Fecha:	07/07/2017
Realizado por:	Darwin Ortiz	Supervisado por:	Ing.Mg. Christian Castro
PARÁMETROS DE ENSAYO A TRACCIÓN			
Realizado bajo la norma:	ASTM	Designación:	E8
DATOS DE LA PROBETA			
Material:	Aluminio	Químico usado:	Coveral
Probeta:	Cilíndrica	Preparación de la probeta:	Mecanizado
RESULTADOS DE ENSAYO			
Carga Máxima: 904,50kgf		Carga de Ruptura: 904,50kgf	
<p>Esfuerzo vs Deformación Aluminio [Coveral], A.V, P7</p>			
Cálculo de porcentaje de alargamiento (%)			
$\varepsilon = \left(\frac{l_f - l_0}{l_0} \right) * 100 \quad \varepsilon = \left(\frac{51,85 - 50}{50} \right) * 100 = 3,70\%$			
Esfuerzo máximo a tracción			
$\sigma = \left(\frac{F}{A} \right) \quad \sigma = \left(\frac{9,81 * 904,50}{0,00012668} \right) = 70,12 \text{ Mpa}$			

Fuente: El Autor

Tabla 4-65: Resultados de Ensayo a Tracción.

RESULTADOS DE LAS PROBETAS DE ALUMINIO CON COVERAL Y ARENA RECICLADA								
Tipo de Arena:	Reciclada			Humedad:	8%			
Centro de estudio y análisis:				Laboratorio de Mecánica de Materiales de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE				
Solicitado por:	UTA - FICM			Fecha:	07/07/2017			
Realizado por:	Darwin Ortiz			Supervisado por:	Ing.Mg. Christian Castro			
ÍTEM	1	2	3	4	5	6	7	
Esfuerzo máximo a la tracción (Mpa)	67,52	35,06	68,82	98,68	94,79	84,40	70,12	74,19

Fuente: El Autor

Tabla 4-66: Ficha de ensayo a Tracción

ENSAYO A TRACCIÓN			
Tipo de estudio:	Laboratorio	Probeta N°:	1
Tipo de Arena:	Nueva	Humedad:	8%
Centro de estudio y análisis:		Laboratorio de Mecánica de Materiales de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE	
Solicitado por:	UTA - FICM	Fecha:	07/07/2017
Realizado por:	Darwin Ortiz	Supervisado por:	Ing.Mg. Christian Castro
PARÁMETROS DE ENSAYO A TRACCIÓN			
Realizado bajo la norma	ASTM	Designación:	E8
DATOS DE LA PROBETA			
Material:	Aluminio	Químico usado:	Carbonato de Calcio y Bórax
Probeta:	Cilíndrica	Preparación de la probeta:	Mecanizado
RESULTADOS DE ENSAYO			
Carga Máxima: 938kgf		Carga de Ruptura: 938kgf	
<div data-bbox="352 981 1315 1563" data-label="Figure"> <p style="text-align: center;">Esfuerzo vs Deformación Aluminio [C.C], A.N, P1</p> </div>			
<p>Cálculo de porcentaje de alargamiento (%)</p> $\varepsilon = \left(\frac{l_f - l_0}{l_0} \right) * 100 \quad \varepsilon = \left(\frac{52,8 - 50}{50} \right) * 100 = 5,60\%$			
<p>Esfuerzo máximo a tracción</p> $\sigma = \left(\frac{F}{A} \right) \quad \sigma = \left(\frac{9,81 * 938}{0,00012668} \right) = 72,71 \text{Mpa}$			

Fuente: El Autor

Tabla 4-67: Ficha de ensayo a Tracción

ENSAYO A TRACCIÓN			
Tipo de estudio:	Laboratorio	Probeta N°:	2
Tipo de Arena:	Nueva	Humedad:	8%
Centro de estudio y análisis:		Laboratorio de Mecánica de Materiales de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE	
Solicitado por:	UTA - FICM	Fecha:	07/07/2017
Realizado por:	Darwin Ortiz	Supervisado por:	Ing.Mg. Christian Castro
PARÁMETROS DE ENSAYO A TRACCIÓN			
Realizado bajo la norma	ASTM	Designación:	E8
DATOS DE LA PROBETA			
Material:	Aluminio	Químico usado:	Carbonato de Calcio y Bórax
Probeta:	Cilíndrica	Preparación de la probeta:	Mecanizado
RESULTADOS DE ENSAYO			
Carga Máxima: 1172,50kgf		Carga de Ruptura: 1172,50kgf	
<div data-bbox="395 981 1273 1534" data-label="Figure"> <p style="text-align: center;">Esfuerzo vs Deformación Aluminio [C.C], A.N, P2</p> </div>			
Cálculo de porcentaje de alargamiento (%)			
$\epsilon = \left(\frac{l_f - l_0}{l_0} \right) * 100 \quad \epsilon = \left(\frac{53,5 - 50}{50} \right) * 100 = 7\%$			
Esfuerzo máximo a tracción			
$\sigma = \left(\frac{F}{A} \right) \quad \sigma = \left(\frac{9,81 * 1172,50}{0,00012668} \right) = 90,89 \text{Mpa}$			

Fuente: El Autor

Tabla 4-68: Ficha de ensayo a Tracción

ENSAYO A TRACCIÓN																									
Tipo de estudio:	Laboratorio	Probeta N°:	3																						
Tipo de Arena:	Nueva	Humedad:	8%																						
Centro de estudio y análisis:		Laboratorio de Mecánica de Materiales de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE																							
Solicitado por:	UTA - FICM	Fecha:	07/07/2017																						
Realizado por:	Darwin Ortiz	Supervisado por:	Ing.Mg. Christian Castro																						
PARÁMETROS DE ENSAYO A TRACCIÓN																									
Realizado bajo la norma	ASTM	Designación:	E8																						
DATOS DE LA PROBETA																									
Material:	Aluminio	Químico usado:	Carbonato de Calcio y Bórax																						
Probeta:	Cilíndrica	Preparación de la probeta:	Mecanizado																						
RESULTADOS DE ENSAYO																									
Carga Máxima: 1189,25kgf		Carga de Ruptura: 1189,25kgf																							
<div data-bbox="311 981 1233 1570" data-label="Figure"> <p>Esfuerzo vs Deformación Aluminio [C.C], A.N, P3</p> <table border="1"> <caption>Datos del gráfico de Esfuerzo vs Deformación</caption> <thead> <tr> <th>Deformación [%]</th> <th>Esfuerzo [MPas]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0,00</td><td>0,00</td></tr> <tr><td>1,00</td><td>15,00</td></tr> <tr><td>2,00</td><td>25,00</td></tr> <tr><td>3,00</td><td>40,00</td></tr> <tr><td>4,00</td><td>55,00</td></tr> <tr><td>5,00</td><td>70,00</td></tr> <tr><td>6,00</td><td>80,00</td></tr> <tr><td>7,00</td><td>88,00</td></tr> <tr><td>7,60</td><td>92,19</td></tr> <tr><td>7,60</td><td>60,00</td></tr> </tbody> </table> </div>				Deformación [%]	Esfuerzo [MPas]	0,00	0,00	1,00	15,00	2,00	25,00	3,00	40,00	4,00	55,00	5,00	70,00	6,00	80,00	7,00	88,00	7,60	92,19	7,60	60,00
Deformación [%]	Esfuerzo [MPas]																								
0,00	0,00																								
1,00	15,00																								
2,00	25,00																								
3,00	40,00																								
4,00	55,00																								
5,00	70,00																								
6,00	80,00																								
7,00	88,00																								
7,60	92,19																								
7,60	60,00																								
Cálculo de porcentaje de alargamiento (%)																									
$\epsilon = \left(\frac{l_f - l_0}{l_0} \right) * 100 \quad \epsilon = \left(\frac{53,8 - 50}{50} \right) * 100 = 7,60\%$																									
Esfuerzo máximo a tracción																									
$\sigma = \left(\frac{F}{A} \right) \quad \sigma = \left(\frac{9,81 * 1189,25}{0,00012668} \right) = 92,19 \text{Mpa}$																									

Fuente: El Autor

Tabla 4-69: Ficha de ensayo a Tracción

ENSAYO A TRACCIÓN			
Tipo de estudio:	Laboratorio	Probeta N°:	4
Tipo de Arena:	Nueva	Humedad:	8%
Centro de estudio y análisis:		Laboratorio de Mecánica de Materiales de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE	
Solicitado por:	UTA - FICM	Fecha:	07/07/2017
Realizado por:	Darwin Ortiz	Supervisado por:	Ing.Mg. Christian Castro
PARÁMETROS DE ENSAYO A TRACCIÓN			
Realizado bajo la norma	ASTM	Designación:	E8
DATOS DE LA PROBETA			
Material:	Aluminio	Químico usado:	Carbonato de Calcio y Bórax
Probeta:	Cilíndrica	Preparación de la probeta:	Mecanizado
RESULTADOS DE ENSAYO			
Carga Máxima: 820,75kgf		Carga de Ruptura: 820,75kgf	
<p>Esfuerzo vs Deformación Aluminio [C.C], A.N, P4</p>			
Cálculo de porcentaje de alargamiento (%)			
$\epsilon = \left(\frac{l_f - l_0}{l_0} \right) * 100 \quad \epsilon = \left(\frac{51,3 - 50}{50} \right) * 100 = 2,60\%$			
Esfuerzo máximo a tracción			
$\sigma = \left(\frac{F}{A} \right) \quad \sigma = \left(\frac{9,81 * 820,75}{0,00012668} \right) = 63,62 \text{Mpa}$			

Fuente: El Autor

Tabla 4-70: Ficha de ensayo a Tracción

ENSAYO A TRACCIÓN			
Tipo de estudio:	Laboratorio	Probeta N°:	5
Tipo de Arena:	Nueva	Humedad:	8%
Centro de estudio y análisis:		Laboratorio de Mecánica de Materiales de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE	
Solicitado por:	UTA - FICM	Fecha:	07/07/2017
Realizado por:	Darwin Ortiz	Supervisado por:	Ing.Mg. Christian Castro
PARÁMETROS DE ENSAYO A TRACCIÓN			
Realizado bajo la norma:	ASTM	Designación:	E8
DATOS DE LA PROBETA			
Material:	Aluminio	Químico usado:	Carbonato de Calcio y Bórax
Probeta:	Cilíndrica	Preparación de la probeta:	Mecanizado
RESULTADOS DE ENSAYO			
Carga Máxima: 1155,75kgf		Carga de Ruptura: 1155,75kgf	
<p>Cálculo de porcentaje de alargamiento (%)</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px 0;"> <p style="text-align: center;">Esfuerzo vs Deformación Aluminio [C.C], A.N, P5</p> </div> <p> $\epsilon = \left(\frac{l_f - l_0}{l_0} \right) * 100$ $\epsilon = \left(\frac{53,2 - 50}{50} \right) * 100 = 6,40\%$ </p> <p>Esfuerzo máximo a tracción</p> <p> $\sigma = \left(\frac{F}{A} \right)$ $\sigma = \left(\frac{9,81 * 1155,75}{0,00012668} \right) = 89,59\text{Mpa}$ </p>			

Fuente: El Autor

Tabla 4-71: Ficha de ensayo a Tracción

ENSAYO A TRACCIÓN																					
Tipo de estudio:	Laboratorio	Probeta N°:	6																		
Tipo de Arena:	Nueva	Humedad:	8%																		
Centro de estudio y análisis:		Laboratorio de Mecánica de Materiales de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE																			
Solicitado por:	UTA - FICM	Fecha:	07/07/2017																		
Realizado por:	Darwin Ortiz	Supervisado por:	Ing.Mg. Christian Castro																		
PARÁMETROS DE ENSAYO A TRACCIÓN																					
Realizado bajo la norma:	ASTM	Designación:	E8																		
DATOS DE LA PROBETA																					
Material:	Aluminio	Químico usado:	Carbonato de Calcio y Bórax																		
Probeta:	Cilíndrica	Preparación de la probeta:	Mecanizado																		
RESULTADOS DE ENSAYO																					
Carga Máxima: 720,25kgf		Carga de Ruptura: 720,25kgf																			
<p>Cálculo de porcentaje de alargamiento (%)</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 10px; margin: 10px 0;"> <p style="text-align: center;">Esfuerzo vs Deformación Aluminio [C.C], A.N, P6</p> <table border="1"> <caption>Datos del gráfico de Esfuerzo vs Deformación</caption> <thead> <tr> <th>Deformación [%]</th> <th>Esfuerzo [MPas]</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0,00</td><td>0,00</td></tr> <tr><td>0,50</td><td>10,00</td></tr> <tr><td>1,00</td><td>20,00</td></tr> <tr><td>1,50</td><td>30,00</td></tr> <tr><td>2,00</td><td>40,00</td></tr> <tr><td>2,50</td><td>50,00</td></tr> <tr><td>2,90</td><td>51,45</td></tr> <tr><td>3,00</td><td>20,00</td></tr> </tbody> </table> </div> <p> $\epsilon = \left(\frac{l_f - l_0}{l_0} \right) * 100$ $\epsilon = \left(\frac{51,45 - 50}{50} \right) * 100 = 2,90\%$ </p> <p>Esfuerzo máximo a tracción</p> <p> $\sigma = \left(\frac{F}{A} \right)$ $\sigma = \left(\frac{9,81 * 720,25}{0,00012668} \right) = 55,83 \text{Mpa}$ </p>				Deformación [%]	Esfuerzo [MPas]	0,00	0,00	0,50	10,00	1,00	20,00	1,50	30,00	2,00	40,00	2,50	50,00	2,90	51,45	3,00	20,00
Deformación [%]	Esfuerzo [MPas]																				
0,00	0,00																				
0,50	10,00																				
1,00	20,00																				
1,50	30,00																				
2,00	40,00																				
2,50	50,00																				
2,90	51,45																				
3,00	20,00																				

Fuente: El Autor

Tabla 4-72: Ficha de ensayo a Tracción

ENSAYO A TRACCIÓN			
Tipo de estudio:	Laboratorio	Probeta N°:	7
Tipo de Arena:	Nueva	Humedad:	8%
Centro de estudio y análisis:		Laboratorio de Mecánica de Materiales de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE	
Solicitado por:	UTA - FICM	Fecha:	07/07/2017
Realizado por:	Darwin Ortiz	Supervisado por:	Ing.Mg. Christian Castro
PARÁMETROS DE ENSAYO A TRACCIÓN			
Realizado bajo la norma:	ASTM	Designación:	E8
DATOS DE LA PROBETA			
Material:	Aluminio	Químico usado:	Carbonato de Calcio y Bórax
Probeta:	Cilíndrica	Preparación de la probeta:	Mecanizado
RESULTADOS DE ENSAYO			
Carga Máxima: 1172,50kgf		Carga de Ruptura: 1172,50kgf	
<div data-bbox="368 981 1295 1509" data-label="Figure"> <p style="text-align: center;">Esfuerzo vs Deformación Aluminio [C.C], A.N, P7</p> </div>			
Cálculo de porcentaje de alargamiento (%)			
$\epsilon = \left(\frac{l_f - l_0}{l_0} \right) * 100 \quad \epsilon = \left(\frac{53 - 50}{50} \right) * 100 = 6\%$			
Esfuerzo máximo a tracción			
$\sigma = \left(\frac{F}{A} \right) \quad \sigma = \left(\frac{9,81 * 1172,50}{0,00012668} \right) = 90,89 \text{Mpa}$			

Fuente: El Autor

Tabla 4-73: Resultados de Ensayo a Tracción.

RESULTADOS DE LAS PROBETAS DE ALUMINIO CON CARBONATO DE CALCIO Y BÓRAX Y ARENA NUEVA								
Tipo de Arena:	NUEVA			Humedad:	8%			
Centro de estudio y análisis:				Laboratorio de Mecánica de Materiales de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE				
Solicitado por:	UTA - FICM			Fecha:	07/07/2017			
Realizado por:	Darwin Ortiz			Supervisado por:	Ing.Mg. Christian Castro			
ÍTEM	1	2	3	4	5	6	7	
Esfuerzo máximo a la tracción (Mpa)	72,71	90,89	92,19	63,62	89,59	55,83	90,89	79,38

Fuente: El Autor

Tabla 4-74: Ficha de ensayo a Tracción

ENSAYO A TRACCIÓN			
Tipo de estudio:	Laboratorio	Probeta N°:	1
Tipo de Arena:	Reciclada	Humedad:	8%
Centro de estudio y análisis:		Laboratorio de Mecánica de Materiales de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE	
Solicitado por:	UTA - FICM	Fecha:	07/07/2017
Realizado por:	Darwin Ortiz	Supervisado por:	Ing.Mg. Christian Castro
PARÁMETROS DE ENSAYO A TRACCIÓN			
Realizado bajo la norma:	ASTM	Designación:	E8
DATOS DE LA PROBETA			
Material:	Aluminio	Químico usado:	Carbonato de Calcio y Bórax
Probeta:	Cilíndrica	Preparación de la probeta:	Mecanizado
RESULTADOS DE ENSAYO			
Carga Máxima: 1273kgf		Carga de Ruptura: 1273kgf	
<div data-bbox="352 981 1315 1570" data-label="Figure"> <p style="text-align: center;">Esfuerzo vs Deformación Aluminio [C.C], A.V, P1</p> </div>			
Cálculo de porcentaje de alargamiento (%)			
$\epsilon = \left(\frac{l_f - l_0}{l_0} \right) * 100 \quad \epsilon = \left(\frac{53,7 - 50}{50} \right) * 100 = 7,40\%$			
Esfuerzo máximo a tracción			
$\sigma = \left(\frac{F}{A} \right) \quad \sigma = \left(\frac{9,81 * 1273}{0,00012668} \right) = 98,68 \text{ Mpa}$			

Fuente: El Autor

Tabla 4-75: Ficha de ensayo a Tracción

ENSAYO A TRACCIÓN			
Tipo de estudio:	Laboratorio	Probeta N°:	2
Tipo de Arena:	Reciclada	Humedad:	8%
Centro de estudio y análisis:		Laboratorio de Mecánica de Materiales de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE	
Solicitado por:	UTA - FICM	Fecha:	07/07/2017
Realizado por:	Darwin Ortiz	Supervisado por:	Ing.Mg. Christian Castro
PARÁMETROS DE ENSAYO A TRACCIÓN			
Realizado bajo la norma	ASTM	Designación:	E8
DATOS DE LA PROBETA			
Material:	Aluminio	Químico usado:	Carbonato de Calcio y Bórax
Probeta:	Cilíndrica	Preparación de la probeta:	Mecanizado
RESULTADOS DE ENSAYO			
Carga Máxima: 1289,75kgf		Carga de Ruptura: 1289,75kgf	
<div data-bbox="389 981 1275 1574" data-label="Figure"> <p style="text-align: center;">Esfuerzo vs Deformación Aluminio [C.C], A.V, P2</p> </div>			
Cálculo de porcentaje de alargamiento (%)			
$\epsilon = \left(\frac{l_f - l_0}{l_0} \right) * 100 \quad \epsilon = \left(\frac{53,9 - 50}{50} \right) * 100 = 7,80\%$			
Esfuerzo máximo a tracción			
$\sigma = \left(\frac{F}{A} \right) \quad \sigma = \left(\frac{9,81 * 1289,75}{0,00012668} \right) = 99,98 \text{Mpa}$			

Fuente: El Autor

Tabla 4-76: Ficha de ensayo a Tracción

ENSAYO A TRACCIÓN			
Tipo de estudio:	Laboratorio	Probeta N°:	3
Tipo de Arena:	Reciclada	Humedad:	8%
Centro de estudio y análisis:		Laboratorio de Mecánica de Materiales de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE	
Solicitado por:	UTA - FICM	Fecha:	07/07/2017
Realizado por:	Darwin Ortiz	Supervisado por:	Ing.Mg. Christian Castro
PARÁMETROS DE ENSAYO A TRACCIÓN			
Realizado bajo la norma:	ASTM	Designación:	E8
DATOS DE LA PROBETA			
Material:	Aluminio	Químico usado:	Carbonato de Calcio y Bórax
Probeta:	Cilíndrica	Preparación de la probeta:	Mecanizado
RESULTADOS DE ENSAYO			
Carga Máxima: 1189,25kgf		Carga de Ruptura: 1189,25kgf	
<div data-bbox="406 981 1260 1563" data-label="Figure"> <p style="text-align: center;">Esfuerzo vs Deformación Aluminio [C.C], A.V, P3</p> </div>			
<p>Cálculo de porcentaje de alargamiento (%)</p> $\varepsilon = \left(\frac{l_f - l_0}{l_0} \right) * 100 \quad \varepsilon = \left(\frac{52,7 - 50}{50} \right) * 100 = 5,40\%$ <p>Esfuerzo máximo a tracción</p> $\sigma = \left(\frac{F}{A} \right) \quad \sigma = \left(\frac{9,81 * 1189,25}{0,00012668} \right) = 92,19 \text{Mpa}$			

Fuente: El Autor

Tabla 4-77: Ficha de ensayo a Tracción

ENSAYO A TRACCIÓN			
Tipo de estudio:	Laboratorio	Probeta N°:	4
Tipo de Arena:	Reciclada	Humedad:	8%
Centro de estudio y análisis:		Laboratorio de Mecánica de Materiales de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE	
Solicitado por:	UTA - FICM	Fecha:	07/07/2017
Realizado por:	Darwin Ortiz	Supervisado por:	Ing.Mg. Christian Castro
PARÁMETROS DE ENSAYO A TRACCIÓN			
Realizado bajo la norma	ASTM	Designación:	E8
DATOS DE LA PROBETA			
Material:	Aluminio	Químico usado:	Carbonato de Calcio y Bórax
Probeta:	Cilíndrica	Preparación de la probeta:	Mecanizado
RESULTADOS DE ENSAYO			
Carga Máxima: 1222,75kgf		Carga de Ruptura: 1222,75kgf	
<div data-bbox="402 981 1259 1597" data-label="Figure"> <p style="text-align: center;">Esfuerzo vs Deformación Aluminio [C.C], A.V, P4</p> </div>			
Cálculo de porcentaje de alargamiento (%)			
$\varepsilon = \left(\frac{l_f - l_0}{l_0} \right) * 100 \quad \varepsilon = \left(\frac{53,05 - 50}{50} \right) * 100 = 6,10\%$			
Esfuerzo máximo a tracción			
$\sigma = \left(\frac{F}{A} \right) \quad \sigma = \left(\frac{9,81 * 1222,75}{0,00012668} \right) = 94,79 \text{Mpa}$			

Fuente: El Autor

Tabla 4-78: Ficha de ensayo a Tracción

ENSAYO A TRACCIÓN			
Tipo de estudio:	Laboratorio	Probeta N°:	5
Tipo de Arena:	Reciclada	Humedad:	8%
Centro de estudio y análisis:		Laboratorio de Mecánica de Materiales de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE	
Solicitado por:	UTA - FICM	Fecha:	07/07/2017
Realizado por:	Darwin Ortiz	Supervisado por:	Ing.Mg. Christian Castro
PARÁMETROS DE ENSAYO A TRACCIÓN			
Realizado bajo la norma:	ASTM	Designación:	E8
DATOS DE LA PROBETA			
Material:	Aluminio	Químico usado:	Carbonato de Calcio y Bórax
Probeta:	Cilíndrica	Preparación de la probeta:	Mecanizado
RESULTADOS DE ENSAYO			
Carga Máxima: 703,50kgf		Carga de Ruptura: 703,50kgf	
<p>Esfuerzo vs Deformación Aluminio [C.C], A.V, P5</p>			
<p>Cálculo de porcentaje de alargamiento (%)</p> $\varepsilon = \left(\frac{l_f - l_0}{l_0} \right) * 100 \quad \varepsilon = \left(\frac{51,55 - 50}{50} \right) * 100 = 3,10\%$			
<p>Esfuerzo máximo a tracción</p> $\sigma = \left(\frac{F}{A} \right) \quad \sigma = \left(\frac{9,81 * 703,50}{0,00012668} \right) = 54,53 \text{ Mpa}$			

Fuente: El Autor

Tabla 4-79: Ficha de ensayo a Tracción

ENSAYO A TRACCIÓN			
Tipo de estudio:	Laboratorio	Probeta N°:	6
Tipo de Arena:	Reciclada	Humedad:	8%
Centro de estudio y análisis:		Laboratorio de Mecánica de Materiales de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE	
Solicitado por:	UTA - FICM	Fecha:	07/07/2017
Realizado por:	Darwin Ortiz	Supervisado por:	Ing.Mg. Christian Castro
PARÁMETROS DE ENSAYO A TRACCIÓN			
Realizado bajo la norma:	ASTM	Designación:	E8
DATOS DE LA PROBETA			
Material:	Aluminio	Químico usado:	Carbonato de Calcio y Bórax
Probeta:	Cilíndrica	Preparación de la probeta:	Mecanizado
RESULTADOS DE ENSAYO			
Carga Máxima: 921,25kgf		Carga de Ruptura: 921,25kgf	
<p>Esfuerzo vs Deformación Aluminio [C.C], A.V, P6</p>			
Cálculo de porcentaje de alargamiento (%)			
$\epsilon = \left(\frac{l_f - l_0}{l_0} \right) * 100 \quad \epsilon = \left(\frac{52,4 - 50}{50} \right) * 100 = 4,800\%$			
Esfuerzo máximo a tracción			
$\sigma = \left(\frac{F}{A} \right) \quad \sigma = \left(\frac{9,81 * 921,25}{0,00012668} \right) = 71,41 \text{Mpa}$			

Fuente: El Autor

Tabla 4-80: Ficha de ensayo a Tracción

ENSAYO A TRACCIÓN			
Tipo de estudio:	Laboratorio	Probeta N°:	7
Tipo de Arena:	Reciclada	Humedad:	8%
Centro de estudio y análisis:		Laboratorio de Mecánica de Materiales de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE	
Solicitado por:	UTA - FICM	Fecha:	07/07/2017
Realizado por:	Darwin Ortiz	Supervisado por:	Ing.Mg. Christian Castro
PARÁMETROS DE ENSAYO A TRACCIÓN			
Realizado bajo la norma	ASTM	Designación:	E8
DATOS DE LA PROBETA			
Material:	Aluminio	Químico usado:	Carbonato de Calcio y Bórax
Probeta:	Cilíndrica	Preparación de la probeta:	Mecanizado
RESULTADOS DE ENSAYO			
Carga Máxima: 703,50kgf		Carga de Ruptura: 703,50kgf	
Cálculo de porcentaje de alargamiento (%)			
$\varepsilon = \left(\frac{l_f - l_0}{l_0} \right) * 100 \quad \varepsilon = \left(\frac{52,3 - 50}{50} \right) * 100 = 4,60\%$			
Esfuerzo máximo a tracción			
$\sigma = \left(\frac{F}{A} \right) \quad \sigma = \left(\frac{9,81 * 703,50}{0,00012668} \right) = 54,53 \text{Mpa}$			

Fuente: El Autor

Tabla 4-81: Resultados de Ensayo a Tracción.

RESULTADOS DE LAS PROBETAS DE ALUMINIO CON CARBONATO DE CALCIO Y BÓRAX Y ARENA NUEVA								
Tipo de Arena:	RECICLADA			Humedad:	8%			
Centro de estudio y análisis:				Laboratorio de Mecánica de Materiales de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE				
Solicitado por:	UTA - FICM			Fecha:	07/07/2017			
Realizado por:	Darwin Ortiz			Supervisado por:	Ing.Mg. Christian Castro			
ÍTEM	1	2	3	4	5	6	7	
Esfuerzo máximo a la tracción (Mpa)	98,68	99,98	92,19	94,79	54,53	71,41	54,53	80,87

Fuente: El Autor

Tabla 4-82: Ficha de ensayo a Tracción

ENSAYO A TRACCIÓN			
Tipo de estudio:	Laboratorio	Probeta N°:	1
Tipo de Arena:	Nueva	Humedad:	8%
Centro de estudio y análisis:		Laboratorio de Mecánica de Materiales de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE	
Solicitado por:	UTA - FICM	Fecha:	07/07/2017
Realizado por:	Darwin Ortiz	Supervisado por:	Ing.Mg. Christian Castro
PARÁMETROS DE ENSAYO A TRACCIÓN			
Realizado bajo la norma	ASTM	Designación:	E8
DATOS DE LA PROBETA			
Material:	Aluminio	Químico usado:	Argón
Probeta:	Cilíndrica	Preparación de la probeta:	Mecanizado
RESULTADOS DE ENSAYO			
Carga Máxima: 1574,50kgf		Carga de Ruptura: 1574,50kgf	
<div data-bbox="370 943 1294 1570" data-label="Figure"> <p style="text-align: center;">Esfuerzo vs Deformación Aluminio [Argón], A.N, P1</p> </div>			
Cálculo de porcentaje de alargamiento (%)			
$\epsilon = \left(\frac{l_f - l_0}{l_0} \right) * 100 \quad \epsilon = \left(\frac{52,15 - 50}{50} \right) * 100 = 4,30\%$			
Esfuerzo máximo a tracción			
$\sigma = \left(\frac{F}{A} \right) \quad \sigma = \left(\frac{9,81 * 1574,50}{0,00012668} \right) = 122,05 \text{Mpa}$			

Fuente: El Autor

Tabla 4-83: Ficha de ensayo a Tracción

ENSAYO A TRACCIÓN			
Tipo de estudio:	Laboratorio	Probeta N°:	2
Tipo de Arena:	Nueva	Humedad:	8%
Centro de estudio y análisis:		Laboratorio de Mecánica de Materiales de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE	
Solicitado por:	UTA - FICM	Fecha:	07/07/2017
Realizado por:	Darwin Ortiz	Supervisado por:	Ing.Mg. Christian Castro
PARÁMETROS DE ENSAYO A TRACCIÓN			
Realizado bajo la norma:	ASTM	Designación:	E8
DATOS DE LA PROBETA			
Material:	Aluminio	Químico usado:	Argón
Probeta:	Cilíndrica	Preparación de la probeta:	Mecanizado
RESULTADOS DE ENSAYO			
Carga Máxima: 1541kgf		Carga de Ruptura: 1541kgf	
<div data-bbox="363 943 1302 1518" data-label="Figure"> <p style="text-align: center;">Esfuerzo vs Deformación Aluminio [Argón], A.N, P2</p> </div>			
<p>Cálculo de porcentaje de alargamiento (%)</p> $\varepsilon = \left(\frac{l_f - l_0}{l_0} \right) * 100 \quad \varepsilon = \left(\frac{52,45 - 50}{50} \right) * 100 = 4,90\%$ <p>Esfuerzo máximo a tracción</p> $\sigma = \left(\frac{F}{A} \right) \quad \sigma = \left(\frac{9,81 * 1541}{0,00012668} \right) = 119,46 \text{ Mpa}$			

Fuente: El Autor

Tabla 4-84: Ficha de ensayo a Tracción

ENSAYO A TRACCIÓN			
Tipo de estudio:	Laboratorio	Probeta N°:	3
Tipo de Arena:	Nueva	Humedad:	8%
Centro de estudio y análisis:		Laboratorio de Mecánica de Materiales de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE	
Solicitado por:	UTA - FICM	Fecha:	07/07/2017
Realizado por:	Darwin Ortiz	Supervisado por:	Ing.Mg. Christian Castro
PARÁMETROS DE ENSAYO A TRACCIÓN			
Realizado bajo la norma:	ASTM	Designación:	E8
DATOS DE LA PROBETA			
Material:	Aluminio	Químico usado:	Argón
Probeta:	Cilíndrica	Preparación de la probeta:	Mecanizado
RESULTADOS DE ENSAYO			
Carga Máxima: 1139kgf		Carga de Ruptura: 1139kgf	
<div data-bbox="427 943 1241 1581" data-label="Figure"> <p style="text-align: center;">Esfuerzo vs Deformación Aluminio [Argón], A.N, P3</p> </div>			
Cálculo de porcentaje de alargamiento (%)			
$\epsilon = \left(\frac{l_f - l_0}{l_0} \right) * 100 \quad \epsilon = \left(\frac{52,3 - 50}{50} \right) * 100 = 4,60\%$			
Esfuerzo máximo a tracción			
$\sigma = \left(\frac{F}{A} \right) \quad \sigma = \left(\frac{9,81 * 1139}{0,00012668} \right) = 88,29 \text{Mpa}$			

Fuente: El Autor

Tabla 4-85: Ficha de ensayo a Tracción

ENSAYO A TRACCIÓN			
Tipo de estudio:	Laboratorio	Probeta N°:	4
Tipo de Arena:	Nueva	Humedad:	8%
Centro de estudio y análisis:		Laboratorio de Mecánica de Materiales de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE	
Solicitado por:	UTA - FICM	Fecha:	07/07/2017
Realizado por:	Darwin Ortiz	Supervisado por:	Ing.Mg. Christian Castro
PARÁMETROS DE ENSAYO A TRACCIÓN			
Realizado bajo la norma	ASTM	Designación:	E8
DATOS DE LA PROBETA			
Material:	Aluminio	Químico usado:	Argón
Probeta:	Cilíndrica	Preparación de la probeta:	Mecanizado
RESULTADOS DE ENSAYO			
Carga Máxima: 1139kgf		Carga de Ruptura: 1139kgf	
<div data-bbox="363 943 1299 1585" data-label="Figure"> <p style="text-align: center;">Esfuerzo vs Deformación Aluminio [Argón], A.N, P4</p> </div>			
Cálculo de porcentaje de alargamiento (%)			
$\epsilon = \left(\frac{l_f - l_0}{l_0} \right) * 100 \quad \epsilon = \left(\frac{52,4 - 50}{50} \right) * 100 = 4,80\%$			
Esfuerzo máximo a tracción			
$\sigma = \left(\frac{F}{A} \right) \quad \sigma = \left(\frac{9,81 * 1139}{0,00012668} \right) = 88,29 \text{ Mpa}$			

Fuente: El Autor

Tabla 4-86: Ficha de ensayo a Tracción

ENSAYO A TRACCIÓN			
Tipo de estudio:	Laboratorio	Probeta N°:	5
Tipo de Arena:	Nueva	Humedad:	8%
Centro de estudio y análisis:		Laboratorio de Mecánica de Materiales de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE	
Solicitado por:	UTA - FICM	Fecha:	07/07/2017
Realizado por:	Darwin Ortiz	Supervisado por:	Ing.Mg. Christian Castro
PARÁMETROS DE ENSAYO A TRACCIÓN			
Realizado bajo la norma:	ASTM	Designación:	E8
DATOS DE LA PROBETA			
Material:	Aluminio	Químico usado:	Argón
Probeta:	Cilíndrica	Preparación de la probeta:	Mecanizado
RESULTADOS DE ENSAYO			
Carga Máxima: 1574,50kgf		Carga de Ruptura: 1574,50kgf	
<div data-bbox="395 943 1273 1563" data-label="Figure"> <p style="text-align: center;">Esfuerzo vs Deformación Aluminio [Argón], A.N, P5</p> </div>			
<p>Cálculo de porcentaje de alargamiento (%)</p> $\varepsilon = \left(\frac{l_f - l_0}{l_0} \right) * 100 \quad \varepsilon = \left(\frac{52,7 - 50}{50} \right) * 100 = 5,40\%$ <p>Esfuerzo máximo a tracción</p> $\sigma = \left(\frac{F}{A} \right) \quad \sigma = \left(\frac{9,81 * 1574,50}{0,00012668} \right) = 122,05 \text{Mpa}$			

Fuente: El Autor

Tabla 4-87: Ficha de ensayo a Tracción

ENSAYO A TRACCIÓN			
Tipo de estudio:	Laboratorio	Probeta N°:	6
Tipo de Arena:	Nueva	Humedad:	8%
Centro de estudio y análisis:		Laboratorio de Mecánica de Materiales de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE	
Solicitado por:	UTA - FICM	Fecha:	07/07/2017
Realizado por:	Darwin Ortiz	Supervisado por:	Ing.Mg. Christian Castro
PARÁMETROS DE ENSAYO A TRACCIÓN			
Realizado bajo la norma	ASTM	Designación:	E8
DATOS DE LA PROBETA			
Material:	Aluminio	Químico usado:	Argón
Probeta:	Cilíndrica	Preparación de la probeta:	Mecanizado
RESULTADOS DE ENSAYO			
Carga Máxima: 1407kgf		Carga de Ruptura: 1407kgf	
<div data-bbox="414 940 1252 1568" data-label="Figure"> <p style="text-align: center;">Esfuerzo vs Deformación Aluminio [Argón], A.N, P6</p> </div>			
<p>Cálculo de porcentaje de alargamiento (%)</p> $\varepsilon = \left(\frac{l_f - l_0}{l_0} \right) * 100 \quad \varepsilon = \left(\frac{52,6 - 50}{50} \right) * 100 = 5,20\%$ <p>Esfuerzo máximo a tracción</p> $\sigma = \left(\frac{F}{A} \right) \quad \sigma = \left(\frac{9,81 * 1407}{0,00012668} \right) = 109,07 \text{Mpa}$			

Fuente: El Autor

Tabla 4-88: Ficha de ensayo a Tracción

ENSAYO A TRACCIÓN			
Tipo de estudio:	Laboratorio	Probeta N°:	7
Tipo de Arena:	Nueva	Humedad:	8%
Centro de estudio y análisis:		Laboratorio de Mecánica de Materiales de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE	
Solicitado por:	UTA - FICM	Fecha:	07/07/2017
Realizado por:	Darwin Ortiz	Supervisado por:	Ing.Mg. Christian Castro
PARÁMETROS DE ENSAYO A TRACCIÓN			
Realizado bajo la norma:	ASTM	Designación:	E8
DATOS DE LA PROBETA			
Material:	Aluminio	Químico usado:	Argón
Probeta:	Cilíndrica	Preparación de la probeta:	Mecanizado
RESULTADOS DE ENSAYO			
Carga Máxima: 1072kgf		Carga de Ruptura: 1072kgf	
<div data-bbox="422 943 1243 1594" data-label="Figure"> <p style="text-align: center;">Esfuerzo vs Deformación Aluminio [Argón], A.N, P7</p> </div>			
Cálculo de porcentaje de alargamiento (%)			
$\varepsilon = \left(\frac{l_f - l_0}{l_0} \right) * 100 \quad \varepsilon = \left(\frac{53,1 - 50}{50} \right) * 100 = 6,20\%$			
Esfuerzo máximo a tracción			
$\sigma = \left(\frac{F}{A} \right) \quad \sigma = \left(\frac{9,81 * 1072}{0,00012668} \right) = 83,10 \text{Mpa}$			

Fuente: El Autor

Tabla 4-89: Resultados de Ensayo a Tracción.

RESULTADOS DE LAS PROBETAS DE ALUMINIO CON ARGÓN Y ARENA NUEVA								
Tipo de Arena:	NUEVA			Humedad:	8%			
Centro de estudio y análisis:				Laboratorio de Mecánica de Materiales de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE				
Solicitado por:	UTA - FICM			Fecha:	07/07/2017			
Realizado por:	Darwin Ortiz			Supervisado por:	Ing.Mg. Christian Castro			
ÍTEM	1	2	3	4	5	6	7	
Esfuerzo máximo a la tracción (Mpa)	122,05	119,46	88,29	88,29	122,05	109,07	83,10	104,6

Fuente: El Autor

Tabla 4-90: Ficha de ensayo a Tracción

ENSAYO A TRACCIÓN			
Tipo de estudio:	Laboratorio	Probeta N°:	1
Tipo de Arena:	Reciclada	Humedad:	8%
Centro de estudio y análisis:		Laboratorio de Mecánica de Materiales de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE	
Solicitado por:	UTA - FICM	Fecha:	07/07/2017
Realizado por:	Darwin Ortiz	Supervisado por:	Ing.Mg. Christian Castro
PARÁMETROS DE ENSAYO A TRACCIÓN			
Realizado bajo la norma	ASTM	Designación:	E8
DATOS DE LA PROBETA			
Material:	Aluminio	Químico usado:	Argón
Probeta:	Cilíndrica	Preparación de la probeta:	Mecanizado
RESULTADOS DE ENSAYO			
Carga Máxima: 1340kgf		Carga de Ruptura: 1340kgf	
<div data-bbox="421 943 1246 1554" data-label="Figure"> <p style="text-align: center;">Esfuerzo vs Deformación Aluminio [Argón], A.V, P1</p> </div>			
Cálculo de porcentaje de alargamiento (%)			
$\epsilon = \left(\frac{l_f - l_0}{l_0} \right) * 100 \quad \epsilon = \left(\frac{51,95 - 50}{50} \right) * 100 = 3,90\%$			
Esfuerzo máximo a tracción			
$\sigma = \left(\frac{F}{A} \right) \quad \sigma = \left(\frac{9,81 * 1340}{0,00012668} \right) = 103,87 \text{Mpa}$			

Fuente: El Autor

Tabla 4-91: Ficha de ensayo a Tracción

ENSAYO A TRACCIÓN			
Tipo de estudio:	Laboratorio	Probeta N°:	2
Tipo de Arena:	Reciclada	Humedad:	8%
Centro de estudio y análisis:		Laboratorio de Mecánica de Materiales de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE	
Solicitado por:	UTA - FICM	Fecha:	07/07/2017
Realizado por:	Darwin Ortiz	Supervisado por:	Ing.Mg. Christian Castro
PARÁMETROS DE ENSAYO A TRACCIÓN			
Realizado bajo la norma	ASTM	Designación:	E8
DATOS DE LA PROBETA			
Material:	Aluminio	Químico usado:	Argón
Probeta:	Cilíndrica	Preparación de la probeta:	Mecanizado
RESULTADOS DE ENSAYO			
Carga Máxima: 1504,50kgf		Carga de Ruptura: 1504,50kgf	
<div data-bbox="427 945 1241 1572" data-label="Figure"> <p style="text-align: center;">Esfuerzo vs Deformación Aluminio [Argón], A.V, P2</p> </div>			
Cálculo de porcentaje de alargamiento (%)			
$\epsilon = \left(\frac{l_f - l_0}{l_0} \right) * 100 \quad \epsilon = \left(\frac{53,2 - 50}{50} \right) * 100 = 6,40\%$			
Esfuerzo máximo a tracción			
$\sigma = \left(\frac{F}{A} \right) \quad \sigma = \left(\frac{9,81 * 1507,50}{0,00012668} \right) = 116,86 \text{ Mpa}$			

Fuente: El Autor

Tabla 4-92: Ficha de ensayo a Tracción

ENSAYO A TRACCIÓN			
Tipo de estudio:	Laboratorio	Probeta N°:	3
Tipo de Arena:	Reciclada	Humedad:	8%
Centro de estudio y análisis:		Laboratorio de Mecánica de Materiales de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE	
Solicitado por:	UTA - FICM	Fecha:	07/07/2017
Realizado por:	Darwin Ortiz	Supervisado por:	Ing.Mg. Christian Castro
PARÁMETROS DE ENSAYO A TRACCIÓN			
Realizado bajo la norma:	ASTM	Designación:	E8
DATOS DE LA PROBETA			
Material:	Aluminio	Químico usado:	Argón
Probeta:	Cilíndrica	Preparación de la probeta:	Mecanizado
RESULTADOS DE ENSAYO			
Carga Máxima: 1239,50kgf		Carga de Ruptura: 1239,50kgf	
<div data-bbox="427 945 1241 1572" data-label="Figure"> <p style="text-align: center;">Esfuerzo vs Deformación Aluminio [Argón], A.V, P3</p> </div>			
<p>Cálculo de porcentaje de alargamiento (%)</p> $\varepsilon = \left(\frac{l_f - l_0}{l_0} \right) * 100 \quad \varepsilon = \left(\frac{52,8 - 50}{50} \right) * 100 = 5,60\%$ <p>Esfuerzo máximo a tracción</p> $\sigma = \left(\frac{F}{A} \right) \quad \sigma = \left(\frac{9,81 * 1239,50}{0,00012668} \right) = 96,08 \text{Mpa}$			

Fuente: El Autor

Tabla 4-93: Ficha de ensayo a Tracción

ENSAYO A TRACCIÓN			
Tipo de estudio:	Laboratorio	Probeta N°:	4
Tipo de Arena:	Reciclada	Humedad:	8%
Centro de estudio y análisis:		Laboratorio de Mecánica de Materiales de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE	
Solicitado por:	UTA - FICM	Fecha:	07/07/2017
Realizado por:	Darwin Ortiz	Supervisado por:	Ing.Mg. Christian Castro
PARÁMETROS DE ENSAYO A TRACCIÓN			
Realizado bajo la norma:	ASTM	Designación:	E8
DATOS DE LA PROBETA			
Material:	Aluminio	Químico usado:	Argón
Probeta:	Cilíndrica	Preparación de la probeta:	Mecanizado
RESULTADOS DE ENSAYO			
Carga Máxima: 1407kgf		Carga de Ruptura: 1407kgf	
<p>Esfuerzo vs Deformación Aluminio [Argón], A.V, P4</p>			
Cálculo de porcentaje de alargamiento (%)			
$\varepsilon = \left(\frac{l_f - l_0}{l_0} \right) * 100 \quad \varepsilon = \left(\frac{53,1 - 50}{50} \right) * 100 = 6,20\%$			
Esfuerzo máximo a tracción			
$\sigma = \left(\frac{F}{A} \right) \quad \sigma = \left(\frac{9,81 * 1407}{0,00012668} \right) = 109,07 \text{Mpa}$			

Fuente: El Autor

Tabla 4-94: Ficha de ensayo a Tracción

ENSAYO A TRACCIÓN			
Tipo de estudio:	Laboratorio	Probeta N°:	5
Tipo de Arena:	Reciclada	Humedad:	8%
Centro de estudio y análisis:		Laboratorio de Mecánica de Materiales de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE	
Solicitado por:	UTA - FICM	Fecha:	07/07/2017
Realizado por:	Darwin Ortiz	Supervisado por:	Ing.Mg. Christian Castro
PARÁMETROS DE ENSAYO A TRACCIÓN			
Realizado bajo la norma:	ASTM	Designación:	E8
DATOS DE LA PROBETA			
Material:	Aluminio	Químico usado:	Argón
Probeta:	Cilíndrica	Preparación de la probeta:	Mecanizado
RESULTADOS DE ENSAYO			
Carga Máxima: 1407kgf		Carga de Ruptura: 1407kgf	
<p>Esfuerzo vs Deformación Aluminio [Argón], A.V, P5</p>			
Cálculo de porcentaje de alargamiento (%)			
$\varepsilon = \left(\frac{l_f - l_0}{l_0} \right) * 100 \quad \varepsilon = \left(\frac{53,25 - 50}{50} \right) * 100 = 6,50\%$			
Esfuerzo máximo a tracción			
$\sigma = \left(\frac{F}{A} \right) \quad \sigma = \left(\frac{9,81 * 1407}{0,00012668} \right) = 109,07 \text{Mpa}$			

Fuente: El Autor

Tabla 4-95: Ficha de ensayo a Tracción

ENSAYO A TRACCIÓN			
Tipo de estudio:	Laboratorio	Probeta N°:	6
Tipo de Arena:	Reciclada	Humedad:	8%
Centro de estudio y análisis:		Laboratorio de Mecánica de Materiales de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE	
Solicitado por:	UTA - FICM	Fecha:	07/07/2017
Realizado por:	Darwin Ortiz	Supervisado por:	Ing.Mg. Christian Castro
PARÁMETROS DE ENSAYO A TRACCIÓN			
Realizado bajo la norma:	ASTM	Designación:	E8
DATOS DE LA PROBETA			
Material:	Aluminio	Químico usado:	Argón
Probeta:	Cilíndrica	Preparación de la probeta:	Mecanizado
RESULTADOS DE ENSAYO			
Carga Máxima: 1507,50kgf		Carga de Ruptura: 1507,50kgf	
Cálculo de porcentaje de alargamiento (%)			
$\epsilon = \left(\frac{l_f - l_0}{l_0} \right) * 100 \quad \epsilon = \left(\frac{53,5 - 50}{50} \right) * 100 = 7\%$			
Esfuerzo máximo a tracción			
$\sigma = \left(\frac{F}{A} \right) \quad \sigma = \left(\frac{9,81 * 1507,50}{0,00012668} \right) = 116,86 \text{Mpa}$			

Fuente: El Autor

Tabla 4-96: Ficha de ensayo a Tracción

ENSAYO A TRACCIÓN			
Tipo de estudio:	Laboratorio	Probeta N°:	7
Tipo de Arena:	Reciclada	Humedad:	8%
Centro de estudio y análisis:		Laboratorio de Mecánica de Materiales de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE	
Solicitado por:	UTA - FICM	Fecha:	07/07/2017
Realizado por:	Darwin Ortiz	Supervisado por:	Ing.Mg. Christian Castro
PARÁMETROS DE ENSAYO A TRACCIÓN			
Realizado bajo la norma:	ASTM	Designación:	E8
DATOS DE LA PROBETA			
Material:	Aluminio	Químico usado:	Argón
Probeta:	Cilíndrica	Preparación de la probeta:	Mecanizado
RESULTADOS DE ENSAYO			
Carga Máxima: 854,25kgf		Carga de Ruptura: 854,25kgf	
Cálculo de porcentaje de alargamiento (%)			
$\varepsilon = \left(\frac{l_f - l_0}{l_0} \right) * 100 \quad \varepsilon = \left(\frac{51 - 50}{50} \right) * 100 = 2,02\%$			
Esfuerzo máximo a tracción			
$\sigma = \left(\frac{F}{A} \right) \quad \sigma = \left(\frac{9,81 * 854,25}{0,00012668} \right) = 66,22 \text{Mpa}$			

Fuente: El Autor

Tabla 4-97: Resultados de Ensayo a Tracción.

RESULTADOS DE LAS PROBETAS DE ALUMINIO CON ARGÓN Y ARENA VIEJA								
Tipo de Arena:	VIEJA			Humedad:	8%			
Centro de estudio y análisis:				Laboratorio de Mecánica de Materiales de la Universidad de las Fuerzas Armadas - ESPE				
Solicitado por:	UTA - FICM			Fecha:	07/07/2017			
Realizado por:	Darwin Ortiz			Supervisado por:	Ing.Mg. Christian Castro			
ITEM	1	2	3	4	5	6	7	
Esfuerzo máximo a la tracción (Mpa)	103,87	116,86	96,08	109,07	109,07	116,86	66,22	102,57

Fuente: El Autor

4.2 ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

Tabla 4-98: Resultados Generales de Dureza Brinell

RESULTADOS DE DUREZA BRINELL DE LAS PROBETAS DE ALUMINIO CON ARENA NUEVA				
Tipo de Arena:	Nueva	Humedad:		8%
ÍTEM	(Al) Puro	(Al) C.C y Bórax	(Al) Coveral	(Al) y Argón
Dureza (Brinell)	39,194	43,486	41,505	56,95

Fuente: El Autor

En la **Tabla 4-98:** Resultados Generales de Dureza Brinell de las probetas de aluminio con arena nueva en la cual el valor más alto es de 56,95 Brinell usando como desgasificante el Argón.

Tabla 4-99: Resultados de Ensayo de Dureza Brinell

RESULTADOS DE DUREZA BRINELL DE LAS PROBETAS DE ALUMINIO CON ARENA RECICLADA				
Tipo de Arena:	Reciclada	Humedad:		8%
ÍTEM	(Al) Puro	(Al) C.C y Borax	(Al) Coveral	(Al) y Argón
Dureza (Brinell)	37,38	39,14	41,4	45,86

Fuente: El Autor

En la **Tabla 4-99:** Resultados de Ensayo de Dureza Brinell de las probetas de aluminio con arena reciclada en la cual el valor más alto es de 45,86 Brinell usando como desgasificante el Argón.

Tabla 4-100: Resultados Generales de Metalografía

RESULTADOS DE METALOGRAFÍA DE LAS PROBETAS DE ALUMINIO CON ARENA NUEVA				
Tipo de Arena:	Nueva	Humedad:		8%
ÍTEM	(Al) Puro	(Al) C.C y Bórax	(Al) Coveral	(Al) y Argón
Metalografía	6,35	6,32	6,25	6,11

Fuente: El Autor

En la **Tabla 4-100:** Resultados Generales de Metalografía el resultado más relevante es el que contiene como desgasificante el argón con un valor de 6,16

Tabla 4-101: Resultados Generales de Metalografía

RESULTADOS DE METALOGRAFÍA DE LAS PROBETAS DE ALUMINIO CON ARENA RECICLADA				
Tipo de Arena:	Reciclada	Humedad:		8%
ÍTEM	(Al) Puro	(Al) C.C y Bórax	(Al) Coveral	(Al) y Argón
Metalografía	6,59	6,51	6,28	6,26

Fuente: El Autor

En la **Tabla 4-101:** Resultados Generales de Metalografía el resultado más relevante es el que contiene como desgasificante el argón con un valor de 6,26

Tabla 4-102: Resultados Generales de Ensayos a Tracción

RESULTADOS DE TRACCIÓN DE LAS PROBETAS DE ALUMINIO CON ARENA NUEVA				
Tipo de Arena:	Nueva	Humedad:		8%
ÍTEM	(Al) Puro	(Al) C.C y Borax	(Al) Coveral	(Al) y Argón
Tracción	73,78	79,38	92,74	104,6

Fuente: El Autor

En la **Tabla 4-102:** Resultados Generales de Ensayos a Tracción el valor más relevante es el que contiene como desgasificante el argón con un valor de 104,6Mpa

Tabla 4-103: Resultados Generales de Ensayos a Tracción

RESULTADOS DE TRACCIÓN DE LAS PROBETAS DE ALUMINIO CON ARENA VIEJA				
Tipo de Arena:	Reciclada	Humedad:		8%
ÍTEM	(Al) Puro	(Al) C.C y Bórax	(Al) Coveral	(Al) y Argón
Tracción	68,44	80,87	74,19	102,57

Fuente: El Autor

En la **Tabla 4-103:** Resultados Generales de Ensayos a Tracción el valor más relevante es el que contiene como desgasificante el argón con un valor de 102,57

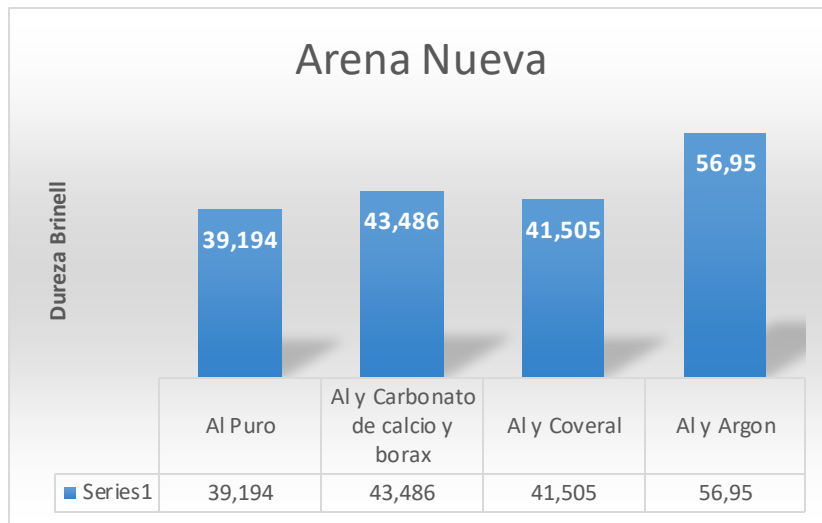


Figura 13: Dureza Arena nueva resultados generales.

Fuente: El Autor

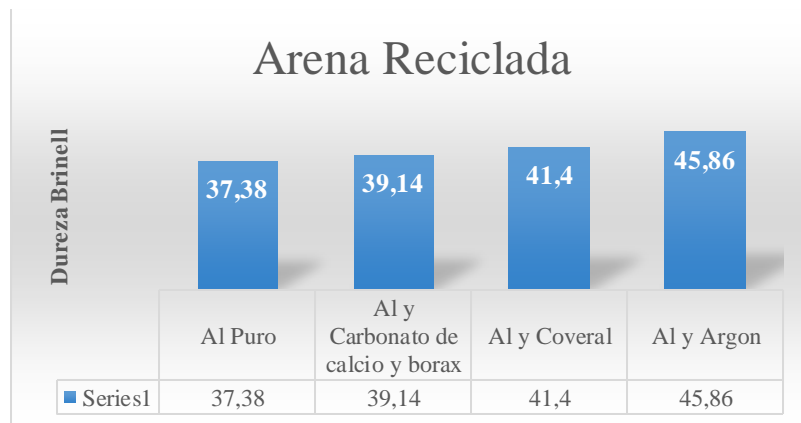


Figura 14: Dureza Arena reciclada resultados generales.

Fuente: El Autor

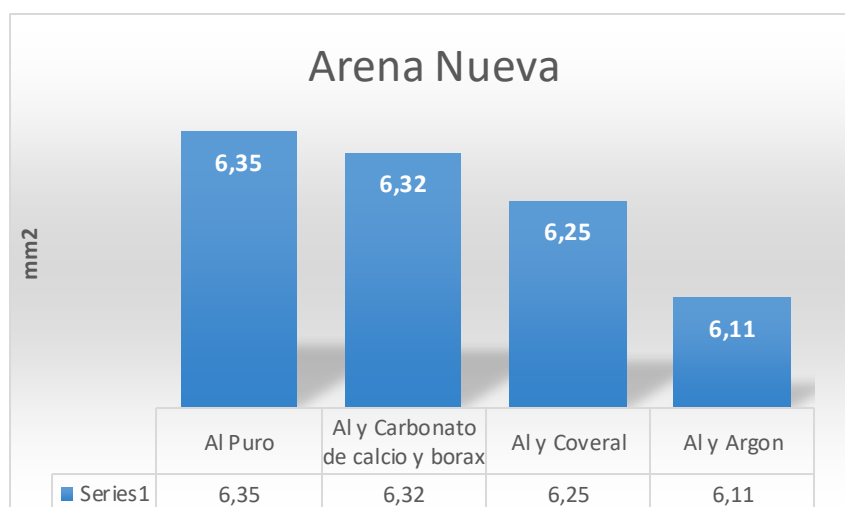


Figura 15: Metalografía Arena nueva resultados generales.

Fuente: El Autor

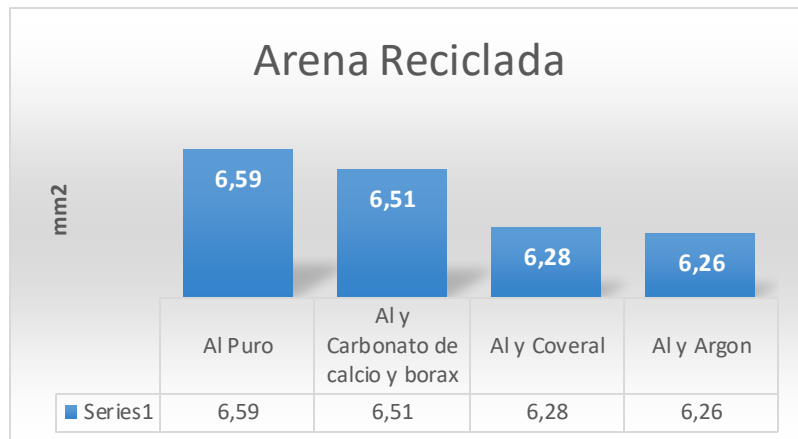


Figura 16: Metalografía Arena reciclada resultados generales.

Fuente: El Autor

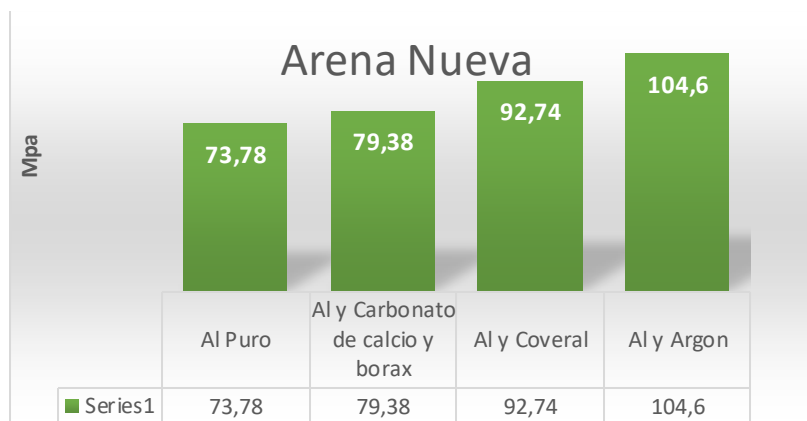


Figura 17: Ensayo a tracción Arena nueva resultados generales.

Fuente: El Autor



Figura 18: Ensayo a tracción Arena reciclada resultados generales.

Fuente: El Autor

4.3 VERIFICACIÓN DE HIPÓTESIS

Método Estadístico

Verificación de la hipótesis. Para la verificación de la hipótesis se procede a utilizar el método estadístico t- student, utilizando los resultados solo arena nueva y todas las propiedades mecánicas.

H0 = la aplicación de los desgasificantes químicos no influye en las propiedades mecánicas del aluminio reciclado de perflería.

H1 = la aplicación de los desgasificantes químicos si influye en las propiedades mecánicas del aluminio reciclado de perflería.

Grados de Libertad

G.L. = $n - 1$

G.L.= $4-1 = 3$

Tabla 4-104: Tabla Estadística

Desgasificantes	Dureza [Brinell]	Tracción [Mpas]	Metalográfico [mm2]
Al Puro	39,194	73,78	6,35
Al+Carbonato de calcio y borax	43,486	79,38	6,32
Al+Coveral	41,505	92,94	6,25
Al+Argón	56,95	104,6	6,11
Total	181,135	350,7	25,03

Fuente: El Autor

Tabla 4-105: Datos para el cálculo estadístico

t. obtenido>t. tablas	Acepta	H1
t. obtenido>t. tablas	Rechaza	H0
grado de libertad	gl	3
nivel de confianza	α	0,25

Fuente: El Autor

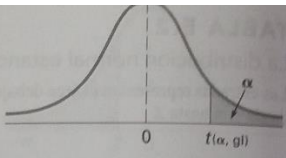
Tabla 4-106: Cálculo de la t- student para dureza

Dsgasificantes	Dureza [Brinell]	$(xi - \bar{x})^2$
Al Puro	39,194	37,0850
Al+Carbonato de calcio y borax	43,486	3,231
Al+Coveral	41,505	14,278
Al+Argón	56,95	136,101
Total	181,135	190,697
Varianza		t. obtenido
$S = \sqrt{\frac{\sum(xi - \bar{x})^2}{n}}$		$t_{Obtenido} = \frac{X_{obtenido} - \mu}{\frac{S}{\sqrt{n}}}$
n	4	
\bar{x}	45,283	
S	6,904	
t. obtenido	8,771	
t. tablas	0,7649	

Fuente: El Autor

Tabla 4-107: Valores críticos de t- student

TABLA E.3
Valores críticos de t.
Para un número particular de grados de libertad, la entrada representa el valor crítico de t correspondiente a un área de la cola superior específica (α).



Grados de libertad	Áreas de la cola superior					
	0.25	0.10	0.05	0.025	0.01	0.005
1	1.0000	3.0777	6.3138	12.7062	31.8207	63.6574
2	0.8165	1.8856	2.9200	4.3027	6.9646	9.9248
3	0.7649	1.6377	2.3534	3.1824	4.5407	5.8409
4	0.7407	1.5332	2.1318	2.7764	3.7469	4.6041
5	0.7267	1.4759	2.0150	2.5706	3.3649	4.0322
6	0.7176	1.4398	1.9432	2.4469	3.1427	3.7074
7	0.7111	1.4149	1.8946	2.3646	2.9980	3.4995

Fuente: [10]

H0 = la aplicación de los desgasificantes químicos no influye en las propiedades de dureza del aluminio reciclado de perfilería.

H1 = la aplicación de los desgasificantes químicos si influye en las propiedades de dureza del aluminio reciclado de perfilería.

- Si $t. \text{ obtenido} \geq t. \text{ tablas} \neq (H_0)$ y se acepta a la H_1
- Si $8,778 > 0,7649$ se acepta H_1 y se rechaza H_0

Como se puede observar en la Tabla 4-106: Cálculo de la t- student para dureza se obtiene como resultado que la t. obtenida $>$ t. tablas lo cual permite aceptar H_1 y se rechaza H_0 .

Tabla 4-108: Distribución de t- student para tracción

Desgasificantes	Tracción [Mpas]	$(xi - \bar{x})^2$
Al Puro	73,78	193,071
Al+Carbonato de calcio y bórax	79,38	68,807
Al+Coveral	92,94	27,720
Al+Argón	104,6	286,455
Total	350,7	576,053
Varianza	t. obtenido	
$S = \sqrt{\frac{\sum(xi - \bar{x})^2}{n}}$	$t_{Obtenido} = \frac{X_{obtenido} - \mu}{\frac{S}{\sqrt{n}}}$	
n	4	
\bar{x}	87,675	
S	12,000	
t. obtenido	4,612	
t. tablas	0,7649	

Fuente: El Autor

H₀ = la aplicación de los desgasificantes químicos no influye en las propiedades a tracción del aluminio reciclado de perfilería.

H₁ = la aplicación de los desgasificantes químicos si influye en las propiedades a tracción del aluminio reciclado de perfilería.

- Si $t. \text{ obtenido} \geq t. \text{ tablas} \neq (H_0)$ y se acepta a la H_1 .
- Si $4,61 > 0,7649$ se acepta H_1 y se rechaza H_0 .

Como se puede observar en la Tabla 4-108: Distribución de t- student para tracción se obtiene como resultado que la t. obtenida $>$ t. tablas lo cual permite aceptar H_1 y se rechaza H_0 .

Tabla 4-109: Distribución de t- student para metalografía

Desgasificantes	Metalográfico [Mpas]	$(xi - \bar{x})^2$
Al Puro	6,35	0,008
Al+Carbonato de calcio y bórax	6,32	0,003
Al+Coveral	6,25	5,625E-05
Al+Argón	6,11	0,021
Total	25,03	0,034275
Varianza	t. obtenido	
$S = \sqrt{\frac{\sum(xi - \bar{x})^2}{n}}$	$t_{Obtenido} = \frac{X_{obtenido} - \mu}{\frac{S}{\sqrt{n}}}$	
n	4	
\bar{x}	6,2575	
S	0,092	
t. obtenido	5,563	
t. tablas	0,7649	

Fuente: El Autor

H0 = la aplicación de los desgasificantes químicos no influyen en las propiedades de metalografía del aluminio reciclado de perfilaría.

H1 = la aplicación de los desgasificantes químicos si influye en las propiedades de metalografía del aluminio reciclado de perfilaría.

- Si $t. \text{obtenido} \geq t. \text{tablas} \neq (H0)$ y se acepta a la H1
- Si $5,563 > 0,7649$ se acepta H1 y se rechaza H0

Como se puede observar en la Tabla 4-109: Distribución de t- student para metalografía se obtiene como resultado que la t. obtenida $>$ t. tablas lo cual permite aceptar H1 y se rechaza H0.

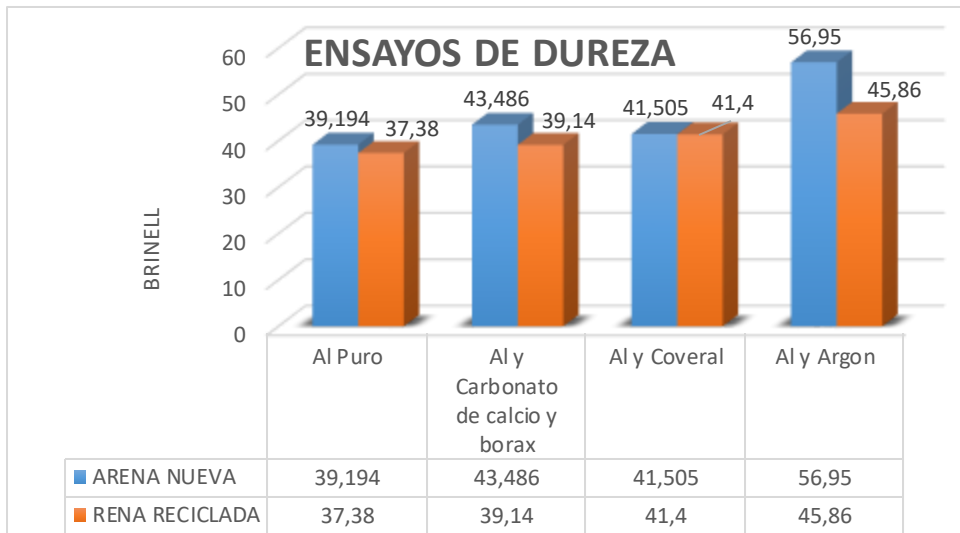


Figura 19: Comparación Estadística de resultados de ensayos de Dureza.

Fuente: El Autor

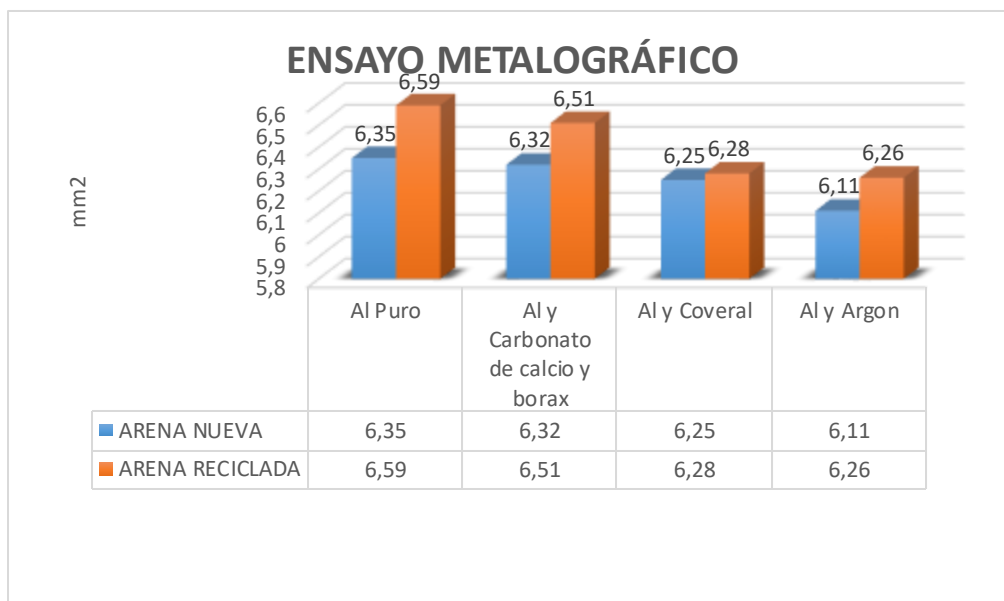


Figura 20: Comparación Estadística de resultados de ensayos de Metalografía.

Fuente: El Autor

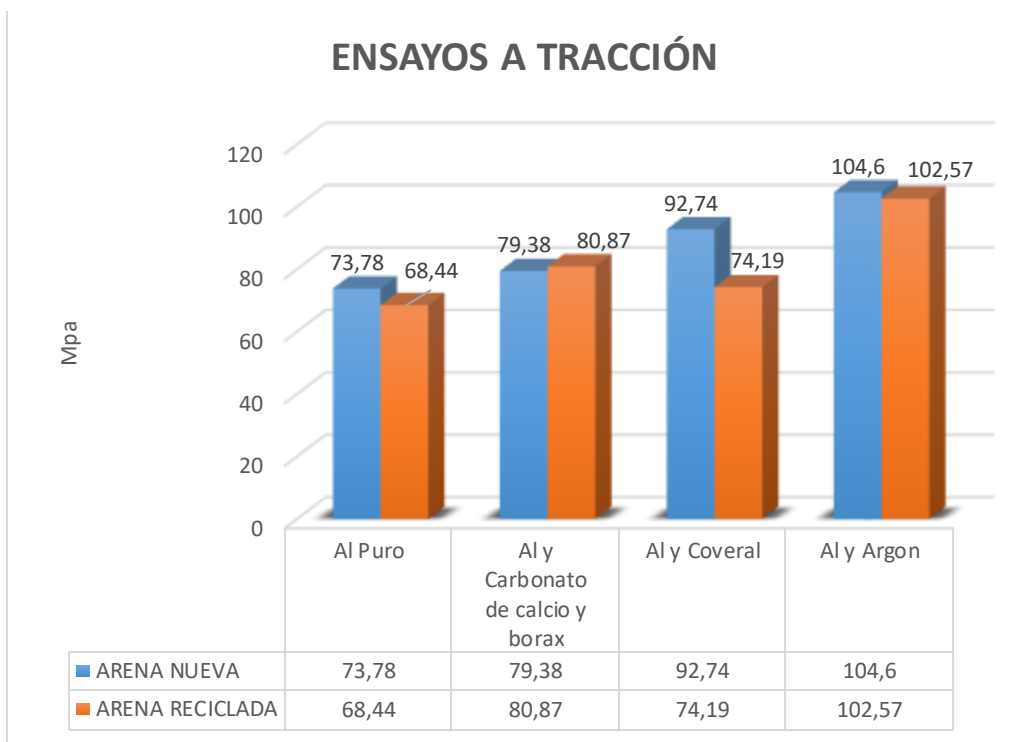


Figura 21: Comparación Estadística de resultados de ensayos de Tracción

Fuente: El Autor

Tabla 4-110: Resultados Generales

ANÁLISIS DE RESULTADOS								
	ARENA NUEVA				ARENA RECICLADA			
Ensayos	(Al) Puro	(Al) C.C y Borax	(Al) Coveral	(AL) y Argón	(Al) Puro	(Al) C.C y Borax	(Al) Coveral	(Al) y Argón
Esfuerzo máximo a la tracción	73,78	79,38	92,74	104,6	68,44	80,87	74,19	102,57
Metalografía tamaño de grano	6,35	6,32	6,25	6,11	6,59	6,51	6,28	6,26
Dureza Brinell (HB)	39,194	43,486	41,505	56,95	37,38	39,14	41,4	45,86

Fuente: El Autor

CAPÍTULO V

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- El valor más alto de dureza es de 56,95HB usando arena nueva y como desgasificante el argón, el cual es mayor que el aluminio puro que tiene un valor de 15HB.
- Se concluye que el tamaño de grano se reduce conforme se utiliza los desgasificantes dando como mejores resultados con arena nueva que van desde un rango de 6,35 - 6,11.
- Se concluye durante el proceso de fundición con el uso de las arenas tanto como nueva y reciclada no afectan significativamente en los resultados generales como por ejemplo en el caso del ensayo a tracción con desgasificante argón tenemos 104,6 Mpas para arena nueva y 102,57 Mpas para arena reciclada dando como resultado un leve mejoramiento con arena nueva.
- El desgasificante con menor acción en el proceso de fundición es el carbonato de calcio con bórax ya que comparado con el argón tiene un gran porcentaje de diferencia.
- El desgasificante con un grado intermedio de acción en el proceso de fundición es el coveral esto comprobado mediante los ensayos de tracción, dureza y metalográfico.
- En el tamaño de grano del aluminio influye el tipo de desgasificante aplicado y tiene relación directa con los resultados obtenidos en los ensayos a tracción esto quiere decir que ha menor tamaño de grano mayor es la resistencia del material.

- Se determinó que mediante el uso del método estadístico t- student se acepta la hipótesis de los análisis metalográfico, dureza y tracción debido a que los valores estadístico calculados es mayor que 0,7649 obtenido en tablas.

5.2 RECOMENDACIONES

- Verificar que las cajas de moldeo estén en buen estado y que las superficies que entren en contacto se cierren herméticamente.
- Como base para asentar la caja para moldear usar una tabla de una gran dimensión con superficie lisa y que este a nivel para que no exista pandeo.
- Cubrir con una capa de talco el molde y la superficie donde se va colocar la caja de moldeo para evitar que se adhiera la arena a la tabla como base.
- La primera capa que va cubrir el molde debe ser tamizada lo más fino posible para que se obtenga mejores resultados.
- Usar equipo de protección de seguridad adecuado para el proceso de fundición ya que se maneja altas temperaturas.
- Para el análisis metalográfico se debe preparar adecuadamente las probetas e inmediatamente realizar el ataque con los reactivos debido a que en la superficie se forma una capa de óxido si se lo deja por mucho tiempo al aire libre.
- Controlar el tiempo de ataque con los reactivos debido a que si se excede el tiempo la probeta se puede quemar y no permitirá visualizar la estructura.
- Comprobar que el durómetro este calibrado antes de empezar los ensayos de dureza.
- Insertar con cuidado las probetas al agarre interno y verificar que se encuentre en la posición adecuada para el ensayo.

- Para el ensayo a tracción señalar con mucho cuidado el punto G con el fin de que la medición de deformación sea exacta.

6 BIBLIOGRAFÍA

- [1] S. S. S. Kalpakjian, *Manufactura Ingeniería y tecnología*, Mexico: Pearson Educación, 2008.
- [2] J. C. Jurado, *Estudio para determinar un procedimiento que disminuya la porocidad en el aluminio durante el proceso de fundición para mejorar sus propiedades mecánicas*, Ambato, Tungurahua: FICM, 2011.
- [3] M. P. Grover, *Fundamentos de Manufactura Moderna*, Mexico: McGraw-Hill, 2007.
- [4] G. A. Heyerdhall, *Procesos de Moldeo para Fundir Piezas de Aluminio*, 2009.
- [5] J. R. Ibars Almonacil, «Alumino y Aleaciones de Aluminio,» *Asociación Española de soldadura y Tecnologías de Unión* , pp. 4-12, 2007.
- [6] Facultad de Ingeniería Industrial , *Curso de Procesos de Manufactura*, Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería , 2008.
- [7] J. Antón A, *Técnicas de producción en moldes de metales y plásticos*, Zaragoza, Zaragoza: Universidad de Zaragoza, 2013.
- [8] F. P. W. W. Askenland Donald, *La Ciencia y la Ingeniería de Materiales*, USA: Cengage Learning, 2010.
- [9] f. J. Porrazs R. y G. R. Vergara G., *Estudio del proceso de moldeo en coquilla por presión para la fabricación de piezas decorativas en la empresa Fantaxias LTDA.*, Bucaramanga, Bucaramanga: Gimat, 2010.
- [10] J. A. Bautista L y A. L. Pasalagua C, *Desgasificado en fundición de aluminio por medio de pastillas de hexacloroetano*, Distrito Federal: SEIDE, 2008.
- [11] H. Galvan Alatorre, *Procesos de moldeo para fundir piezas en aluminio*, México, D.F: ESIME (México), 2009.

- [12] P. K. Solórzano Saltos, *Estudio de la Obtención de piezas fundidas en aluminio mediante cera perdida y su incidencia en la calidad*, Ambato, Tungurahua: FICM, 2013.
- [13] F. D. Guzman M y G. O. Caiza C, *Aseguramiento de la calidad en las fundiciones de aluminio, en base a los procedimientos de moldeo en el laboratorio de fundición de la Facultad de Mecánica*, Riobamba, Chimborazo: EPOCH, 2011.

ANEXOS

Anexos 1: Procedimiento de fundición del aluminio

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA	
PROCESO DE FUNDICIÓN DE PERFILES DE ALUMINIO RECICLADO MEDIANTE USANDO DESGASIFICANTES QUÍMICOS		
<p>OBJETO: Describir el proceso de fundición usando desgasificantes químicos en condiciones óptimas.</p> <p>ALCANCE: Este procedimiento tiene la finalidad de especificar el desarrollo de la fundición usando desgasificantes químicos.</p> <p>DOCUMENTACIÓN DE REFERENCIA. El siguiente procedimiento se encuentra sustentado en el marco teórico.</p> <p>GENERALIZACIÓN:</p> <p>En la actualidad el uso del aluminio en distintas áreas es muy usadas, pero hay desechos de aluminio que se las puede dar un mejoramiento durante el proceso de fundición usando desgasificantes químicos para obtener piezas de mejor calidad.</p> <p>REALIZACIÓN:</p> <p>Obtención del Material.</p> <p>Adquisición de la arena</p> <p>La arena verde empleada para el desarrollo de este proyecto de investigación fue obtenida en una de las fundidoras, debido a sus propiedades y características que permite obtener piezas de buena calidad mientras que la arena reciclada se obtuvo en el laboratorio de la facultad de ingeniería mecánica.</p>		

Aluminio:

Este componente se obtuvo de los distintos talleres que se dedican al uso de perfilaría de aluminio para la fabricación de puertas o ventanas, esto debido a que los pequeños fragmentos que son desechados se los puede volver a usarlos mediante la fundición.

**Químicos:**

Los químicos fueron obtenidos en distribuidoras dedicadas a la venta y debido a su fácil accesibilidad de

**Obtención de las piezas:**

Se procede a mezclar el agua y la arena en la mezcladora hasta que se obtenga homogeneidad al 8% de humedad y se realiza el tamizaje.



Se procede a preparar la base en la cual se coloca una capa de talco y colocar el molde para obtener la piezas para su posterior uso en los análisis



Se realiza el tamizaje que permite colocar la primera capa hasta cubrir el molde con un espesor de aproximadamente 3cm.



Seguido se realiza el apisonamiento con mucho cuidado colocando distintas capas hasta cubrir en su totalidad



Se proceder a retirar con mucho cuidado las probetas con ayuda de herramientas adecuados.



Se realiza el retiro de los bebederos y se procede a abrir los canales para que circule la colada fundida.



Se realiza el proceso de fundición de perfilaría de aluminio hasta que alcance el punto de fusión.



Se realiza la medición del volumen fundido con ayuda de una varilla



Añade el químico de acuerdo al volumen obtenido y se deja actuar por 5 minutos



Se procede a retirar con mucho cuidado la escoria que se ha eliminado durante la actuación del químico.



Se vierte la colada fundida hasta que se llene cada uno de los moldes que se va obtener



Anexos 2: Procedimiento para el análisis de Dureza

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA		
PROCESO DE ENSAYOS DUREZA			
	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA		
ENSAYO DE DUREZA			
Tipo de estudio:	Laboratorio	Ensayo N°:	1
Identificación del componente de estudio:		Probeta N°:	1
Tipo de Arena:	Nueva	Humedad:	8%
Centro de estudio y análisis:	Laboratorio de materiales - FICM		
Solicitado por:	UTA - FICM	Fecha:	05/04/2017
Realizado por:	Darwin Ortiz	Supervisado por:	Ing.Mg. Christian Castro
PARÁMETROS AMBIENTALES DEL LUGAR DURANTE EL ENSAYO			
Lugar:	Universidad Técnica de Ambato campus Huachi		
Temperatura Ambiente:	20°C	Radiación:	0.2W/m ²
Velocidad de aire circundante:	0,1 m/seg	Norma:	ASTM E10
PARÁMETROS DE ENSAYO DE DUREZA			
Método:	Brinell		
Tipo de Penetrador:	2.5mm		
Cantidad de carga aplicada:	612,9N (62,5Kgf)	Tiempo de Ensayo	25min
DATOS DE LA PROBETA			
Material:	Aluminio		
Químico usado:	Ninguno		
Tiempo de acción del químico (min):	Sin químico		
Cantidad de químico:	Ninguno		
Dimensión (mm):	30x30		
Espesor (mm):	6,23(1/4in)		
RESULTADOS DE ENSAYO			

Ítem	# de indentación	Ø de la indentación	Dureza HB	RESULTADOS
1	1	1,28	45,1	Diámetro de la huella 1,368, dureza de 40,18 según catalogo
	2	1,47	33,4	
	3	1,4	37,1	
	4	1,28	45,1	
	5	1,41	40,2	
	Mínimo: 33,4	Máximo:45,1	Promedio: 40,18	
2	1	1,41	36,5	Diámetro de la huella 1,37, dureza de 38,66 según catalogo
	2	1,42	36	
	3	1,29	44,4	
	4	1,33	41,5	
	5	1,44	34,9	
	Mínimo: 34,9	Máximo: 44,4	Promedio: 38,66	
3	1	1,38	38,3	Diámetro de la huella 1,336, dureza de 41,26 según catalogo
	2	1,29	44,4	
	3	1,33	41,5	
	4	1,29	44,4	
	5	1,39	37,7	
	Mínimo:37,7	Máximo:44,4	Promedio: 41,26	
4	1	1,31	42,9	Diámetro de la huella 1,356, dureza de 40,14 según catalogo
	2	1,28	45,1	
	3	1,32	42,2	
	4	1,39	37,7	
	5	1,48	32,8	
	Mínimo: 32,8	Máximo: 42,9	Promedio: 40,14	
5	1	1,49	32,3	Diámetro de la huella 1,46, dureza de 33,96 según catalogo
	2	1,48	32,8	
	3	1,36	39,6	
	4	1,49	32,3	
	5	1,48	32,8	
	Mínimo: 32,3	Máximo: 39,6	Promedio: 33,96	
6	1	1,34	40,9	Diámetro de la huella 1,338, dureza de 41,28 según catalogo
	2	1,23	49,2	
	3	1,4	37,1	
	4	1,36	39,6	
	5	1,36	39,6	
	Mínimo: 37,1	Máximo: 49,2	Promedio: 41,28	
7	1	1,41	36,5	Diámetro de la huella 1,372, dureza de 38,88 según catalogo
	2	1,4	37,1	
	3	1,38	38,3	
	4	1,31	42,9	
	5	1,36	39,6	
	Mínimo: 36,5	Máximo: 42,9	Promedio: 38,88	

Probeta sin adición de químico con arena nueva con Al puro al 8% de humedad								
Dureza Brinell	1	2	3	4	5	6	7	Promedio
	40,18	38,66	41,26	40,14	33,96	41,28	38,88	39,194

Se obtiene mediante el proceso de fundición usando los tres desgasificantes y combinando la arena de moldeo



Se realiza la preparación de las probetas con las medidas especificadas en la ficha técnica



Se realiza el ensayo en el durómetro con el indentador especificado


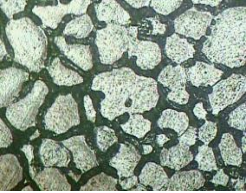
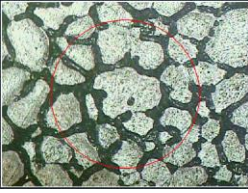
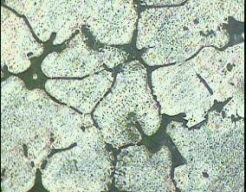
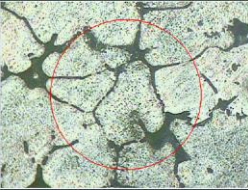
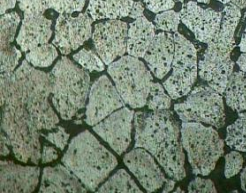
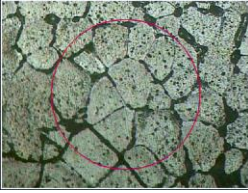

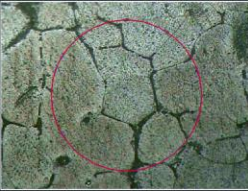





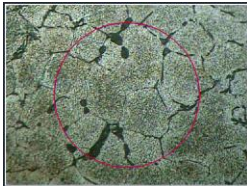
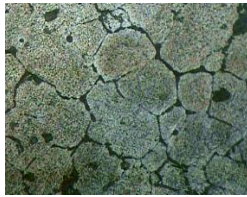
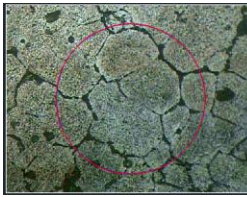
Mediante catalogo se observa la equivalencia de la huella dejada por el identador



Anexos 3: Procedimiento para el análisis metalográfico

	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA		
PROCESO DE ENSAYO METALOGRAFICO			
	UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA		
ENSAYO METALOGRAFICO			
Tipo de estudio:	Laboratorio	Ensayo N°:	1
Identificación del componente de estudio:		Probeta N°:	1
Tipo de Arena:	Reciclada	Humedad:	8%
Centro de estudio y análisis:	Laboratorio de materiales - FICM		
Solicitado por:	UTA - FICM	Fecha:	05/04/2017
Realizado por:	Darwin Ortiz	Supervisado por:	Ing.Mg. Christian Castro
PARÁMETROS AMBIENTALES DEL LUGAR DURANTE EL ENSAYO			
Lugar	Escuela Superior Politécnica de Chimborazo		
Temperatura Ambiente	20°	Radiación:	W/m ²
Velocidad de aire circundante	0,1 m/seg	Norma:	ASTM E112
PARÁMETROS DE ENSAYO METALOGRAFICO			
Realizado bajo la norma	ASTM	Designación:	E3
Preparación de la superficie	Pulido Mecánico		
Temperatura durante el ensayo	17°	Tiempo de pulido:	30 min
Lavado:	Agua / Alcohol	Área de ensayo:	2.25mm ²
Ataque:	HF	Tiempo de Ataque:	50 seg
Rinse:	Kellers	Tiempo de Rinse:	10seg
Tiempo de secado	15 seg	Área seleccionada:	Centro
DATOS DE LA PROBETA			
Material:	Aluminio		
Químico usado:	Ninguno		
Tiempo de acción del químico (min):	Ninguno		

Cantidad de químico	0%		
Diámetro (mm)	30		
Espesor (mm)	11		
RESULTADOS DE ENSAYO			
Ítem	Microestructura Obtenida	Microestructura	RESULTADOS
1			<p>Nins =3 Nint = 9</p> $NAE=f \left(N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ <p>$f = 2$ por jeffries (200x)</p> $NAE = 8 \left(3 + \frac{9}{2} \right)$ <p>$NAE = 60$</p> $G = 1,000+3,3219 \log NA E$ $G = (1,000+3,3219 \log 60$ <p style="text-align: right;">$G = 6,90$</p>
2			<p>Nins =1 Nint = 8</p> $NAE=f \left(N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ <p>$f = 8$ por jeffries (200x)</p> $NAE = 8 \left(1 + \frac{8}{2} \right)$ <p>$NAE = 40$</p> $G = 1,000+3,3219 \log NA E$ $G = 1,000+3,3219 \log 40$ <p style="text-align: right;">$G = 6,32$</p>
3			<p>Nins =7 Nint = 9</p> $NAE=f \left(N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ <p>$f = 8$ por jeffries (200x)</p> $NAE = 8 \left(3 + \frac{9}{2} \right)$ <p>$NAE = 60$</p> $G = G = 1,000+3,3219 \log NA E$ $G = G = 1,000+3,3219 \log 60$ <p style="text-align: right;">$G = 6,90$</p>
4			<p>Nins =1 Nint = 6</p> $NAE=f \left(N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ <p>$f = 8$ por jeffries (200x)</p> $NAE = 8 \left(1 + \frac{6}{2} \right)$ <p>$NAE = 32$</p> $G = G = 1,000+3,3219 \log NA E$ $G = G = 1,000+3,3219 \log NA E$ <p style="text-align: right;">$G = 5,99 \cong 6$</p>

5			<p> $N_{ins} = 1$ $N_{int} = 8$ $NAE = f \left(N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8$ por jeffries (200x) $NAE = 8 \left(1 + \frac{8}{2} \right)$ $NAE = 40$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 56$ $G = 6,32$ </p>
6			<p> $N_{ins} = 3$ $N_{int} = 10$ $NAE = f \left(N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8$ por jeffries (200x) $NAE = 8 \left(3 + \frac{10}{2} \right)$ $NAE = 64$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 64$ $G = 6,99 \cong 7$ </p>
7			<p> $N_{ins} = 3$ $N_{int} = 7$ $NAE = f \left(N_{inside} + \frac{N_{intercepted}}{2} \right)$ $f = 8$ por jeffries (200x) $NAE = 8 \left(3 + \frac{7}{2} \right)$ $NAE = 52$ $G = 1,000 + 3,3219 \log NA E$ $G = 1,000 + 3,3219 \log 52$ $G = 6,70$ </p>

Se realiza el corte con las medidas especificadas en la ficha técnica



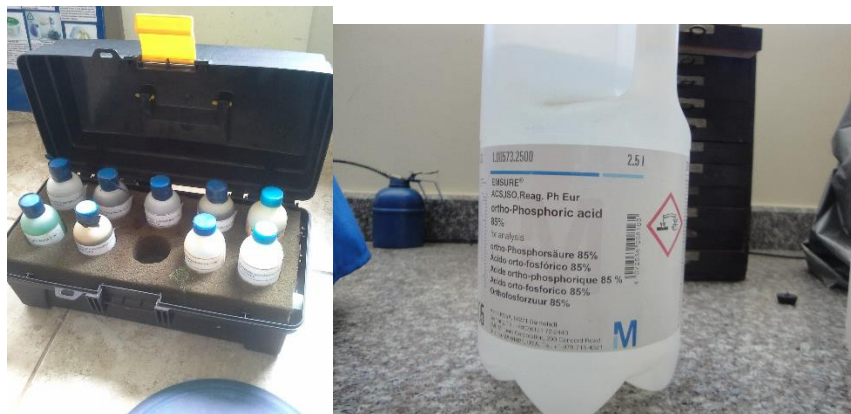
Se procede a preparar la base de la probeta en el banco de lijas realizando en lijado en un solo sentido

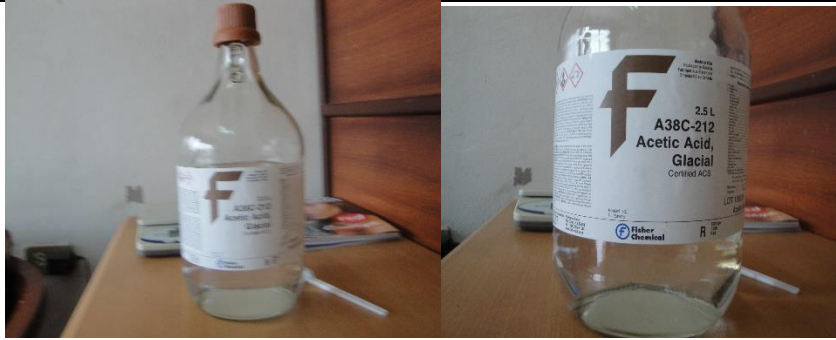


Seguidamente se procede a preparar la probeta en el banco de paños usando como liquido la alúmina que permite que la probeta obtenga un mayor brillo



Se procede al ataque químico con los distintos reactivos para observar su estructura





Se observa la estructura mediante la ayuda de un microscopio a 200x



Anexos 4: Procedimiento para el ensayo a Tracción



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y
MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA MECÁNICA
PROCESO DE ENSAYO A TRACCIÓN

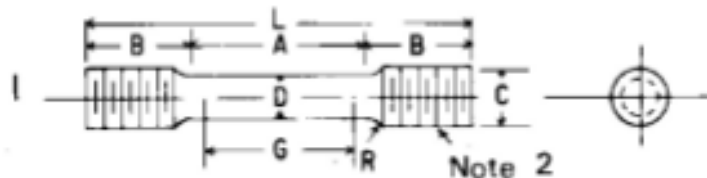


Se procede a obtener la barra fundida de aluminio



Se procede a maquinar bajo la norma ASTM E8
NORMA E8

Maquinar los ejes fundidos anteriormente rigiéndose en la norma ASTM E8 que es la que da las dimensiones de la probeta.



Fuente: Norma ASTM E8:00b. (2000). Autores varios. Figura 9. Espécimen 1.

A= Longitud de la sección reducida. = $21/4$ in

B= Longitud del tramo final. = $1 \frac{3}{8}$ in

C= Diámetro de la sección Final = $\frac{3}{4}$ in

D= Diámetro (Nota 1) = 0.500 ± 0.010 in

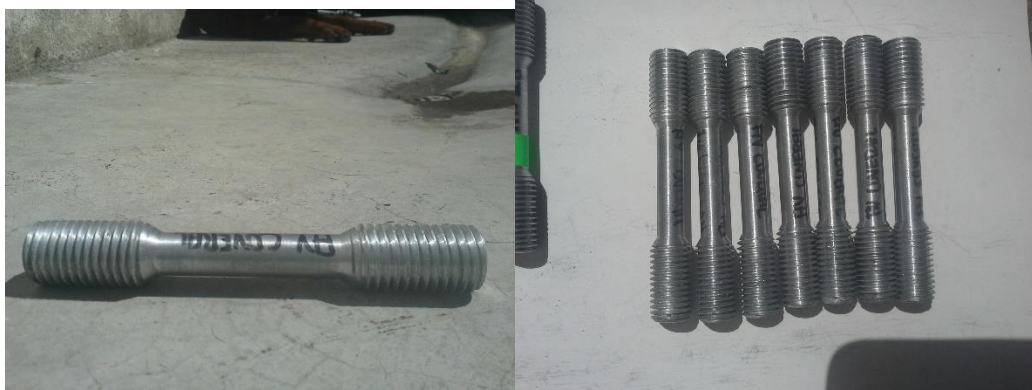
G= Longitud de la Galga = 2.0000 ± 0.500 in

L= Longitud Total. Aproximada = 5 in

R= Radio del Filete mínimo. = $\frac{3}{8}$ in

NOTA 1-La sección reducida puede tener una conicidad gradual desde los extremos hacia el centro con el no termina más de 0,005 pulgadas de diámetro mayor que el centro.

NOTA 2 En muestras 1 y 2, toda rosca estándar es permisible que establece la alineación y ayuda adecuada para asegurar que la muestra se rompa dentro de la sección reducida.



Para el ensayo se señala el punto G para medir luego del ensayo su longitud final



Se encera la maquina Universal para el proceso de ensayo y se inserta la probeta en las mordazas.



Luego del ensayo se realiza la medición con el calibrador para obtener la longitud final



Anexos 5: Fichas de Ensayos a Tracción



ESPE
UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

Sangolquí a 07 de Julio del 2017

Mediante el presente se CERTIFICA que el Sr. DARWIN EFRAÍN ORTÍZ BASANTES con CI: 1803948494 realizó ensayos de tracción en probetas de Aluminio en base a la Norma ASTM E8, en el Laboratorio de Mecánica de Materiales de la Universidad de las Fuerzas Armadas ESPE.

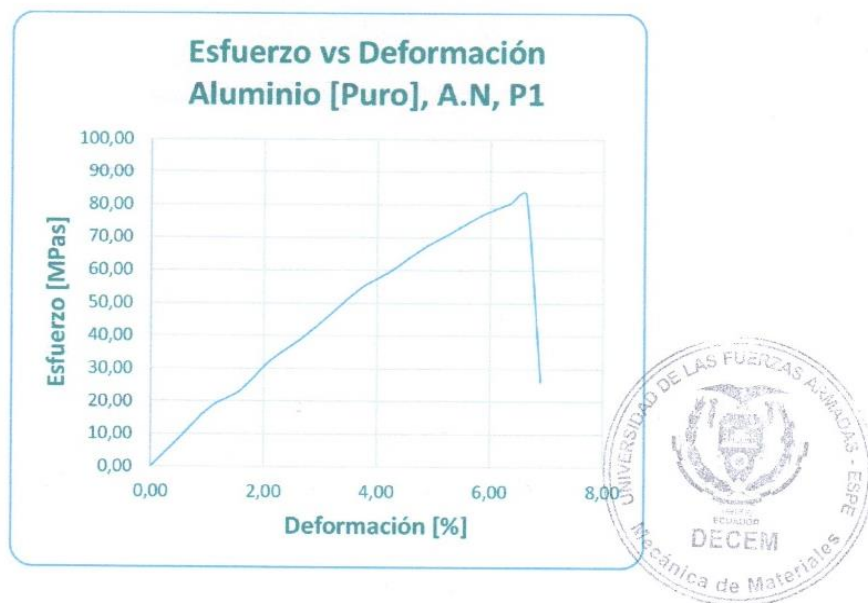
Atentamente


Ing. Francisco Navas
Laboratorista Académico del LMM

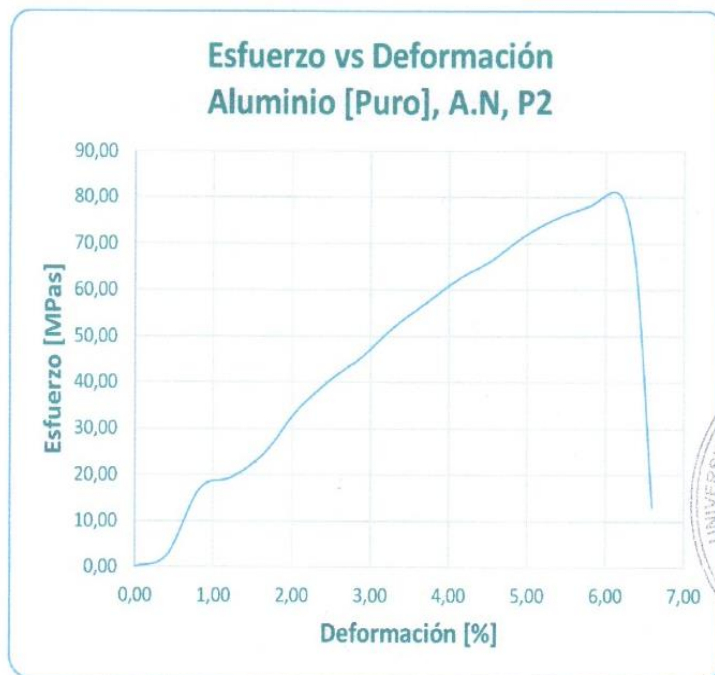


Aluminio Puro

Aluminio Fundido con Arena Nueva				
Desgasificante		Aluminio Puro		
Lo	50	mm	Escala 10 voltios = 5000kgf	
Área	1,27E-04	m ²		
Deformación T	3,45	mm	Fmax [kgf]	1072,00
Probeta 1				
Voltios Y	Fuerza [Kgf]	Lf [mm]	Esfuerzo σ [MPas]	Elongación ϵ [%]
0	0,00	0,000	0,00	0,00
0,2345	117,25	0,265	9,09	0,53
0,469	234,50	0,531	18,18	1,06
0,603	301,50	0,796	23,37	1,59
0,8375	418,75	1,062	32,46	2,12
1,005	502,50	1,327	38,95	2,65
1,206	603,00	1,592	46,74	3,18
1,407	703,50	1,858	54,53	3,72
1,541	770,50	2,123	59,73	4,25
1,7085	854,25	2,388	66,22	4,78
1,8425	921,25	2,654	71,41	5,31
1,9765	988,25	2,919	76,61	5,84
2,077	1038,50	3,185	80,50	6,37
2,144	1072,00	3,317	83,10	6,63
0,67	335,00	3,450	25,97	6,90



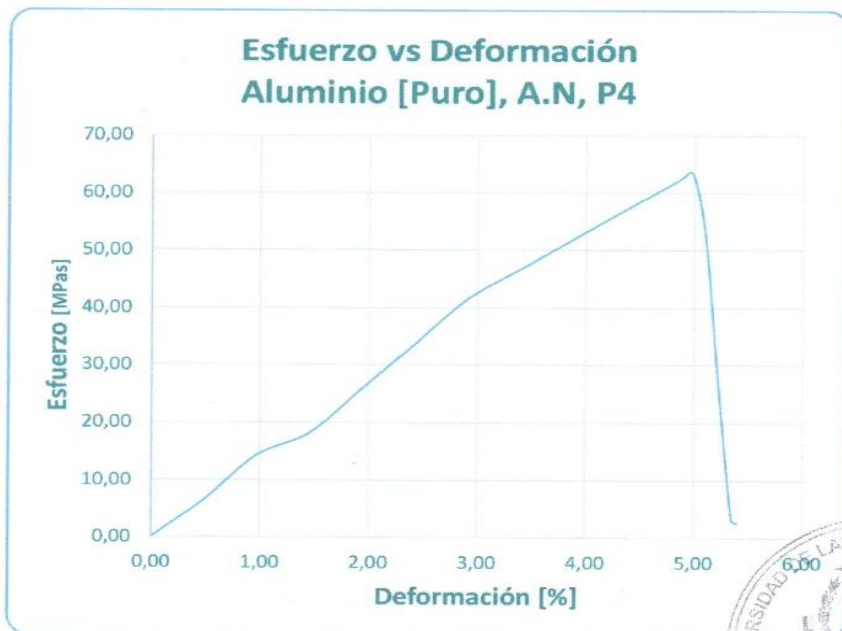
Aluminio Fundido con Arena Nueva				
Desgasificante		Aluminio Puro		
Lo	50	mm	Escala 10 voltios = 5000kgf	
Área	1,27E-04	m2		
Deformación T	3,3	mm	Fmax [kgf]	1038,50
Probeta 2				
Voltios Y	Fuerza [Kgf]	Lf [mm]	Esfuerzo σ [MPas]	Elongación ϵ [%]
0	0,00	0,000	0,00	0,00
0,067	33,50	0,206	2,60	0,41
0,4355	217,75	0,413	16,88	0,83
0,5025	251,25	0,619	19,48	1,24
0,6365	318,25	0,825	24,67	1,65
0,871	435,50	1,031	33,76	2,06
1,0385	519,25	1,238	40,25	2,47
1,1725	586,25	1,444	45,45	2,89
1,34	670,00	1,650	51,94	3,30
1,474	737,00	1,856	57,13	3,71
1,608	804,00	2,063	62,32	4,13
1,7085	854,25	2,269	66,22	4,54
1,8425	921,25	2,475	71,41	4,95
1,943	971,50	2,681	75,31	5,36
2,01	1005,00	2,888	77,91	5,78
2,077	1038,50	3,094	80,50	6,19
1,675	837,50	3,197	64,92	6,39
0,335	167,50	3,300	12,98	6,60



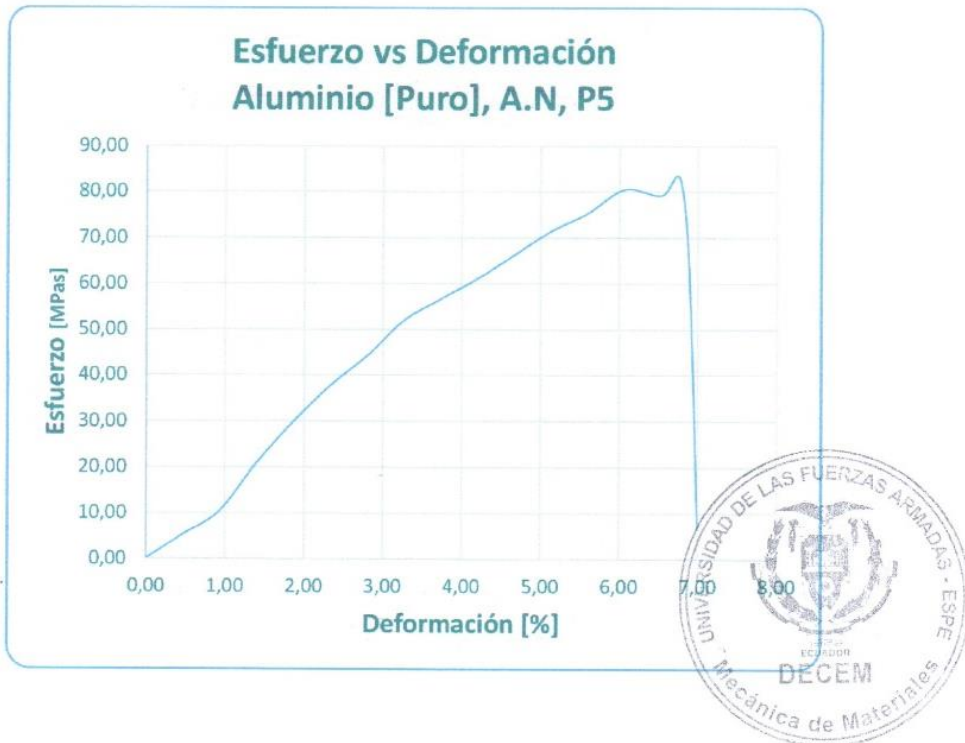
Aluminio Fundido con Arena Nueva				
Desgasificante			Aluminio Puro	
Lo	50	mm	Escala 10 voltios = 5000kgf	
Área	1,27E-04	m ²		
Deformación T	3,45	mm	Fmax [kgf]	1005,00
Probeta 3				
Voltios Y	Fuerza [Kgf]	Lf [mm]	Esfuerzo σ [MPas]	Elongación ϵ [%]
0	0,00	0,000	0,00	0,00
0,201	100,50	0,261	7,79	0,52
0,402	201,00	0,523	15,58	1,05
0,536	268,00	0,784	20,77	1,57
0,7705	385,25	1,045	29,86	2,09
1,005	502,50	1,307	38,95	2,61
1,1725	586,25	1,568	45,45	3,14
1,3065	653,25	1,830	50,64	3,66
1,474	737,00	2,091	57,13	4,18
1,6415	820,75	2,352	63,62	4,70
1,742	871,00	2,614	67,52	5,23
1,876	938,00	2,875	72,71	5,75
1,943	971,50	3,136	75,31	6,27
2,01	1005,00	3,267	77,91	6,53
1,206	603,00	3,332	46,74	6,66
0,938	469,00	3,398	36,36	6,80
0,335	167,50	3,450	12,98	6,90



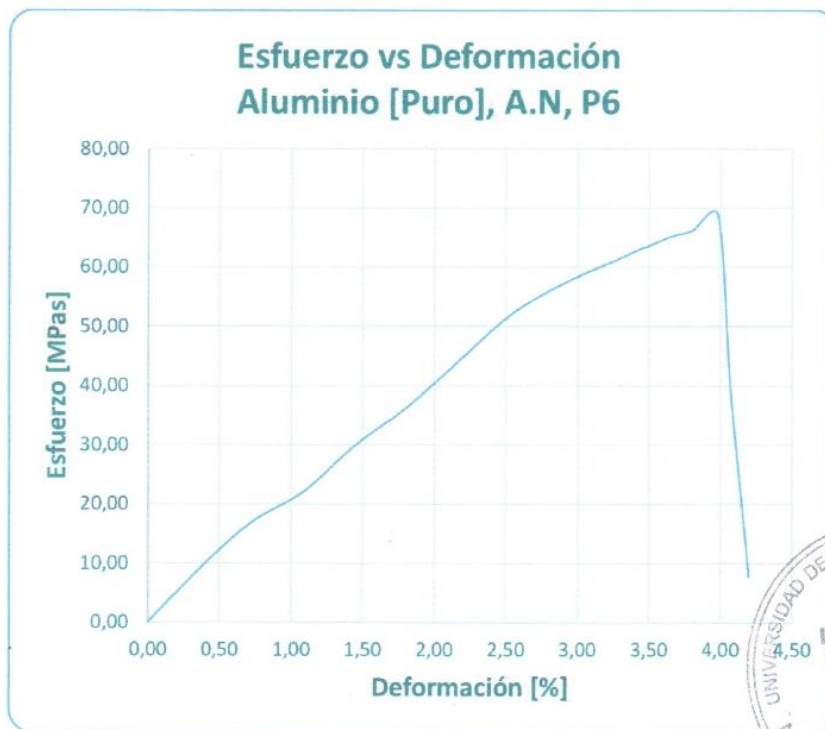
Aluminio Fundido con Arena Nueva				
Desgasificante		Aluminio Puro		
Lo	50	mm	Escala 10 voltios = 5000kgf	
Área	1,27E-04	m2		
Deformación T	2,7	mm	Fmax [kgf]	817,40
Probeta 4				
Voltios Y	Fuerza [Kgf]	Lf [mm]	Esfuerzo σ [MPas]	Elongación ϵ [%]
0	0,00	0,000	0,00	0,00
0,1675	83,75	0,243	6,49	0,49
0,3685	184,25	0,486	14,28	0,97
0,469	234,50	0,730	18,18	1,46
0,67	335,00	0,973	25,97	1,95
0,871	435,50	1,216	33,76	2,43
1,072	536,00	1,459	41,55	2,92
1,206	603,00	1,703	46,74	3,41
1,34	670,00	1,946	51,94	3,89
1,474	737,00	2,189	57,13	4,38
1,608	804,00	2,432	62,32	4,86
1,6348	817,40	2,493	63,36	4,99
1,34	670,00	2,554	51,94	5,11
0,67	335,00	2,615	25,97	5,23
0,0804	40,20	2,676	3,12	5,35
0,067	33,50	2,700	2,60	5,40



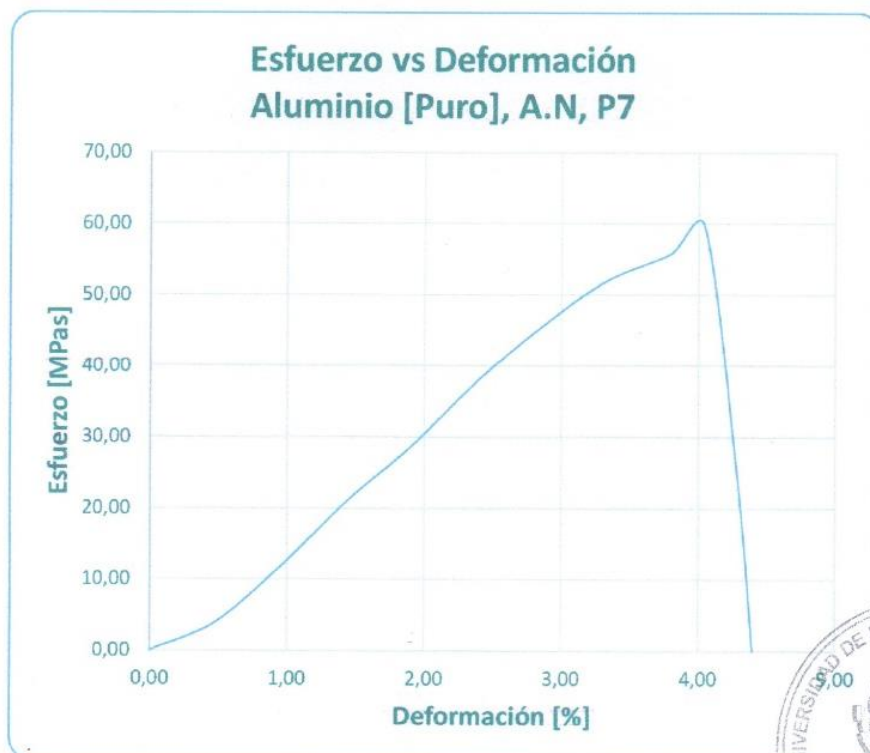
Aluminio Fundido con Arena Nueva				
Desgasificante		Aluminio Puro		
Lo	50	mm	Escala 10 voltios = 5000kgf	
Área	1,27E-04	m ²		
Deformación T	3,5	mm	Fmax [kgf]	1072,00
Probeta 5				
Voltios Y	Fuerza [Kgf]	Lf [mm]	Esfuerzo σ [MPas]	Elongación ϵ [%]
0	0,00	0,000	0,00	0,00
0,134	67,00	0,233	5,19	0,47
0,268	134,00	0,467	10,39	0,93
0,536	268,00	0,700	20,77	1,40
0,7705	385,25	0,933	29,86	1,87
0,9715	485,75	1,167	37,65	2,33
1,139	569,50	1,400	44,15	2,80
1,34	670,00	1,633	51,94	3,27
1,4606	730,30	1,867	56,61	3,73
1,5745	787,25	2,100	61,03	4,20
1,7085	854,25	2,333	66,22	4,67
1,8425	921,25	2,567	71,41	5,13
1,943	971,50	2,800	75,31	5,60
2,077	1038,50	3,033	80,50	6,07
2,0435	1021,75	3,267	79,20	6,53
2,144	1072,00	3,383	83,10	6,77
1,675	837,50	3,442	64,92	6,88
0,1675	83,75	3,500	6,49	7,00



Aluminio Fundido con Arena Nueva				
Desgasificante			Aluminio Puro	
Lo	50	mm	Escala 10 voltios = 5000kgf	
Área	1,27E-04	m2		
Deformación T	2,1	mm	Fmax [kgf]	887,75
Probeta 6				
Voltios Y	Fuerza [Kgf]	Lf [mm]	Esfuerzo σ [MPas]	Elongación ϵ [%]
0	0,00	0,000	0,00	0,00
0,2345	117,25	0,181	9,09	0,36
0,4355	217,75	0,362	16,88	0,72
0,5695	284,75	0,543	22,07	1,09
0,7705	385,25	0,724	29,86	1,45
0,938	469,00	0,905	36,36	1,81
1,139	569,50	1,086	44,15	2,17
1,34	670,00	1,267	51,94	2,53
1,474	737,00	1,448	57,13	2,90
1,5745	787,25	1,629	61,03	3,26
1,675	837,50	1,810	64,92	3,62
1,7085	854,25	1,901	66,22	3,80
1,7755	887,75	1,991	68,82	3,98
1,005	502,50	2,037	38,95	4,07
0,4355	217,75	2,082	16,88	4,16
0,201	100,50	2,100	7,79	4,20

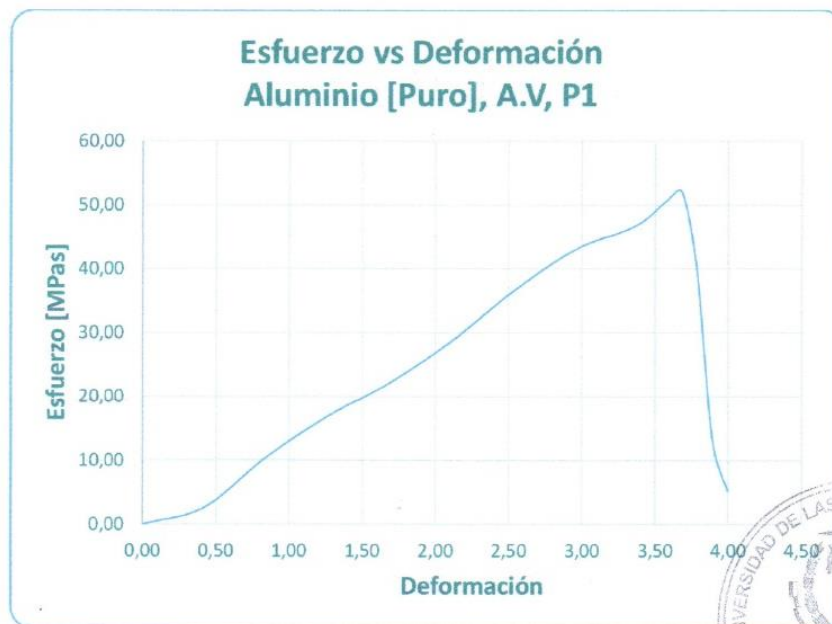


Aluminio Fundido con Arena Nueva				
Desgasificante		Aluminio Puro		
Lo	50	mm	Escala 10 voltios = 5000kgf	
Área	1,27E-04	m2		
Deformación T	2,2	mm	Fmax [kgf]	770,50
Probeta 7				
Voltios Y	Fuerza [Kgf]	Lf [mm]	Esfuerzo σ [MPas]	Elongación ϵ [%]
0	0,00	0,000	0,00	0,00
0,1005	50,25	0,238	3,90	0,48
0,3015	150,75	0,476	11,69	0,95
0,536	268,00	0,714	20,77	1,43
0,737	368,50	0,951	28,57	1,90
0,9715	485,75	1,189	37,65	2,38
1,1725	586,25	1,427	45,45	2,85
1,34	670,00	1,665	51,94	3,33
1,4405	720,25	1,903	55,83	3,81
1,541	770,50	2,022	59,73	4,04
0,67	335,00	2,141	25,97	4,28
0	0,00	2,200	0,00	4,40



Aluminio puro arena Usada

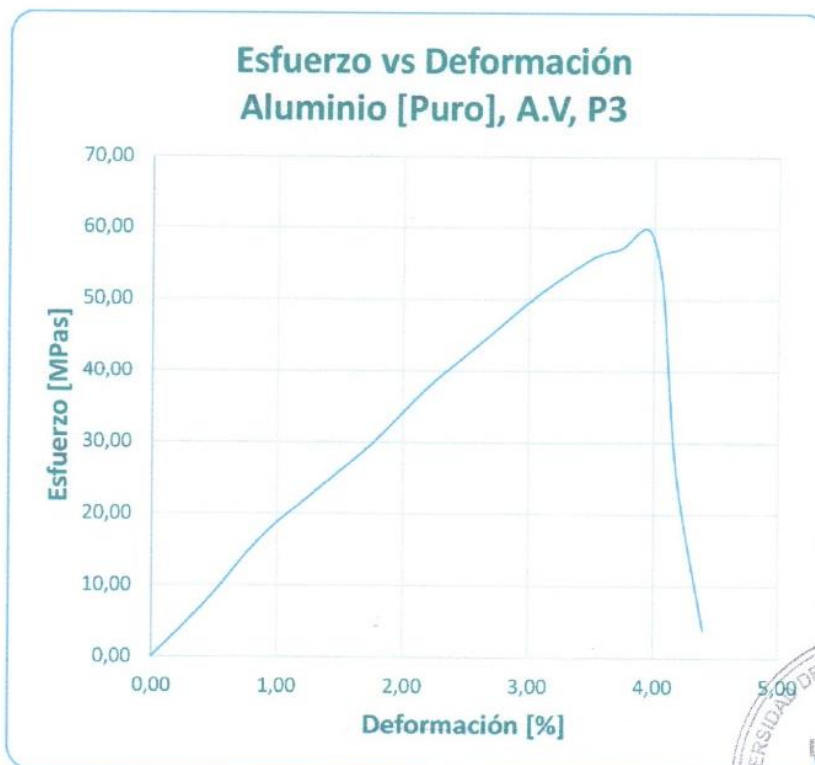
Aluminio Fundido con Arena Usada				
Desgasificante		Aluminio Puro		
Lo	50	mm	Escala 10 voltios = 5000kgf	
Área	1,27E-04	m2		
Deformación T	2	mm	Fmax [kgf]	670,00
Probeta 1				
Voltios Y	Fuerza [Kgf]	Lf [mm]	Esfuerzo σ [MPas]	Elongación ϵ [%]
0	0,00	0,000	0,00	0,00
0,067	33,50	0,211	2,60	0,42
0,268	134,00	0,421	10,39	0,84
0,4355	217,75	0,632	16,88	1,26
0,5695	284,75	0,842	22,07	1,68
0,737	368,50	1,053	28,57	2,11
0,938	469,00	1,263	36,36	2,53
1,1055	552,75	1,474	42,85	2,95
1,206	603,00	1,684	46,74	3,37
1,3065	653,25	1,789	50,64	3,58
1,34	670,00	1,842	51,94	3,68
1,005	502,50	1,895	38,95	3,79
0,335	167,50	1,947	12,98	3,89
0,134	67,00	2,000	5,19	4,00



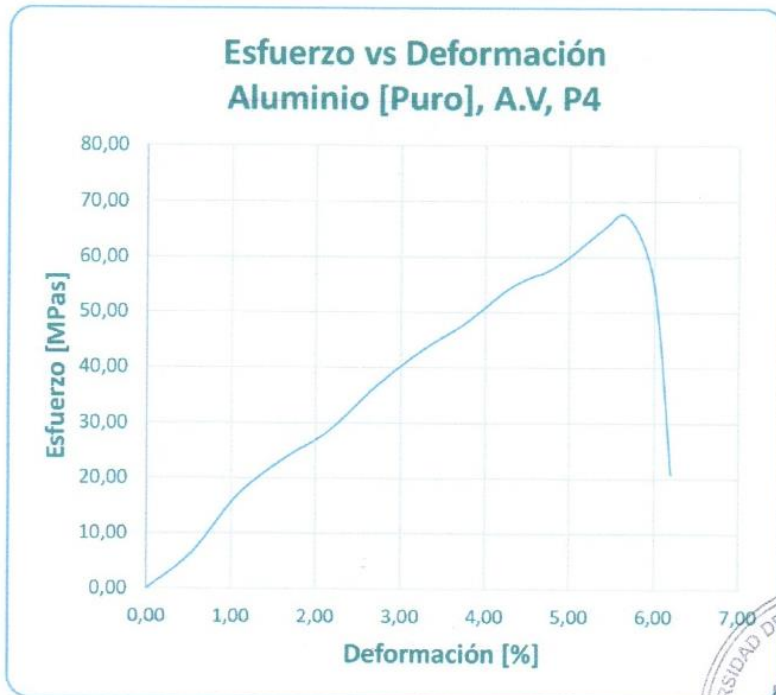
Aluminio Fundido con Arena Usada				
Desgasificante		Aluminio Puro		
Lo	50	mm	Escala 10 voltios = 5000kgf	
Área	1,27E-04	m2		
Deformación T	2,45	mm	Fmax [kgf]	1005,00
Probeta 2				
Voltios Y	Fuerza [Kgf]	Lf [mm]	Esfuerzo σ [MPas]	Elongación ϵ [%]
0	0,00	0,000	0,00	0,00
0,0871	43,55	0,175	3,38	0,35
0,335	167,50	0,350	12,98	0,70
0,469	234,50	0,525	18,18	1,05
0,6365	318,25	0,700	24,67	1,40
0,804	402,00	0,875	31,16	1,75
1,005	502,50	1,050	38,95	2,10
1,206	603,00	1,225	46,74	2,45
1,3735	686,75	1,400	53,24	2,80
1,5075	753,75	1,575	58,43	3,15
1,6415	820,75	1,750	63,62	3,50
1,7755	887,75	1,925	68,82	3,85
1,876	938,00	2,100	72,71	4,20
1,9765	988,25	2,275	76,61	4,55
2,01	1005,00	2,319	77,91	4,64
1,005	502,50	2,363	38,95	4,72
0,1005	50,25	2,450	3,90	4,90



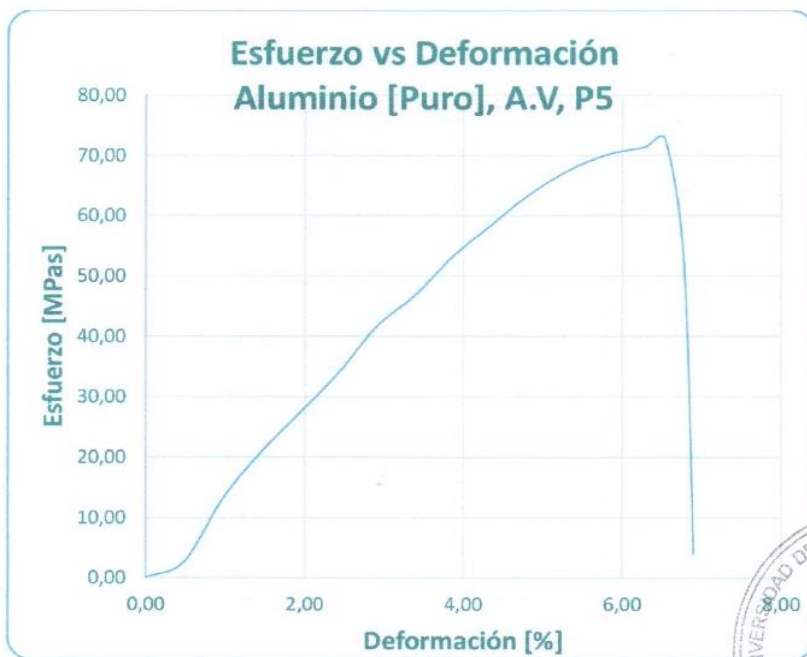
Aluminio Fundido con Arena Usada				
Desgasificante			Aluminio Puro	
Lo	50	mm	Escala 10 voltios = 5000kgf	
Área	1,27E-04	m ²		
Deformación T	2,2	mm	Fmax [kgf]	770,50
Probeta 3				
Voltios Y	Fuerza [Kgf]	Lf [mm]	Esfuerzo σ [MPas]	Elongación ϵ [%]
0	0,00	0,000	0,00	0,00
0,201	100,50	0,220	7,79	0,44
0,4355	217,75	0,440	16,88	0,88
0,603	301,50	0,660	23,37	1,32
0,7705	385,25	0,880	29,86	1,76
0,9715	485,75	1,100	37,65	2,20
1,139	569,50	1,320	44,15	2,64
1,3065	653,25	1,540	50,64	3,08
1,4405	720,25	1,760	55,83	3,52
1,474	737,00	1,870	57,13	3,74
1,541	770,50	1,980	59,73	3,96
1,34	670,00	2,035	51,94	4,07
0,67	335,00	2,090	25,97	4,18
0,1005	50,25	2,200	3,90	4,40



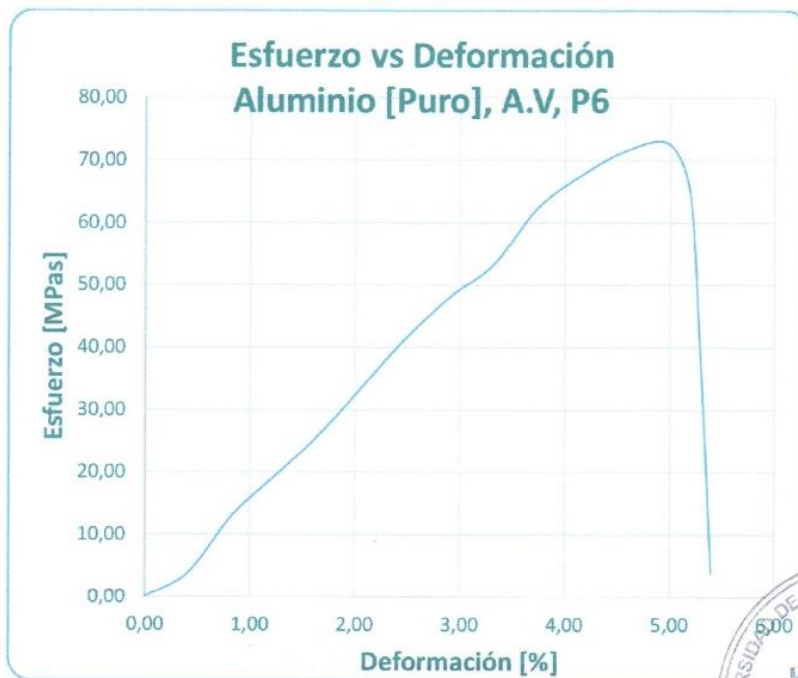
Aluminio Fundido con Arena Usada				
Desgasificante		Aluminio Puro		
Lo	50	mm	Escala 10 voltios = 5000kgf	
Área	1,27E-04	m2		
Deformación T	3,1	mm	Fmax [kgf]	871,00
Probeta 4				
Voltios Y	Fuerza [Kgf]	Lf [mm]	Esfuerzo σ [MPas]	Elongación ϵ [%]
0	0,00	0,000	0,00	0,00
0,1675	83,75	0,270	6,49	0,54
0,4355	217,75	0,539	16,88	1,08
0,603	301,50	0,809	23,37	1,62
0,737	368,50	1,078	28,57	2,16
0,938	469,00	1,348	36,36	2,70
1,1055	552,75	1,617	42,85	3,23
1,2395	619,75	1,887	48,04	3,77
1,407	703,50	2,157	54,53	4,31
1,5075	753,75	2,426	58,43	4,85
1,675	837,50	2,696	64,92	5,39
1,742	871,00	2,830	67,52	5,66
1,541	770,50	2,965	59,73	5,93
1,206	603,00	3,033	46,74	6,07
0,536	268,00	3,100	20,77	6,20



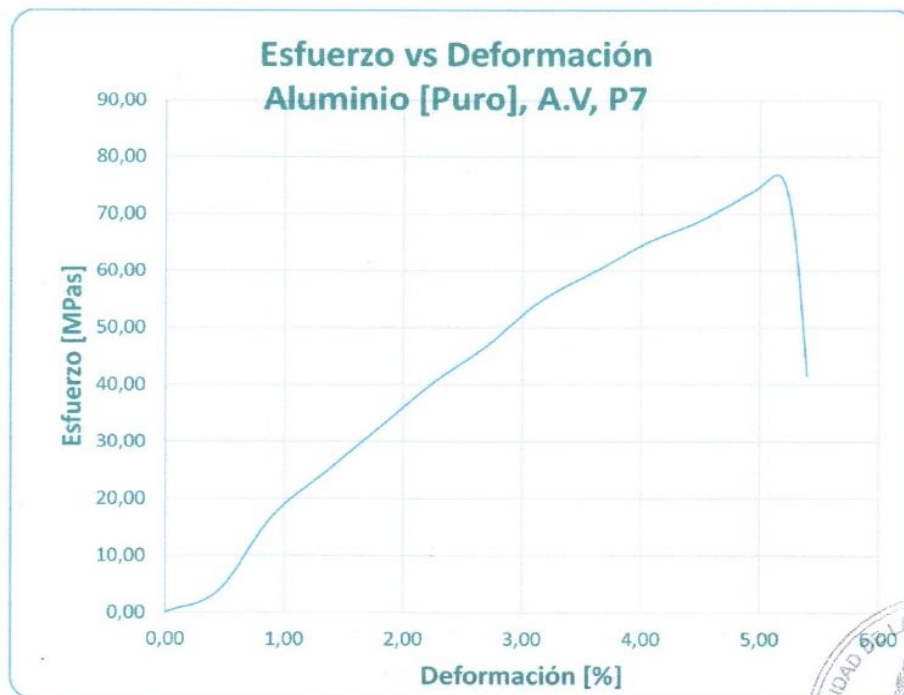
Aluminio Fundido con Arena Usada				
Desgasificante		Aluminio Puro		
Lo	50	mm	Escala 10 voltios = 5000kgf	
Área	1,27E-04	m2		
Deformación T	3,45	mm	Fmax [kgf]	938,00
Probeta 5				
Voltios Y	Fuerza [Kgf]	Lf [mm]	Esfuerzo σ [MPas]	Elongación ϵ [%]
0	0,00	0,000	0,00	0,00
0,067	33,50	0,242	2,60	0,48
0,335	167,50	0,484	12,98	0,97
0,536	268,00	0,726	20,77	1,45
0,7035	351,75	0,968	27,27	1,94
0,871	435,50	1,211	33,76	2,42
1,072	536,00	1,453	41,55	2,91
1,206	603,00	1,695	46,74	3,39
1,3735	686,75	1,937	53,24	3,87
1,5075	753,75	2,179	58,43	4,36
1,6415	820,75	2,421	63,62	4,84
1,742	871,00	2,663	67,52	5,33
1,809	904,50	2,905	70,12	5,81
1,8425	921,25	3,147	71,41	6,29
1,876	938,00	3,268	72,71	6,54
1,34	670,00	3,389	51,94	6,78
0,1005	50,25	3,450	3,90	6,90



Aluminio Fundido con Arena Usada				
Desgasificante		Aluminio Puro		
Lo	50	mm	Escala 10 voltios = 5000kgf	
Área	1,27E-04	m ²		
Deformación T	2,7	mm	Fmax [kgf]	938,00
Probeta 6				
Voltios Y	Fuerza [Kgf]	Lf [mm]	Esfuerzo σ [MPas]	Elongación ϵ [%]
0	0,00	0,000	0,00	0,00
0,1005	50,25	0,208	3,90	0,42
0,335	167,50	0,415	12,98	0,83
0,5025	251,25	0,623	19,48	1,25
0,67	335,00	0,831	25,97	1,66
0,871	435,50	1,038	33,76	2,08
1,072	536,00	1,246	41,55	2,49
1,2395	619,75	1,454	48,04	2,91
1,3735	686,75	1,662	53,24	3,32
1,608	804,00	1,869	62,32	3,74
1,742	871,00	2,077	67,52	4,15
1,8425	921,25	2,285	71,41	4,57
1,876	938,00	2,492	72,71	4,98
1,675	837,50	2,596	64,92	5,19
1,005	502,50	2,648	38,95	5,30
0,1005	50,25	2,700	3,90	5,40

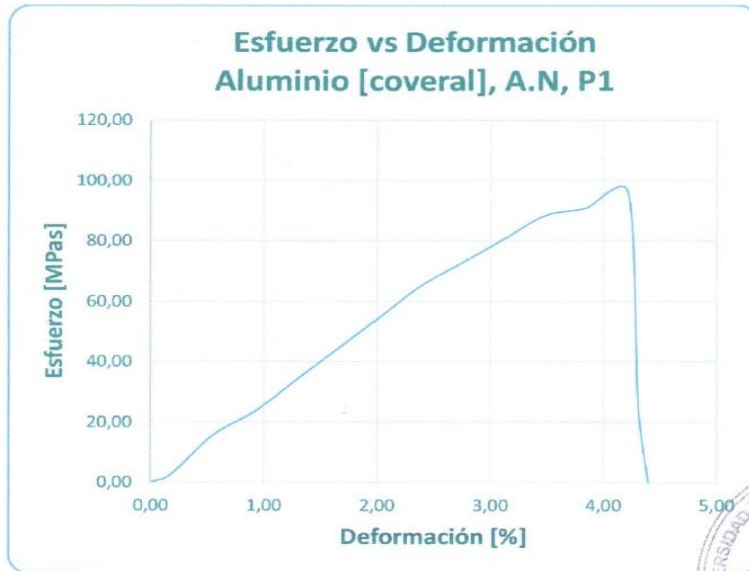


Aluminio Fundido con Arena Usada				
Desgasificante		Aluminio Puro		
Lo	50	mm	Escala 10 voltios = 5000kgf	
Área	1,27E-04	m2		
Deformación T	2,7	mm	Fmax [kgf]	988,25
Probeta 7				
Voltios Y	Fuerza [Kgf]	Lf [mm]	Esfuerzo σ [MPas]	Elongación ϵ [%]
0	0,00	0,000	0,00	0,00
0,1005	50,25	0,225	3,90	0,45
0,4355	217,75	0,450	16,88	0,90
0,6365	318,25	0,675	24,67	1,35
0,8375	418,75	0,900	32,46	1,80
1,0385	519,25	1,125	40,25	2,25
1,206	603,00	1,350	46,74	2,70
1,407	703,50	1,575	54,53	3,15
1,541	770,50	1,800	59,73	3,60
1,675	837,50	2,025	64,92	4,05
1,7755	887,75	2,250	68,82	4,50
1,9095	954,75	2,475	74,01	4,95
1,9765	988,25	2,588	76,61	5,18
1,742	871,00	2,644	67,52	5,29
1,072	536,00	2,700	41,55	5,40



Aluminio coveral arena nueva

Aluminio Fundido con Arena Nueva				
Desgasificante		Coveral		
Lo	50	mm	Escala 10 voltios = 5000kgf	
Área	1,27E-04	m2		
Deformación T	2,2	mm	Fmax [kgf]	1239,50
Probeta 1				
Voltios Y	Fuerza [Kgf]	Lf [mm]	Esfuerzo σ [MPas]	Elongación ϵ [%]
0	0,00	0,000	0,00	0,00
0,067	33,50	0,092	2,60	0,18
0,402	201,00	0,275	15,58	0,55
0,603	301,50	0,458	23,37	0,92
0,871	435,50	0,642	33,76	1,28
1,139	569,50	0,825	44,15	1,65
1,407	703,50	1,008	54,53	2,02
1,675	837,50	1,192	64,92	2,38
1,876	938,00	1,375	72,71	2,75
2,077	1038,50	1,558	80,50	3,12
2,278	1139,00	1,742	88,29	3,48
2,345	1172,50	1,925	90,89	3,85
2,479	1239,50	2,108	96,08	4,22
0,67	335,00	2,154	25,97	4,31
0	0,00	2,200	0,00	4,40

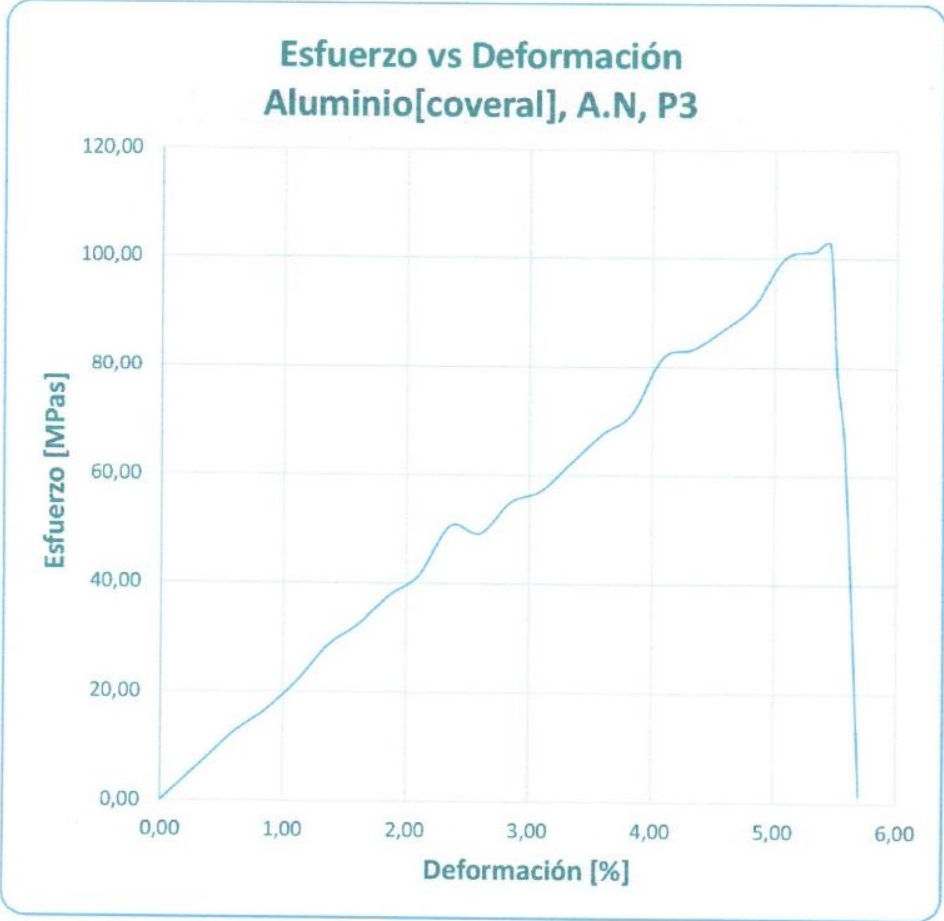


Aluminio Fundido con Arena Nueva				
Desgasificante		Coveral		
Lo	50	mm	Escala 10 voltios = 5000kgf	
Área	1,27E-04	m2		
Deformación T	3,45	mm	Fmax [kgf]	1273,00
Probeta 2				
Voltios Y	Fuerza [Kgf]	Lf [mm]	Esfuerzo σ [MPas]	Elongación ϵ [%]
0	0,00	0,000	0,00	0,00
0,0335	16,75	0,133	1,30	0,27
0,067	33,50	0,398	2,60	0,80
0,268	134,00	0,663	10,39	1,33
0,603	301,50	0,929	23,37	1,86
1,0385	519,25	1,194	40,25	2,39
1,2395	619,75	1,460	48,04	2,92
1,608	804,00	1,725	62,32	3,45
1,876	938,00	1,990	72,71	3,98
2,144	1072,00	2,256	83,10	4,51
2,278	1139,00	2,521	88,29	5,04
2,3785	1189,25	2,787	92,19	5,57
2,546	1273,00	3,052	98,68	6,10
2,479	1239,50	3,317	96,08	6,63
1,675	837,50	3,384	64,92	6,77
0,737	368,50	3,450	28,57	6,90



Aluminio Fundido con Arena Usada				
Desgasificante		Coveral		
Lo	50	mm	Escala 10 voltios = 5000kgf	
Área	1,27E-04	m2		
Deformación T	2,85	mm	Fmax [kgf]	1323,25
Probeta 3				
Voltios Y	Fuerza [Kgf]	Lf [mm]	Esfuerzo σ [MPas]	Elongación ϵ [%]
0	0,00	0,000	0,00	0,00
0,067	33,50	0,062	2,60	0,12
0,201	100,50	0,186	7,79	0,37
0,335	167,50	0,310	12,98	0,62
0,4355	217,75	0,434	16,88	0,87
0,5695	284,75	0,558	22,07	1,12
0,737	368,50	0,682	28,57	1,36
0,8375	418,75	0,805	32,46	1,61
0,9715	485,75	0,929	37,65	1,86
1,072	536,00	1,053	41,55	2,11
1,3065	653,25	1,177	50,64	2,35
1,273	636,50	1,301	49,34	2,60
1,4204	710,20	1,425	55,05	2,85
1,474	737,00	1,549	57,13	3,10
1,608	804,00	1,673	62,32	3,35
1,742	871,00	1,797	67,52	3,59
1,8425	921,25	1,921	71,41	3,84
2,1105	1055,25	2,045	81,80	4,09
2,1507	1075,35	2,168	83,36	4,34
2,2445	1122,25	2,292	86,99	4,58
2,3584	1179,20	2,416	91,41	4,83
2,5795	1289,75	2,540	99,98	5,08
2,613	1306,50	2,664	101,28	5,33
2,6465	1323,25	2,726	102,58	5,45
2,01	1005,00	2,757	77,91	5,51
1,675	837,50	2,788	64,92	5,58
0,0335	16,75	2,850	1,30	5,70





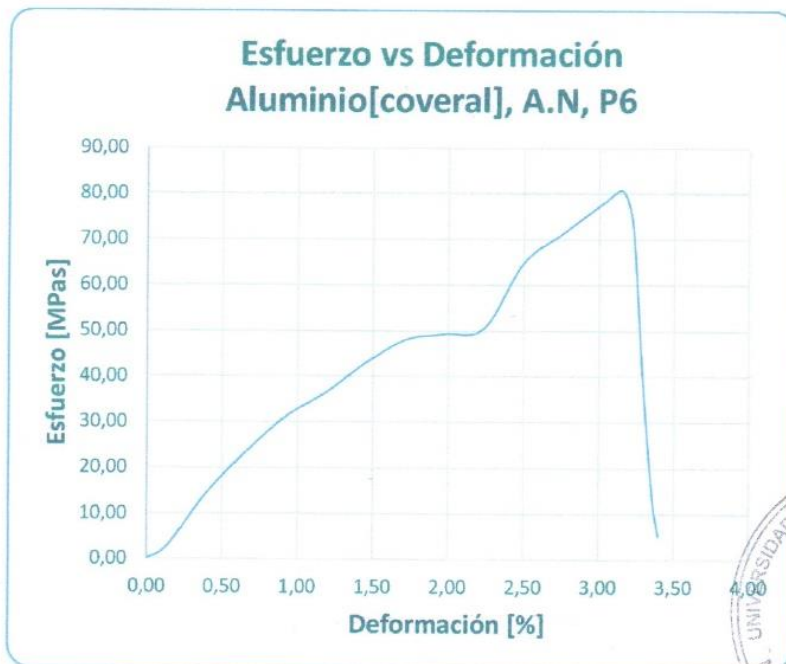
Aluminio Fundido con Arena Nueva				
Desgasificante		Coveral		
Lo	50	mm	Escala 10 voltios = 5000kgf	
Área	1,27E-04	m2		
Deformación T	2,05	mm	Fmax [kgf]	1005,00
Probeta 4				
Voltios Y	Fuerza [Kgf]	Lf [mm]	Esfuerzo σ [MPas]	Elongación ϵ [%]
0	0,00	0,000	0,00	0,00
0,0335	16,75	0,089	1,30	0,18
0,335	167,50	0,267	12,98	0,53
0,603	301,50	0,446	23,37	0,89
0,7705	385,25	0,624	29,86	1,25
1,005	502,50	0,802	38,95	1,60
1,2395	619,75	0,980	48,04	1,96
1,474	737,00	1,159	57,13	2,32
1,608	804,00	1,337	62,32	2,67
1,7755	887,75	1,515	68,82	3,03
1,876	938,00	1,693	72,71	3,39
1,943	971,50	1,783	75,31	3,57
1,9765	988,25	1,872	76,61	3,74
2,01	1005,00	1,916	77,91	3,83
1,34	670,00	1,961	51,94	3,92
0,67	335,00	2,005	25,97	4,01
0,268	134,00	2,050	10,39	4,10



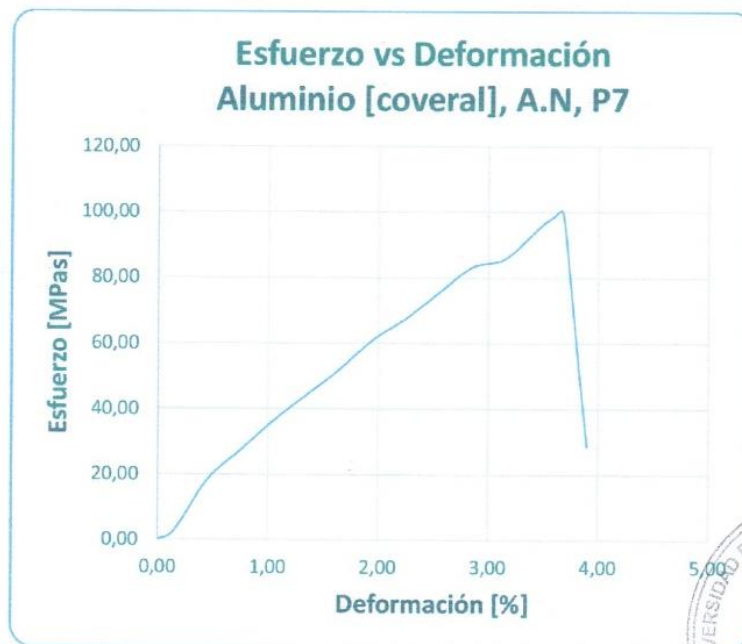
Aluminio Fundido con Arena Nueva				
Desgasificante		Coveral		
Lo	50	mm	Escala 10 voltios = 5000kgf	
Área	1,27E-04	m2		
Deformación T	1,55	mm	Fmax [kgf]	1206,00
Probeta 5				
Voltios Y	Fuerza [Kgf]	Lf [mm]	Esfuerzo σ [MPas]	Elongación ϵ [%]
0	0,00	0,000	0,00	0,00
0,0335	16,75	0,057	1,30	0,11
0,3685	184,25	0,172	14,28	0,34
0,6365	318,25	0,287	24,67	0,57
0,9715	485,75	0,402	37,65	0,80
1,1122	556,10	0,517	43,11	1,03
1,407	703,50	0,631	54,53	1,26
1,5075	753,75	0,746	58,43	1,49
1,6884	844,20	0,861	65,44	1,72
1,876	938,00	0,976	72,71	1,95
2,01	1005,00	1,091	77,91	2,18
2,144	1072,00	1,206	83,10	2,41
2,278	1139,00	1,320	88,29	2,64
2,3651	1182,55	1,435	91,67	2,87
2,3718	1185,90	1,493	91,93	2,99
2,412	1206,00	1,521	93,49	3,04
2,01	1005,00	1,550	77,91	3,10
1,876	938,00	1,550	72,71	3,10



Aluminio Fundido con Arena Nueva				
Desgasificante		Coveral		
Lo	50	mm	Escala 10 voltios = 5000kgf	
Área	1,27E-04	m2		
Deformación T	1,7	mm	Fmax [kgf]	1038,50
Probeta 6				
Voltios Y	Fuerza [Kgf]	Lf [mm]	Esfuerzo σ [MPas]	Elongación ϵ [%]
0	0,00	0,000	0,00	0,00
0,067	33,50	0,066	2,60	0,13
0,3685	184,25	0,198	14,28	0,40
0,603	301,50	0,329	23,37	0,66
0,804	402,00	0,461	31,16	0,92
0,938	469,00	0,593	36,36	1,19
1,1055	552,75	0,725	42,85	1,45
1,2395	619,75	0,857	48,04	1,71
1,273	636,50	0,988	49,34	1,98
1,3065	653,25	1,120	50,64	2,24
1,675	837,50	1,252	64,92	2,50
1,8425	921,25	1,384	71,41	2,77
2,01	1005,00	1,516	77,91	3,03
2,077	1038,50	1,581	80,50	3,16
1,876	938,00	1,614	72,71	3,23
1,005	502,50	1,647	38,95	3,29
0,335	167,50	1,680	12,98	3,36
0,134	67,00	1,700	5,19	3,40

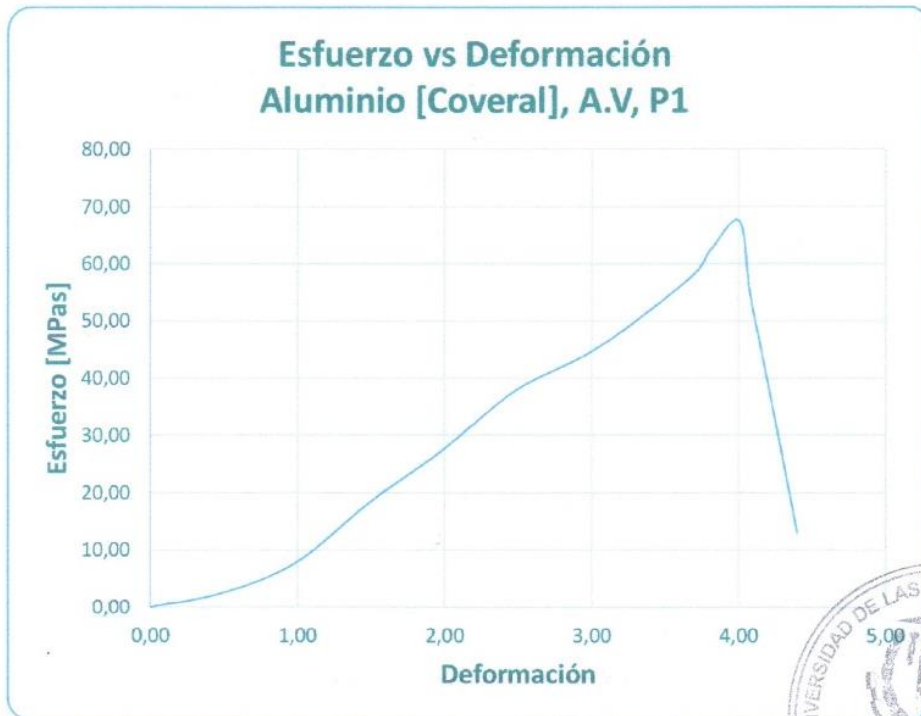


Aluminio Fundido con Arena Nueva				
Desgasificante		Coveral		
Lo	50	mm	Escala 10 voltios = 5000kgf	
Área	1,27E-04	m2		
Deformación T	1,95	mm	Fmax [kgf]	1289,75
Probeta 7				
Voltios Y	Fuerza [Kgf]	Lf [mm]	Esfuerzo σ [MPas]	Elongación ϵ [%]
0	0,00	0,000	0,00	0,00
0,067	33,50	0,075	2,60	0,15
0,469	234,50	0,225	18,18	0,45
0,7035	351,75	0,375	27,27	0,75
0,938	469,00	0,525	36,36	1,05
1,139	569,50	0,675	44,15	1,35
1,34	670,00	0,825	51,94	1,65
1,5745	787,25	0,975	61,03	1,95
1,742	871,00	1,125	67,52	2,25
1,943	971,50	1,275	75,31	2,55
2,144	1072,00	1,425	83,10	2,85
2,211	1105,50	1,575	85,70	3,15
2,4455	1222,75	1,725	94,79	3,45
2,546	1273,00	1,800	98,68	3,60
2,5795	1289,75	1,838	99,98	3,68
2,01	1005,00	1,875	77,91	3,75
1,34	670,00	1,913	51,94	3,83
0,737	368,50	1,950	28,57	3,90

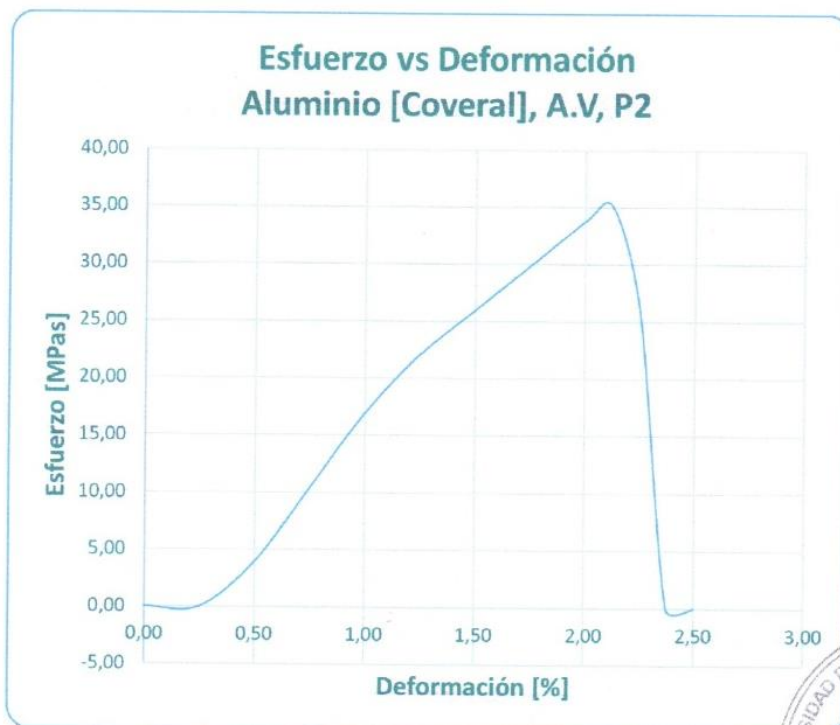


Aluminio Coveral Arena Usada

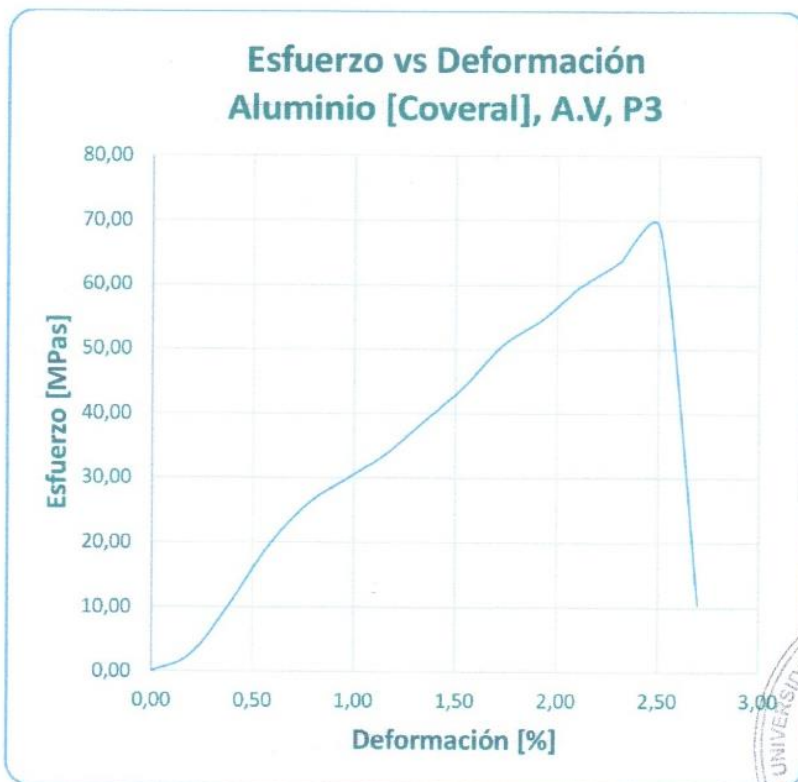
Aluminio Fundido con Arena Usada				
Desgasificante		Coveral		
Lo	50	mm	Escala 10 voltios = 5000kgf	
Área	1,27E-04	m2		
Deformación T	2,2	mm	Fmax [kgf]	871,00
Probeta 1				
Voltios Y	Fuerza [Kgf]	Lf [mm]	Esfuerzo σ [MPas]	Elongación ϵ [%]
0	0,00	0,000	0,00	0,00
0,067	33,50	0,247	2,60	0,49
0,201	100,50	0,494	7,79	0,99
0,469	234,50	0,742	18,18	1,48
0,7035	351,75	0,989	27,27	1,98
0,9715	485,75	1,236	37,65	2,47
1,139	569,50	1,483	44,15	2,97
1,3065	653,25	1,669	50,64	3,34
1,5075	753,75	1,854	58,43	3,71
1,608	804,00	1,903	62,32	3,81
1,742	871,00	2,002	67,52	4,00
1,407	703,50	2,039	54,53	4,08
1,005	502,50	2,101	38,95	4,20
0,335	167,50	2,200	12,98	4,40



Aluminio Fundido con Arena Usada				
Desgasificante		Coveral		
Lo	50	mm	Escala 10 voltios = 5000kgf	
Área	1,27E-04	m2		
Deformación T	1,25	mm	Fmax [kgf]	452,25
Probeta 2				
Voltios Y	Fuerza [Kgf]	Lf [mm]	Esfuerzo σ [MPas]	Elongación ϵ [%]
0	0,00	0,000	0,00	0,00
0	0,00	0,125	0,00	0,25
0,1005	50,25	0,250	3,90	0,50
0,268	134,00	0,375	10,39	0,75
0,4355	217,75	0,500	16,88	1,00
0,5695	284,75	0,625	22,07	1,25
0,67	335,00	0,750	25,97	1,50
0,7705	385,25	0,875	29,86	1,75
0,871	435,50	1,000	33,76	2,00
0,9045	452,25	1,063	35,06	2,13
0,67	335,00	1,125	25,97	2,25
0	0,00	1,188	0,00	2,38
0	0,00	1,250	0,00	2,50



Aluminio Fundido con Arena Usada				
Desgasificante		Coveral		
Lo	50	mm	Escala 10 voltios = 5000kgf	
Área	1,27E-04	m2		
Deformación T	1,35	mm	Fmax [kgf]	887,75
Probeta 3				
Voltios Y	Fuerza [Kgf]	Lf [mm]	Esfuerzo σ [MPas]	Elongación ϵ [%]
0	0,00	0,000	0,00	0,00
0,067	33,50	0,096	2,60	0,19
0,268	134,00	0,193	10,39	0,39
0,5025	251,25	0,289	19,48	0,58
0,67	335,00	0,386	25,97	0,77
0,7705	385,25	0,482	29,86	0,96
0,871	435,50	0,579	33,76	1,16
1,005	502,50	0,675	38,95	1,35
1,139	569,50	0,771	44,15	1,54
1,3065	653,25	0,868	50,64	1,74
1,407	703,50	0,964	54,53	1,93
1,541	770,50	1,061	59,73	2,12
1,6415	820,75	1,157	63,62	2,31
1,7755	887,75	1,254	68,82	2,51
0,268	134,00	1,350	10,39	2,70



Aluminio Fundido con Arena Usada				
Desgasificante		Coveral		
Lo	50	mm	Escala 10 voltios = 5000kgf	
Área	1,27E-04	m2		
Deformación T	3,5	mm	Fmax [kgf]	1273,00
Probeta 4				
Voltios Y	Fuerza [Kgf]	Lf [mm]	Esfuerzo σ [MPas]	Elongación ϵ [%]
0,0335	16,75	0,000	1,30	0,00
0,4355	217,75	0,292	16,88	0,58
0,67	335,00	0,583	25,97	1,17
0,9045	452,25	0,875	35,06	1,75
1,1725	586,25	1,167	45,45	2,33
1,3735	686,75	1,458	53,24	2,92
1,6415	820,75	1,750	63,62	3,50
1,8425	921,25	2,042	71,41	4,08
2,0435	1021,75	2,333	79,20	4,67
2,211	1105,50	2,625	85,70	5,25
2,345	1172,50	2,917	90,89	5,83
2,479	1239,50	3,208	96,08	6,42
2,546	1273,00	3,354	98,68	6,71
2,01	1005,00	3,427	77,91	6,85
0,67	335,00	3,500	25,97	7,00
0,134	67,00	3,500	5,19	7,00



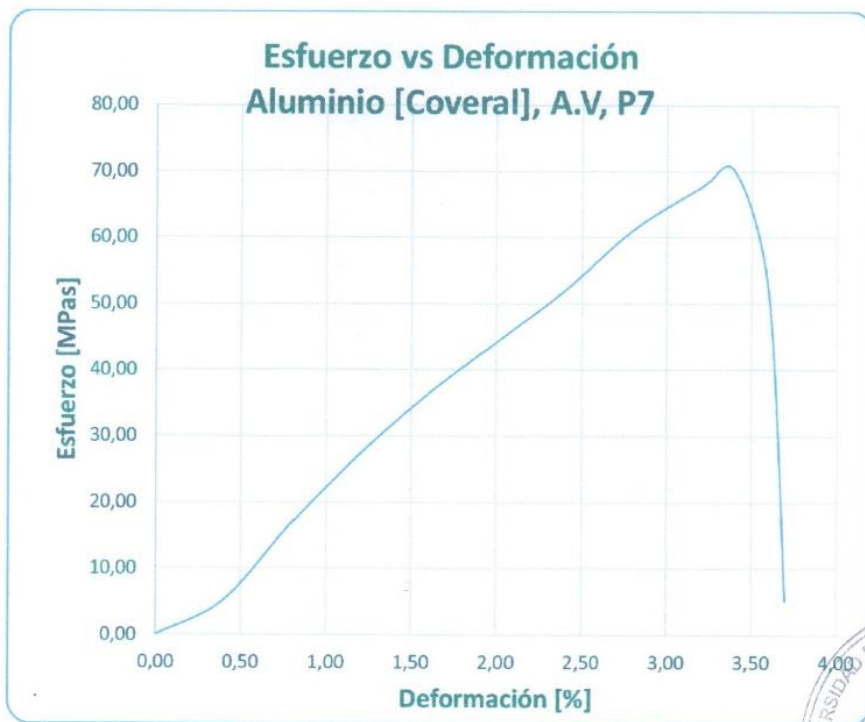
Aluminio Fundido con Arena Usada				
Desgasificante		Coveral		
Lo	50	mm	Escala 10 voltios = 5000kgf	
Área	1,27E-04	m2		
Deformación T	2,25	mm	Fmax [kgf]	1222,75
Probeta 5				
Voltios Y	Fuerza [Kgf]	Lf [mm]	Esfuerzo σ [MPas]	Elongación ϵ [%]
0	0,00	0,000	0,00	0,00
0,067	33,50	0,180	2,60	0,36
0,3685	184,25	0,360	14,28	0,72
0,5695	284,75	0,540	22,07	1,08
0,8375	418,75	0,720	32,46	1,44
1,0385	519,25	0,900	40,25	1,80
1,3065	653,25	1,080	50,64	2,16
1,5745	787,25	1,260	61,03	2,52
1,7755	887,75	1,440	68,82	2,88
1,943	971,50	1,620	75,31	3,24
2,1105	1055,25	1,800	81,80	3,60
2,278	1139,00	1,980	88,29	3,96
2,345	1172,50	2,070	90,89	4,14
2,4455	1222,75	2,205	94,79	4,41
0,67	335,00	2,250	25,97	4,50
0	0,00	2,250	0,00	4,50



Aluminio Fundido con Arena Usada				
Desgasificante		Coveral		
Lo	50	mm	Escala 10 voltios = 5000kgf	
Área	1,27E-04	m2		
Deformación T	2,3	mm	Fmax [kgf]	1088,75
Probeta 6				
Voltios Y	Fuerza [Kgf]	Lf [mm]	Esfuerzo σ [MPas]	Elongación ϵ [%]
0	0,00	0,000	0,00	0,00
0,067	33,50	0,167	2,60	0,33
0,335	167,50	0,335	12,98	0,67
0,5695	284,75	0,502	22,07	1,00
0,737	368,50	0,669	28,57	1,34
1,005	502,50	0,836	38,95	1,67
1,2395	619,75	1,004	48,04	2,01
1,407	703,50	1,171	54,53	2,34
1,608	804,00	1,338	62,32	2,68
1,742	871,00	1,505	67,52	3,01
1,876	938,00	1,673	72,71	3,35
2,01	1005,00	1,840	77,91	3,68
2,144	1072,00	2,007	83,10	4,01
2,1775	1088,75	2,175	84,40	4,35
2,01	1005,00	2,258	77,91	4,52
0,804	402,00	2,300	31,16	4,60

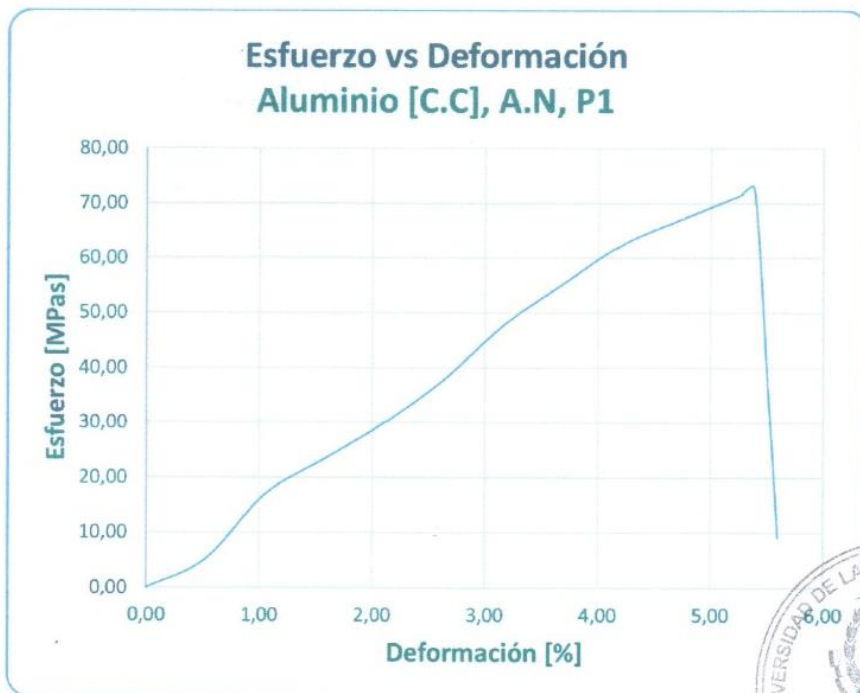


Aluminio Fundido con Arena Nueva				
Desgasificante		Coveral		
Lo	50	mm	Escala 10 voltios = 5000kgf	
Área	1,27E-04	m2		
Deformación T	1,85	mm	Fmax [kgf]	904,50
Probeta 7				
Voltios Y	Fuerza [Kgf]	Lf [mm]	Esfuerzo σ [MPas]	Elongación ϵ [%]
0	0,00	0,000	0,00	0,00
0,134	67,00	0,200	5,19	0,40
0,4355	217,75	0,400	16,88	0,80
0,7035	351,75	0,600	27,27	1,20
0,938	469,00	0,800	36,36	1,60
1,139	569,50	1,000	44,15	2,00
1,34	670,00	1,200	51,94	2,40
1,5745	787,25	1,400	61,03	2,80
1,742	871,00	1,600	67,52	3,20
1,809	904,50	1,700	70,12	3,40
1,34	670,00	1,800	51,94	3,60
0,134	67,00	1,850	5,19	3,70

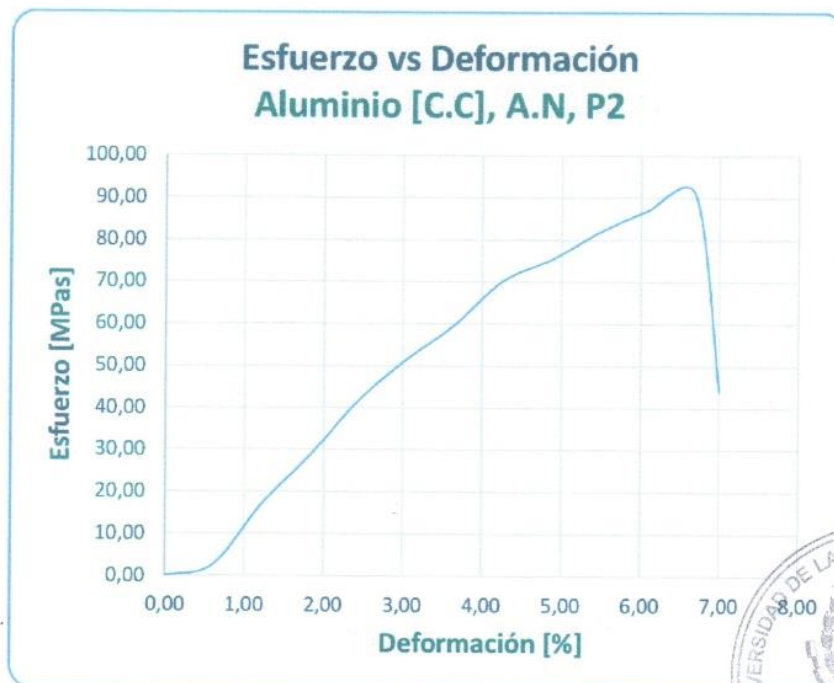


Carbonato de calcio y Borax con Arena Nueva

Aluminio Fundido con Arena Nueva				
Desgasificante		C.C y Borax		
Lo	50	mm	Escala 10 voltios = 5000kgf	
Área	1,27E-04	m ²		
Deformación T	2,8	mm	Fmax [kgf]	938,00
Probeta 1				
Voltios Y	Fuerza [Kgf]	Lf [mm]	Esfuerzo σ [MPas]	Elongación ϵ [%]
0	0,00	0,000	0,00	0,00
0,134	67,00	0,263	5,19	0,53
0,4355	217,75	0,526	16,88	1,05
0,603	301,50	0,789	23,37	1,58
0,7705	385,25	1,052	29,86	2,10
0,9715	485,75	1,315	37,65	2,63
1,2261	613,05	1,577	47,52	3,15
1,4204	710,20	1,840	55,05	3,68
1,608	804,00	2,103	62,32	4,21
1,7286	864,30	2,366	67,00	4,73
1,8425	921,25	2,629	71,41	5,26
1,876	938,00	2,695	72,71	5,39
0,871	435,50	2,761	33,76	5,52
0,2345	117,25	2,800	9,09	5,60



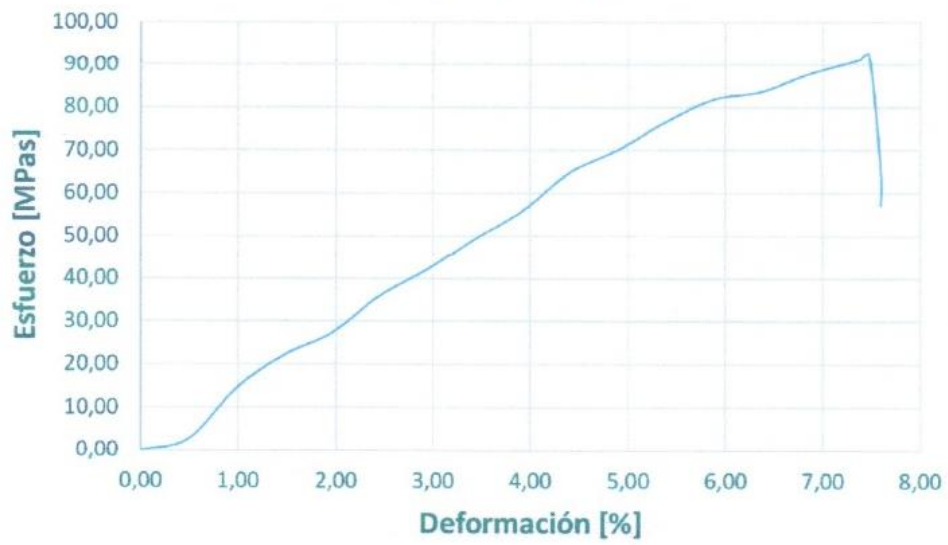
Aluminio Fundido con Arena Nueva				
Desgasificante		C.C y Borax		
Lo	50	mm	Escala 10 voltios = 5000kgf	
Área	1,27E-04	m2		
Deformación T	3,5	mm	Fmax [kgf]	1172,50
Probeta 2				
Voltios Y	Fuerza [Kgf]	Lf [mm]	Esfuerzo σ [MPas]	Elongación ϵ [%]
0	0,00	0,000	0,00	0,00
0,067	33,50	0,304	2,60	0,61
0,4355	217,75	0,609	16,88	1,22
0,737	368,50	0,913	28,57	1,83
1,072	536,00	1,217	41,55	2,43
1,3266	663,30	1,522	51,42	3,04
1,541	770,50	1,826	59,73	3,65
1,809	904,50	2,130	70,12	4,26
1,943	971,50	2,435	75,31	4,87
2,1105	1055,25	2,739	81,80	5,48
2,2445	1122,25	3,043	86,99	6,09
2,345	1172,50	3,348	90,89	6,70
1,139	569,50	3,500	44,15	7,00
1,1725	586,25	3,500	45,45	7,00



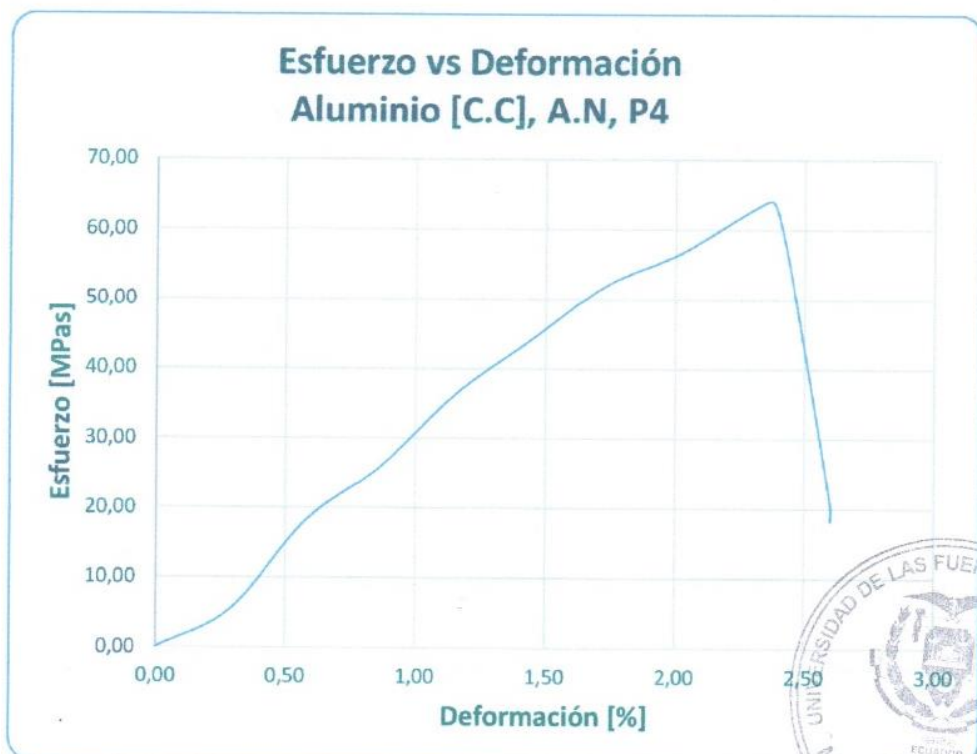
Aluminio Fundido con Arena Nueva				
Desgasificante		C.C y Borax		
Lo	50	mm	Escala 10 voltios = 5000kgf	
Área	1,27E-04	m2		
Deformación T	3,8	mm	Fmax [kgf]	1189,25
Probeta 3				
Voltios Y	Fuerza [Kgf]	Lf [mm]	Esfuerzo σ [MPas]	Elongación ϵ [%]
0	0,00	0,000	0,00	0,00
0,067	33,50	0,245	2,60	0,49
0,3685	184,25	0,490	14,28	0,98
0,5695	284,75	0,735	22,07	1,47
0,7035	351,75	0,981	27,27	1,96
0,9246	462,30	1,226	35,84	2,45
1,0854	542,70	1,471	42,07	2,94
1,273	636,50	1,716	49,34	3,43
1,4405	720,25	1,961	55,83	3,92
1,675	837,50	2,206	64,92	4,41
1,809	904,50	2,452	70,12	4,90
1,9765	988,25	2,697	76,61	5,39
2,1105	1055,25	2,942	81,80	5,88
2,1574	1078,70	3,187	83,62	6,37
2,2646	1132,30	3,432	87,77	6,86
2,345	1172,50	3,677	90,89	7,35
2,3785	1189,25	3,739	92,19	7,48
1,675	837,50	3,800	64,92	7,60
1,474	737,00	3,800	57,13	7,60



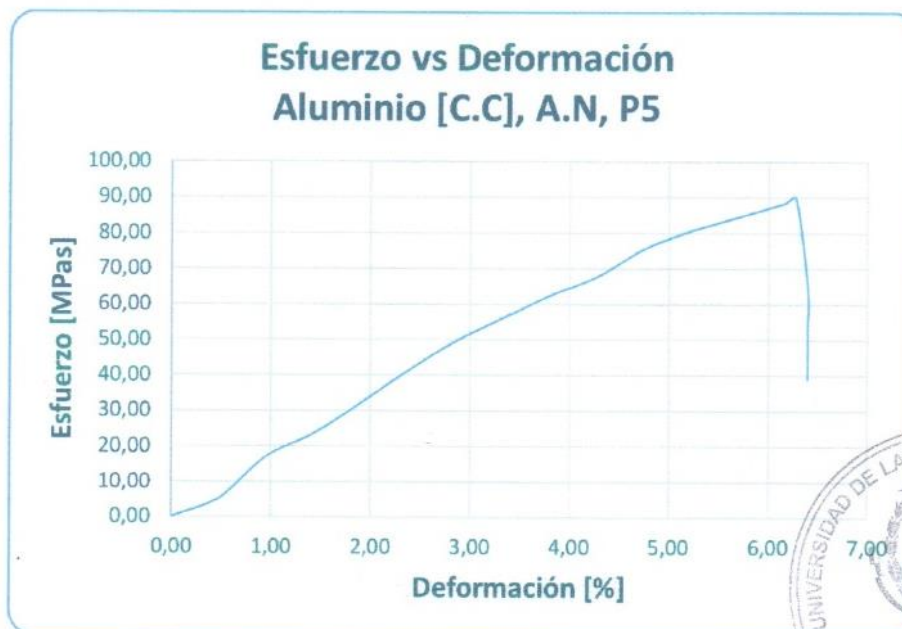
Esfuerzo vs Deformación Aluminio [C.C], A.N, P3



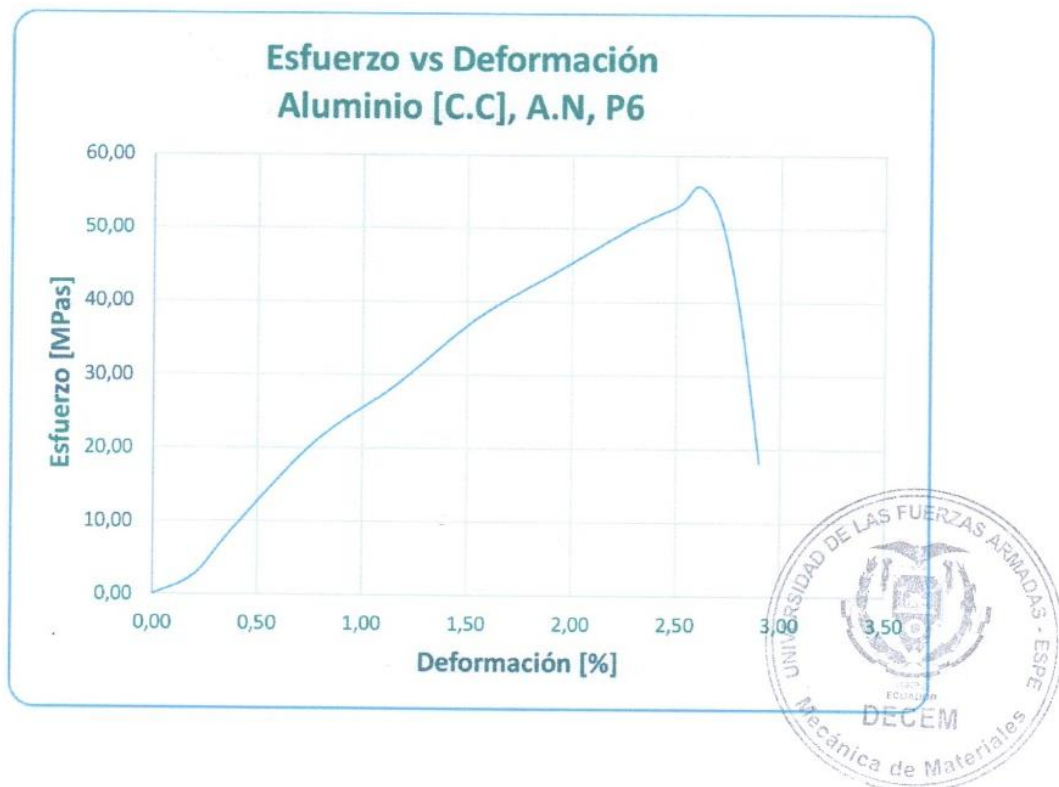
Aluminio Fundido con Arena Nueva				
Desgasificante		C.C y Borax		
Lo	50	mm	Escala 10 voltios = 5000kgf	
Área	1,27E-04	m ²		
Deformación T	1,3	mm	Fmax [kgf]	820,75
Probeta 4				
Voltios Y	Fuerza [Kgf]	Lf [mm]	Esfuerzo σ [MPas]	Elongación ϵ [%]
0	0,00	0,000	0,00	0,00
0,1407	70,35	0,144	5,45	0,29
0,469	234,50	0,289	18,18	0,58
0,67	335,00	0,433	25,97	0,87
0,938	469,00	0,578	36,36	1,16
1,139	569,50	0,722	44,15	1,44
1,34	670,00	0,867	51,94	1,73
1,4606	730,30	1,011	56,61	2,02
1,6281	814,05	1,156	63,10	2,31
1,6415	820,75	1,192	63,62	2,38
1,34	670,00	1,228	51,94	2,46
0,536	268,00	1,300	20,77	2,60
0,469	234,50	1,300	18,18	2,60



Aluminio Fundido con Arena Nueva				
Desgasificante		C.C y Borax		
Lo	50	mm	Escala 10 voltios = 5000kgf	
Área	1,27E-04	m ²		
Deformación T	3,2	mm	Fmax [kgf]	1155,75
Probeta 5				
Voltios Y	Fuerza [Kgf]	Lf [mm]	Esfuerzo σ [MPas]	Elongación ϵ [%]
0	0,00	0,000	0,00	0,00
0,134	67,00	0,237	5,19	0,47
0,4355	217,75	0,474	16,88	0,95
0,603	301,50	0,711	23,37	1,42
0,8241	412,05	0,948	31,94	1,90
1,0586	529,30	1,185	41,03	2,37
1,273	636,50	1,422	49,34	2,84
1,4405	720,25	1,659	55,83	3,32
1,608	804,00	1,896	62,32	3,79
1,742	871,00	2,133	67,52	4,27
1,943	971,50	2,370	75,31	4,74
2,077	1038,50	2,607	80,50	5,21
2,1775	1088,75	2,844	84,40	5,69
2,278	1139,00	3,081	88,29	6,16
2,3115	1155,75	3,141	89,59	6,28
1,675	837,50	3,200	64,92	6,40
1,34	670,00	3,200	51,94	6,40
1,005	502,50	3,200	38,95	6,40



Aluminio Fundido con Arena Nueva				
Desgasificante		C.C y Borax		
Lo	50	mm	Escala 10 voltios = 5000kgf	
Área	1,27E-04	m ²		
Deformación T	1,45	mm	Fmax [kgf]	720,25
Probeta 6				
Voltios Y	Fuerza [Kgf]	Lf [mm]	Esfuerzo σ [MPas]	Elongación ϵ [%]
0	0,00	0,000	0,00	0,00
0,067	33,50	0,097	2,60	0,19
0,2345	117,25	0,193	9,09	0,39
0,536	268,00	0,387	20,77	0,77
0,737	368,50	0,580	28,57	1,16
0,9715	485,75	0,773	37,65	1,55
1,139	569,50	0,967	44,15	1,93
1,3065	653,25	1,160	50,64	2,32
1,3735	686,75	1,257	53,24	2,51
1,4405	720,25	1,305	55,83	2,61
1,34	670,00	1,353	51,94	2,71
1,005	502,50	1,402	38,95	2,80
0,469	234,50	1,450	18,18	2,90



Aluminio Fundido con Arena Nueva				
Desgasificante		C.C y Borax		
Lo	50	mm	Escala 10 voltios = 5000kgf	
Área	1,27E-04	m2		
Deformación T	3	mm	Fmax [kgf]	1172,50
Probeta 7				
Voltios Y	Fuerza [Kgf]	Lf [mm]	Esfuerzo σ [MPas]	Elongación ϵ [%]
0	0,00	0,000	0,00	0,00
0,067	33,50	0,189	2,60	0,38
0,3685	184,25	0,377	14,28	0,75
0,536	268,00	0,566	20,77	1,13
0,7035	351,75	0,755	27,27	1,51
0,9045	452,25	0,943	35,06	1,89
1,139	569,50	1,132	44,15	2,26
1,34	670,00	1,321	51,94	2,64
1,5745	787,25	1,509	61,03	3,02
1,742	871,00	1,698	67,52	3,40
1,9095	954,75	1,887	74,01	3,77
1,9765	988,25	2,075	76,61	4,15
2,077	1038,50	2,264	80,50	4,53
2,211	1105,50	2,453	85,70	4,91
2,3115	1155,75	2,642	89,59	5,28
2,345	1172,50	2,877	90,89	5,75
2,01	1005,00	2,925	77,91	5,85
1,809	904,50	2,972	70,12	5,94
1,1055	552,75	3,000	42,85	6,00



Aluminio Fundido con Arena Usada				
Desgasificante		C.C y Borax		
Lo	50	mm	Escala 10 voltios = 5000kgf	
Área	1,27E-04	m2		
Deformación T	3,7	mm	Fmax [kgf]	1273,00
Probeta 1				
Voltios Y	Fuerza [Kgf]	Lf [mm]	Esfuerzo σ [MPas]	Elongación e [%]
0	0,00	0,000	0,00	0,00
0,1675	83,75	0,224	6,49	0,45
0,3685	184,25	0,448	14,28	0,90
0,536	268,00	0,673	20,77	1,35
0,737	368,50	0,897	28,57	1,79
0,938	469,00	1,121	36,36	2,24
1,1725	586,25	1,345	45,45	2,69
1,3735	686,75	1,570	53,24	3,14
1,541	770,50	1,794	59,73	3,59
1,742	871,00	2,018	67,52	4,04
1,876	938,00	2,242	72,71	4,48
2,0435	1021,75	2,467	79,20	4,93
2,144	1072,00	2,691	83,10	5,38
2,278	1139,00	2,915	88,29	5,83
2,345	1172,50	3,139	90,89	6,28
2,4455	1222,75	3,364	94,79	6,73
2,5125	1256,25	3,588	97,38	7,18
2,546	1273,00	3,644	98,68	7,29
1,3065	653,25	3,700	50,64	7,40



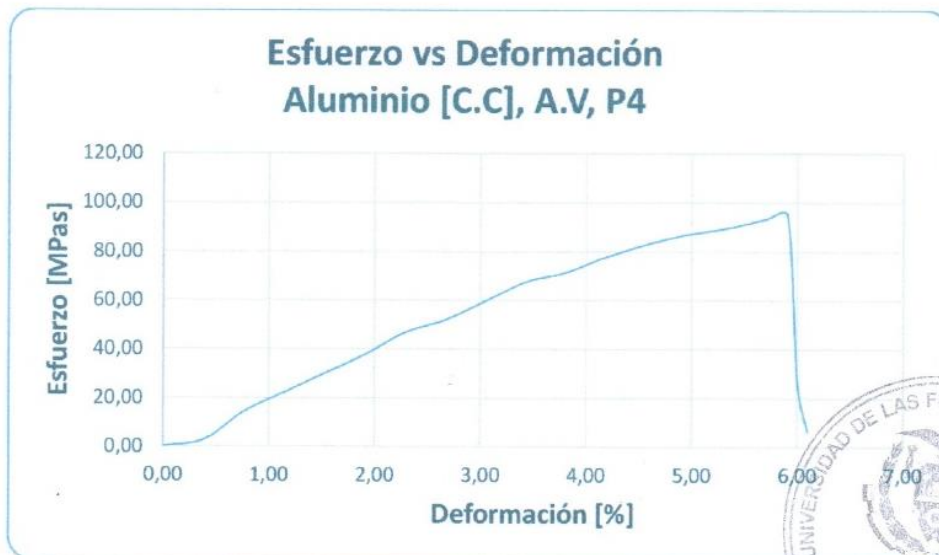
Aluminio Fundido con Arena Usada				
Desgasificante		C.C y Borax		
Lo	50	mm	Escala 10 voltios = 5000kgf	
Área	1,27E-04	m2		
Deformación T	3,9	mm	Fmax [kgf]	1289,75
Probeta 2				
Voltios Y	Fuerza [Kgf]	Lf [mm]	Esfuerzo σ [MPas]	Elongación ϵ [%]
0	0,00	0,000	0,00	0,00
0,2345	117,25	0,244	9,09	0,49
0,469	234,50	0,488	18,18	0,97
0,6365	318,25	0,731	24,67	1,46
0,9045	452,25	0,975	35,06	1,95
1,139	569,50	1,219	44,15	2,44
1,34	670,00	1,463	51,94	2,93
1,5075	753,75	1,706	58,43	3,41
1,675	837,50	1,950	64,92	3,90
1,9095	954,75	2,194	74,01	4,39
1,9765	988,25	2,438	76,61	4,88
2,1105	1055,25	2,681	81,80	5,36
2,2445	1122,25	2,925	86,99	5,85
2,345	1172,50	3,169	90,89	6,34
2,479	1239,50	3,413	96,08	6,83
2,546	1273,00	3,656	98,68	7,31
2,5795	1289,75	3,778	99,98	7,56
1,541	770,50	3,839	59,73	7,68
0,3685	184,25	3,900	14,28	7,80



Aluminio Fundido con Arena Usada				
Desgasificante		C.C y Borax		
Lo	50	mm	Escala 10 voltios = 5000kgf	
Área	1,27E-04	m2		
Deformación T	2,7	mm	Fmax [kgf]	1189,25
Probeta 3				
Voltios Y	Fuerza [Kgf]	Lf [mm]	Esfuerzo σ [MPas]	Elongación ϵ [%]
0	0,00	0,000	0,00	0,00
0,1206	60,30	0,174	4,67	0,35
0,335	167,50	0,347	12,98	0,69
0,536	268,00	0,521	20,77	1,04
0,737	368,50	0,695	28,57	1,39
0,9045	452,25	0,868	35,06	1,74
1,072	536,00	1,042	41,55	2,08
1,3065	653,25	1,215	50,64	2,43
1,5075	753,75	1,389	58,43	2,78
1,6415	820,75	1,563	63,62	3,13
1,809	904,50	1,736	70,12	3,47
1,876	938,00	1,910	72,71	3,82
2,077	1038,50	2,084	80,50	4,17
2,1775	1088,75	2,257	84,40	4,51
2,278	1139,00	2,431	88,29	4,86
2,3785	1189,25	2,605	92,19	5,21
1,675	837,50	2,648	64,92	5,30
0,67	335,00	2,691	25,97	5,38
0,4355	217,75	2,700	16,88	5,40



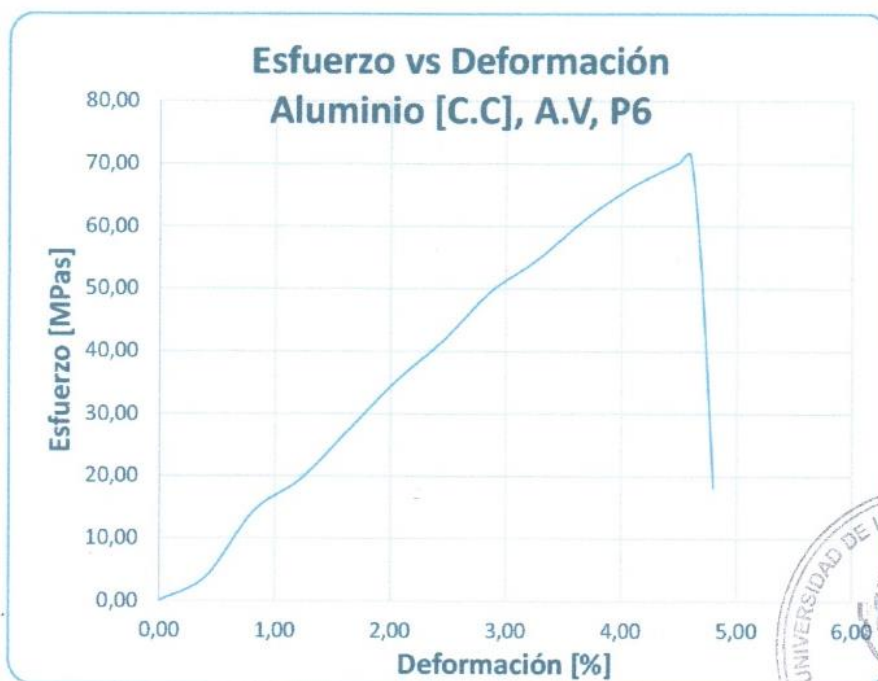
Aluminio Fundido con Arena Usada				
Desgasificante		C,C y Borax		
Lo	50	mm	Escala 10 voltios = 5000kgf	
Área	1,27E-04	m ²		
Deformación T	3,05	mm	Fmax [kgf]	1222,75
Probeta 4				
Voltios Y	Fuerza [Kgf]	Lf [mm]	Esfuerzo σ [MPas]	Elongación ϵ [%]
0	0,00	0,000	0,00	0,00
0,067	33,50	0,191	2,60	0,38
0,3685	184,25	0,381	14,28	0,76
0,5695	284,75	0,572	22,07	1,14
0,7705	385,25	0,763	29,86	1,53
0,9715	485,75	0,953	37,65	1,91
1,206	603,00	1,144	46,74	2,29
1,34	670,00	1,334	51,94	2,67
1,541	770,50	1,525	59,73	3,05
1,742	871,00	1,716	67,52	3,43
1,8425	921,25	1,906	71,41	3,81
2,01	1005,00	2,097	77,91	4,19
2,144	1072,00	2,288	83,10	4,58
2,2445	1122,25	2,478	86,99	4,96
2,3115	1155,75	2,669	89,59	5,34
2,412	1206,00	2,859	93,49	5,72
2,4455	1222,75	2,955	94,79	5,91
0,67	335,00	3,002	25,97	6,00
0,1675	83,75	3,050	6,49	6,10



Aluminio Fundido con Arena Usada				
Desgasificante		C.C y Borax		
Lo	50	mm	Escala 10 voltios = 5000kgf	
Área	1,27E-04	m2		
Deformación T	1,55	mm	Fmax [kgf]	703,50
Probeta 5				
Voltios Y	Fuerza [Kgf]	Lf [mm]	Esfuerzo σ [MPas]	Elongación ϵ [%]
0	0,00	0,000	0,00	0,00
0,1005	50,25	0,086	3,90	0,17
0,134	67,00	0,172	5,19	0,34
0,268	134,00	0,258	10,39	0,52
0,3685	184,25	0,344	14,28	0,69
0,4355	217,75	0,431	16,88	0,86
0,5025	251,25	0,517	19,48	1,03
0,603	301,50	0,603	23,37	1,21
0,67	335,00	0,689	25,97	1,38
0,7705	385,25	0,775	29,86	1,55
0,871	435,50	0,861	33,76	1,72
1,072	536,00	1,033	41,55	2,07
1,2395	619,75	1,206	48,04	2,41
1,407	703,50	1,378	54,53	2,76
0,804	402,00	1,464	31,16	2,93
0,201	100,50	1,507	7,79	3,01
0,1005	50,25	1,550	3,90	3,10



Aluminio Fundido con Arena Usada				
Desgasificante		C.C y Borax		
Lo	50	mm	Escala 10 voltios = 5000kgf	
Área	1,27E-04	m ²		
Deformación T	2,4	mm	Fmax [kgf]	921,25
Probeta 6				
Voltios Y	Fuerza [Kgf]	Lf [mm]	Esfuerzo σ [MPas]	Elongación ϵ [%]
0	0,00	0,000	0,00	0,00
0,1005	50,25	0,204	3,90	0,41
0,3685	184,25	0,409	14,28	0,82
0,5025	251,25	0,613	19,48	1,23
0,7035	351,75	0,817	27,27	1,63
0,9045	452,25	1,021	35,06	2,04
1,072	536,00	1,226	41,55	2,45
1,273	636,50	1,430	49,34	2,86
1,407	703,50	1,634	54,53	3,27
1,5745	787,25	1,838	61,03	3,68
1,7085	854,25	2,043	66,22	4,09
1,809	904,50	2,247	70,12	4,49
1,8425	921,25	2,298	71,41	4,60
1,34	670,00	2,349	51,94	4,70
0,469	234,50	2,400	18,18	4,80



Aluminio Fundido con Arena Usada				
Desgasificante		C.C y Borax		
Lo	50	mm	Escala 10 voltios = 5000kgf	
Área	1,27E-04	m2		
Deformación T	2,3	mm	Fmax [kgf]	603,00
Probeta 7				
Voltios Y	Fuerza [Kgf]	Lf [mm]	Esfuerzo σ [MPas]	Elongación ϵ [%]
0	0,00	0,000	0,00	0,00
0,0335	16,75	0,121	1,30	0,24
0,1005	50,25	0,242	3,90	0,48
0,268	134,00	0,363	10,39	0,73
0,402	201,00	0,484	15,58	0,97
0,469	234,50	0,605	18,18	1,21
0,536	268,00	0,726	20,77	1,45
0,6365	318,25	0,847	24,67	1,69
0,67	335,00	0,968	25,97	1,94
0,804	402,00	1,089	31,16	2,18
0,9045	452,25	1,211	35,06	2,42
1,005	502,50	1,332	38,95	2,66
1,1055	552,75	1,453	42,85	2,91
1,139	569,50	1,574	44,15	3,15
1,206	603,00	1,695	46,74	3,39
1,3266	663,30	1,937	51,42	3,87
1,407	703,50	2,058	54,53	4,12
1,139	569,50	2,179	44,15	4,36
0,268	134,00	2,300	10,39	4,60



Aluminio Fundido con Arena Nueva				
Desgasificante		Argón		
Lo	50	mm	Escala 10 voltios = 5000kgf	
Área	1,27E-04	m2		
Deformación T	2,15	mm	Fmax [kgf]	1574,50
Probeta 1				
Voltios Y	Fuerza [Kgf]	Lf [mm]	Esfuerzo σ [MPas]	Elongación ϵ [%]
0	0,00	0,000	0,00	0,00
0,134	67,00	0,105	5,19	0,21
0,1005	50,25	0,210	3,90	0,42
0,3685	184,25	0,315	14,28	0,63
0,5695	284,75	0,420	22,07	0,84
0,804	402,00	0,524	31,16	1,05
1,005	502,50	0,629	38,95	1,26
1,273	636,50	0,734	49,34	1,47
1,541	770,50	0,839	59,73	1,68
1,742	871,00	0,944	67,52	1,89
2,077	1038,50	1,049	80,50	2,10
2,211	1105,50	1,154	85,70	2,31
2,3785	1189,25	1,259	92,19	2,52
2,5125	1256,25	1,363	97,38	2,73
2,613	1306,50	1,468	101,28	2,94
2,747	1373,50	1,573	106,47	3,15
2,814	1407,00	1,678	109,07	3,36
2,948	1474,00	1,783	114,26	3,57
3,149	1574,50	2,098	122,05	4,20
0,1005	50,25	2,150	3,90	4,30



Aluminio Fundido con Arena Nueva				
Desgasificante		Argón		
Lo	50	mm	Escala 10 voltios = 5000kgf	
Área	1,27E-04	m ²		
Deformación T	2,45	mm	Fmax [kgf]	1541,00
Probeta 2				
Voltios Y	Fuerza [Kgf]	Lf [mm]	Esfuerzo σ [MPas]	Elongación ϵ [%]
0	0,00	0,000	0,00	0,00
0,1005	50,25	0,140	3,90	0,28
0,3685	184,25	0,280	14,28	0,56
0,469	234,50	0,420	18,18	0,84
0,737	368,50	0,560	28,57	1,12
0,938	469,00	0,700	36,36	1,40
1,1055	552,75	0,840	42,85	1,68
1,273	636,50	0,980	49,34	1,96
1,474	737,00	1,120	57,13	2,24
1,608	804,00	1,260	62,32	2,52
1,809	904,50	1,400	70,12	2,80
1,9765	988,25	1,540	76,61	3,08
2,1775	1088,75	1,680	84,40	3,36
2,345	1172,50	1,820	90,89	3,64
2,5125	1256,25	1,960	97,38	3,92
2,68	1340,00	2,100	103,87	4,20
2,881	1440,50	2,240	111,66	4,48
3,082	1541,00	2,380	119,46	4,76
0,335	167,50	2,394	12,98	4,79
0	0,00	2,450	0,00	4,90



Aluminio Fundido con Arena Nueva				
Desgasificante		Argón		
Lo	50	mm	Escala 10 voltios = 5000kgf	
Área	1,27E-04	m ²		
Deformación T	2,3	mm	Fmax [kgf]	1139,00
Probeta 3				
Voltios Y	Fuerza [Kgf]	Lf [mm]	Esfuerzo σ [MPas]	Elongación ϵ [%]
0	0,00	0,000	0,00	0,00
0,268	134,00	0,184	10,39	0,37
0,3015	150,75	0,368	11,69	0,74
0,536	268,00	0,552	20,77	1,10
0,9045	452,25	0,736	35,06	1,47
1,139	569,50	0,920	44,15	1,84
1,407	703,50	1,104	54,53	2,21
1,6415	820,75	1,288	63,62	2,58
1,809	904,50	1,472	70,12	2,94
1,943	971,50	1,656	75,31	3,31
2,01	1005,00	1,840	77,91	3,68
2,1775	1088,75	2,024	84,40	4,05
2,278	1139,00	2,116	88,29	4,23
1,34	670,00	2,208	51,94	4,42
0,134	67,00	2,300	5,19	4,60



Aluminio Fundido con Arena Nueva				
Desgasificante		Argón		
Lo	50	mm	Escala 10 voltios = 5000kgf	
Área	1,27E-04	m2		
Deformación T	2,4	mm	Fmax [kgf]	1139,00
Probeta 4				
Voltios Y	Fuerza [Kgf]	Lf [mm]	Esfuerzo σ [MPas]	Elongación ϵ [%]
0	0,00	0,000	0,00	0,00
0,1005	50,25	0,166	3,90	0,33
0,335	167,50	0,331	12,98	0,66
0,469	234,50	0,497	18,18	0,99
0,7035	351,75	0,662	27,27	1,32
0,938	469,00	0,828	36,36	1,66
1,139	569,50	0,993	44,15	1,99
1,3601	680,05	1,159	52,72	2,32
1,5075	753,75	1,324	58,43	2,65
1,675	837,50	1,490	64,92	2,98
1,809	904,50	1,655	70,12	3,31
1,943	971,50	1,821	75,31	3,64
2,077	1038,50	1,986	80,50	3,97
2,144	1072,00	2,152	83,10	4,30
2,278	1139,00	2,317	88,29	4,63
1,005	502,50	2,359	38,95	4,72
0,1675	83,75	2,400	6,49	4,80



Aluminio Fundido con Arena Nueva				
Desgasificante		Argón		
Lo	50	mm	Escala 10 voltios = 5000kgf	
Área	1,27E-04	m2		
Deformación T	2,7	mm	Fmax [kgf]	1574,50
Probeta 5				
Voltios Y	Fuerza [Kgf]	Lf [mm]	Esfuerzo σ [MPas]	Elongación ϵ [%]
0	0,00	0,000	0,00	0,00
0,201	100,50	0,146	7,79	0,29
0,469	234,50	0,292	18,18	0,58
0,603	301,50	0,438	23,37	0,88
0,8375	418,75	0,584	32,46	1,17
1,072	536,00	0,730	41,55	1,46
1,34	670,00	0,876	51,94	1,75
1,474	737,00	1,022	57,13	2,04
1,7085	854,25	1,168	66,22	2,34
1,876	938,00	1,314	72,71	2,63
2,077	1038,50	1,459	80,50	2,92
2,278	1139,00	1,605	88,29	3,21
2,412	1206,00	1,751	93,49	3,50
2,613	1306,50	1,897	101,28	3,79
2,814	1407,00	2,043	109,07	4,09
2,9145	1457,25	2,189	112,96	4,38
3,015	1507,50	2,335	116,86	4,67
3,149	1574,50	2,481	122,05	4,96
1,005	502,50	2,627	38,95	5,25
0,201	100,50	2,664	7,79	5,33
0	0,00	2,700	0,00	5,40



Aluminio Fundido con Arena Nueva				
Desgasificante		Argón		
Lo	50	mm	Escala 10 voltios = 5000kgf	
Área	1,27E-04	m ²		
Deformación T	2,6	mm	Fmax [kgf]	1407,00
Probeta 6				
Voltios Y	Fuerza [Kgf]	Lf [mm]	Esfuerzo σ [MPas]	Elongación ϵ [%]
0	0,00	0,000	0,00	0,00
0,1675	83,75	0,151	6,49	0,30
0,402	201,00	0,301	15,58	0,60
0,603	301,50	0,452	23,37	0,90
0,871	435,50	0,603	33,76	1,21
1,072	536,00	0,754	41,55	1,51
1,3735	686,75	0,904	53,24	1,81
1,3802	690,10	1,055	53,50	2,11
1,5075	753,75	1,130	58,43	2,26
1,6415	820,75	1,206	63,62	2,41
2,144	1072,00	1,507	83,10	3,01
2,278	1139,00	1,658	88,29	3,32
2,345	1172,50	1,809	90,89	3,62
2,479	1239,50	1,959	96,08	3,92
2,5795	1289,75	2,110	99,98	4,22
2,6465	1323,25	2,261	102,58	4,52
2,68	1340,00	2,412	103,87	4,82
2,814	1407,00	2,562	109,07	5,12
0	0,00	2,600	0,00	5,20



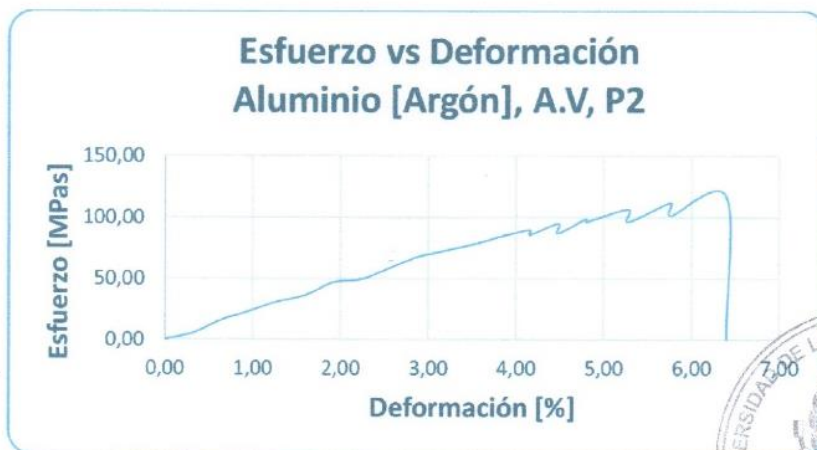
Aluminio Fundido con Arena Nueva				
Desgasificante		Argón		
Lo	50	mm	Escala 10 voltios = 5000kgf	
Área	1,27E-04	m ²		
Deformación T	3,1	mm	Fmax [kgf]	1072,00
Probeta 7				
Voltios Y	Fuerza [Kgf]	Lf [mm]	Esfuerzo σ [MPas]	Elongación ϵ [%]
0	0,00	0,000	0,00	0,00
0,067	33,50	0,065	2,60	0,13
0,201	100,50	0,129	7,79	0,26
0,335	167,50	0,258	12,98	0,52
0,5025	251,25	0,517	19,48	1,03
0,737	368,50	0,775	28,57	1,55
0,938	469,00	1,033	36,36	2,07
1,206	603,00	1,292	46,74	2,58
1,407	703,50	1,550	54,53	3,10
1,608	804,00	1,808	62,32	3,62
1,809	904,50	2,067	70,12	4,13
1,943	971,50	2,325	75,31	4,65
2,0435	1021,75	2,583	79,20	5,17
2,144	1072,00	2,842	83,10	5,68
1,943	971,50	2,906	75,31	5,81
1,005	502,50	2,971	38,95	5,94
0	0,00	3,100	0,00	6,20



Aluminio Fundido con Arena Usada				
Desgasificante		Argón		
Lo	50	mm	Escala 10 voltios = 5000kgf	
Área	1,27E-04	m2		
Deformación T	1,95	mm	Fmax [kgf]	1340,00
Probeta 1				
Voltios Y	Fuerza [Kgf]	Lf [mm]	Esfuerzo σ [MPas]	Elongación ϵ [%]
0	0,00	0,000	0,00	0,00
0,2345	117,25	0,129	9,09	0,26
0,402	201,00	0,258	15,58	0,52
0,603	301,50	0,387	23,37	0,77
0,737	368,50	0,517	28,57	1,03
0,9045	452,25	0,646	35,06	1,29
1,139	569,50	0,775	44,15	1,55
1,3735	686,75	0,904	53,24	1,81
1,5745	787,25	1,033	61,03	2,07
1,742	871,00	1,162	67,52	2,32
1,9765	988,25	1,291	76,61	2,58
2,01	1005,00	1,421	77,91	2,84
2,1105	1055,25	1,485	81,80	2,97
2,211	1105,50	1,550	85,70	3,10
2,412	1206,00	1,679	93,49	3,36
2,5795	1289,75	1,808	99,98	3,62
2,6465	1323,25	1,873	102,58	3,75
2,68	1340,00	1,937	103,87	3,87
0,67	335,00	1,937	25,97	3,87
0	0,00	1,950	0,00	3,90



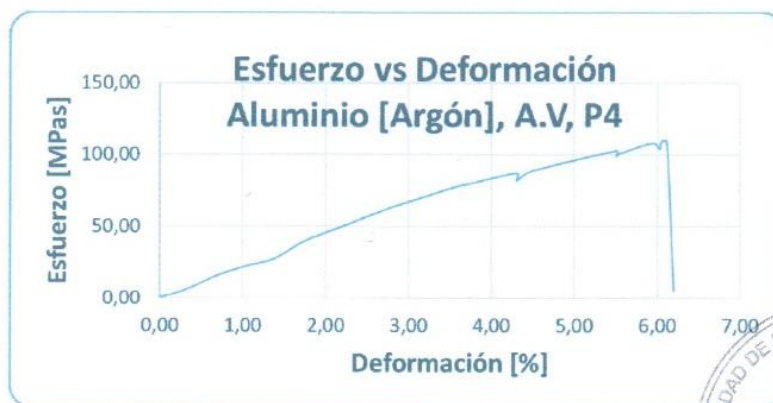
Aluminio Fundido con Arena Usada				
Desgasificante		Argón		
Lo	50	mm	Escala 10 voltios = 5000kgf	
Área	1,27E-04	m2		
Deformación T	3,2	mm	Fmax [kgf]	1507,50
Probeta 2				
Voltios Y	Fuerza [Kgf]	Lf [mm]	Esfuerzo σ [MPas]	Elongación ϵ [%]
0	0,00	0,000	0,00	0,00
0,134	67,00	0,160	5,19	0,32
0,402	201,00	0,320	15,58	0,64
0,603	301,50	0,480	23,37	0,96
0,804	402,00	0,640	31,16	1,28
0,938	469,00	0,800	36,36	1,60
1,206	603,00	0,960	46,74	1,92
1,273	636,50	1,120	49,34	2,24
1,5075	753,75	1,280	58,43	2,56
1,742	871,00	1,440	67,52	2,88
1,876	938,00	1,600	72,71	3,20
2,01	1005,00	1,760	77,91	3,52
2,1775	1088,75	1,920	84,40	3,84
2,3115	1155,75	2,080	89,59	4,16
2,211	1105,50	2,080	85,70	4,16
2,4455	1222,75	2,240	94,79	4,48
2,2445	1122,25	2,240	86,99	4,48
2,546	1273,00	2,400	98,68	4,80
2,479	1239,50	2,400	96,08	4,80
2,747	1373,50	2,640	106,47	5,28
2,479	1239,50	2,640	96,08	5,28
2,881	1440,50	2,880	111,66	5,76
2,613	1306,50	2,880	101,28	5,76
3,015	1507,50	3,200	116,86	6,40
0	0,00	3,200	0,00	6,40



Aluminio Fundido con Arena Usada				
Desgasificante		Argón		
Lo	50	mm	Escala 10 voltios = 5000kgf	
Área	1,27E-04	m2		
Deformación T	2,8	mm	Fmax [kgf]	1239,50
Probeta 3				
Voltios Y	Fuerza [Kgf]	Lf [mm]	Esfuerzo σ [MPas]	Elongación ϵ [%]
0	0,00	0,000	0,00	0,00
0,1675	83,75	0,181	6,49	0,36
0,402	201,00	0,361	15,58	0,72
0,536	268,00	0,542	20,77	1,08
0,737	368,50	0,723	28,57	1,45
0,9045	452,25	0,903	35,06	1,81
1,139	569,50	1,084	44,15	2,17
1,34	670,00	1,265	51,94	2,53
1,5745	787,25	1,445	61,03	2,89
1,7085	854,25	1,626	66,22	3,25
1,8425	921,25	1,806	71,41	3,61
2,01	1005,00	1,987	77,91	3,97
2,144	1072,00	2,168	83,10	4,34
2,2445	1122,25	2,348	86,99	4,70
2,345	1172,50	2,529	90,89	5,06
2,479	1239,50	2,710	96,08	5,42
2,278	1139,00	2,755	88,29	5,51
0,938	469,00	2,800	36,36	5,60



Aluminio Fundido con Arena Usada				
Desgasificante		Argón		
Lo	50	mm	Escala 10 voltios = 5000kgf	
Área	1,27E-04	m2		
Deformación T	3,1	mm	Fmax [kgf]	1407,00
Probeta 4				
Voltios Y	Fuerza [Kgf]	Lf [mm]	Esfuerzo σ [MPas]	Elongación ϵ [%]
0	0,00	0,000	0,00	0,00
0,1675	83,75	0,172	6,49	0,34
0,402	201,00	0,344	15,58	0,69
0,5695	284,75	0,517	22,07	1,03
0,7035	351,75	0,689	27,27	1,38
1,005	502,50	0,861	38,95	1,72
1,206	603,00	1,033	46,74	2,07
1,407	703,50	1,206	54,53	2,41
1,608	804,00	1,378	62,32	2,76
1,7755	887,75	1,550	68,82	3,10
1,943	971,50	1,722	75,31	3,44
2,077	1038,50	1,894	80,50	3,79
2,2445	1122,25	2,153	86,99	4,31
2,1105	1055,25	2,153	81,80	4,31
2,278	1139,00	2,239	88,29	4,48
2,6465	1323,25	2,756	102,58	5,51
2,546	1273,00	2,756	98,68	5,51
2,5795	1289,75	2,756	99,98	5,51
2,7805	1390,25	2,971	107,77	5,94
2,68	1340,00	3,014	103,87	6,03
2,8006	1400,30	3,023	108,55	6,05
2,814	1407,00	3,057	109,07	6,11
0,134	67,00	3,100	5,19	6,20



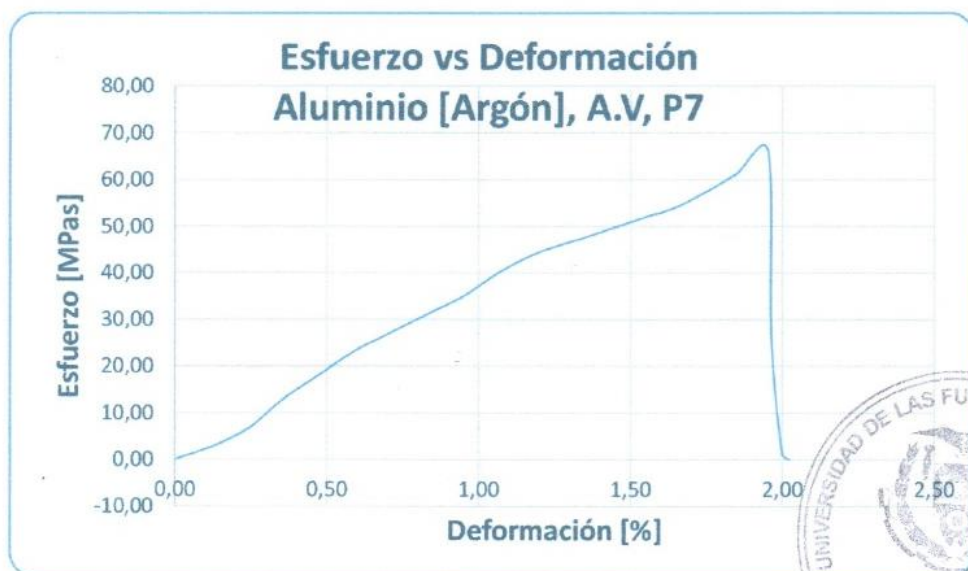
Aluminio Fundido con Arena Usada				
Desgasificante		Argón		
Lo	50	mm	Escala 10 voltios = 5000kgf	
Área	1,27E-04	m2		
Deformación T	3,25	mm	Fmax [kgf]	1407,00
Probeta 5				
Voltios Y	Fuerza [Kgf]	Lf [mm]	Esfuerzo σ [MPas]	Elongación ϵ [%]
0	0,00	0,000	0,00	0,00
0,1005	50,25	0,186	3,90	0,37
0,402	201,00	0,371	15,58	0,74
0,6365	318,25	0,557	24,67	1,11
0,871	435,50	0,743	33,76	1,49
1,072	536,00	0,929	41,55	1,86
1,273	636,50	1,114	49,34	2,23
1,407	703,50	1,300	54,53	2,60
1,608	804,00	1,486	62,32	2,97
1,742	871,00	1,671	67,52	3,34
1,943	971,50	1,857	75,31	3,71
2,077	1038,50	2,043	80,50	4,09
2,211	1105,50	2,229	85,70	4,46
2,345	1172,50	2,414	90,89	4,83
2,479	1239,50	2,600	96,08	5,20
2,5795	1289,75	2,786	99,98	5,57
2,68	1340,00	2,971	103,87	5,94
2,814	1407,00	3,204	109,07	6,41
1,675	837,50	3,250	64,92	6,50



Aluminio Fundido con Arena Usada				
Desgasificante		Argón		
Lo	50	mm	Escala 10 voltios = 5000kgf	
Área	1,27E-04	m ²		
Deformación T	3,5	mm	Fmax [kgf]	1507,50
Probeta 6				
Voltios Y	Fuerza [Kgf]	Lf [mm]	Esfuerzo σ [MPas]	Elongación ϵ [%]
0	0,00	0,000	0,00	0,00
0,134	67,00	0,173	5,19	0,35
0,402	201,00	0,346	15,58	0,69
0,536	268,00	0,519	20,77	1,04
0,737	368,50	0,691	28,57	1,38
0,9045	452,25	0,864	35,06	1,73
1,139	569,50	1,037	44,15	2,07
1,34	670,00	1,210	51,94	2,42
1,541	770,50	1,383	59,73	2,77
1,7085	854,25	1,556	66,22	3,11
1,8425	921,25	1,728	71,41	3,46
2,01	1005,00	1,901	77,91	3,80
2,144	1072,00	2,074	83,10	4,15
2,479	1239,50	2,506	96,08	5,01
2,747	1373,50	2,938	106,47	5,88
2,814	1407,00	3,111	109,07	6,22
2,948	1474,00	3,284	114,26	6,57
3,015	1507,50	3,370	116,86	6,74
1,675	837,50	3,414	64,92	6,83
0,335	167,50	3,457	12,98	6,91
0	0,00	3,500	0,00	7,00



Aluminio Fundido con Arena Nueva				
Desgasificante		Argón		
Lo	50	mm	Escala 10 voltios = 5000kgf	
Área	1,27E-04	m ²		
Deformación T	1	mm	Fmax [kgf]	854,25
Probeta 7				
Voltios Y	Fuerza [Kgf]	Lf [mm]	Esfuerzo σ [MPas]	Elongación ϵ [%]
0	0,00	0,000	0,00	0,00
0,067	33,50	0,060	2,60	0,12
0,1675	83,75	0,119	6,49	0,24
0,335	167,50	0,179	12,98	0,36
0,469	234,50	0,238	18,18	0,48
0,603	301,50	0,298	23,37	0,60
0,7035	351,75	0,357	27,27	0,71
0,804	402,00	0,417	31,16	0,83
0,9045	452,25	0,476	35,06	0,95
1,0385	519,25	0,536	40,25	1,07
1,139	569,50	0,595	44,15	1,19
1,206	603,00	0,655	46,74	1,31
1,273	636,50	0,714	49,34	1,43
1,34	670,00	0,774	51,94	1,55
1,407	703,50	0,833	54,53	1,67
1,5745	787,25	0,923	61,03	1,85
1,7085	854,25	0,976	66,22	1,95
0,67	335,00	0,982	25,97	1,96
0,0335	16,75	1,000	1,30	2,00
0	0,00	1,012	0,00	2,02



Anexos 6: Catálogo de ALACER MAS de aluminio 6060

ALACER MAS

-6060- (ALUMINIO – MAGNESIO – SILICIO)

COMPOSICIÓN QUÍMICA

%	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Zn	Ti	Otros elementos	Al
Mínimo	0,30	0,10			0,35				Total	
Máximo	0,60	0,30	0,10	0,10	0,60	0,05	0,15	0,20	0,15	El resto

PROPIEDADES MECÁNICAS TÍPICAS (a temperatura ambiente de 20°C)

Estado	Características a la tracción					
	Carga de rotura Rm N/mm ²	Límite elástico Rp 0,2 N/mm ²	Alargamiento A 5,65%	Límite a la frida N/mm ²	Resistencia a la cohesión T N/mm ²	Dureza (Brinell (15))
0	100	50	27	110	70	25
T1	150	90	25		95	45
T4	160	90	20		105	50
T5	220	185	13	160	140	75
T6	245	215	13	160	150	85

PROPIEDADES FÍSICAS TÍPICAS (a temperatura ambiente de 20°C)

Módulo elástico N/mm ²	Peso específico g/cm ³	Intervalo de fusión °C	Coefficiente de dilatación lineal 1/110 °K	Conductividad térmica W/m K	Resistividad eléctrica a 20°C - µΩ cm	Conductividad eléctrica % IACS	Potencial de disolución V
69,500	2,70	610-655	23,4	T1-195 T5-209	T1-3,5 T5-3,2	T1-49,5 T5-54	-0,8

APTITUDES TECNOLÓGICAS

SOLDADURA

A la llama	
Al arco bajo gas argón	
Por resistencia eléctrica	
Braseado	

MECANIZACIÓN

Fragmentación de la viruta	Estado: T5	Estado: T6
Brillo de superficie		

COMPORTAMIENTO NATURAL

En ambiente rural	
En ambiente industrial	
En ambiente marino	
En agua de mar	

RECUBRIMIENTO

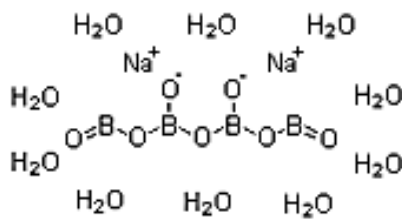

Lacado	
Galvanizado	
Niquel químico	

ANODIZADO

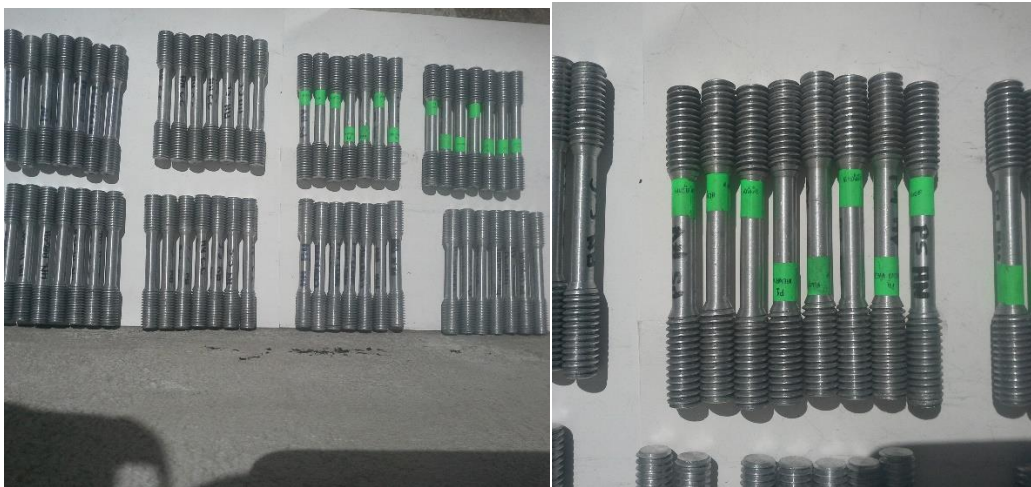
De protección	
Decorativo	
Anodizado duro	



Anexos 7: Ficha Técnica del Borax

DATOS DE IDENTIFICACIÓN	
Nombre químico (IUPAC): Tetraborato de disodio decahidratado	No. CAS: 1303-96-4
Sinónimos: Antipyonin; Boraat; Borascu; Borax Decahidratado; Ácido bórico, sal disódica, decahidratado; Boricin, Óxido de boro sodio; Bura; Jaikin; Polybor; Tetraborato de sodio decahidratado; Solubor	
Nombre comercial, Formulación (%), Presentación: Para uso Urbano: Prescription Treatment Brand 388b Advance Cebo Gel Para Hormigas, 5.400, Cebo Insecticida en Gel; Prescription Treatment Brand 381b Advance Cebo Líquido Par Hormigas, 1.300, Líquido; Sure 40, 40.000, Pasta Para uso Doméstico: Cucarachicida Exterminador, 40.000, Cebo Insecticida en pasta Para uso en Jardinería: Ácido Bórico, 99.900, Polvo Técnico	
Estructura química: 	Fórmula química: B ₄ H ₂₀ Na ₂ O ₁₇ Peso molecular: 381.373
Tipo de plaguicida: Insecticida	Clasificación: Sal inorgánica
Uso: Doméstico, urbano y de jardinería	
Presentaciones comerciales: <u>Doméstico:</u> Para el control de cucarachas: como cebo insecticida en pasta en equivalentes en gramos de ingrediente activo (I.A./kg o L) de: 400. <u>Jardinería:</u> Para uso exclusivo en plantas formuladoras de plaguicidas agrícolas: como polvo técnico en equivalentes en gramos de ingrediente activo (I.A./kg o L) de: 999. <u>Urbano:</u> Para uso exclusivo de aplicadores de plaguicidas para el control de cucarachas y hormigas: como cebo insecticida en gel en equivalentes en gramos de ingrediente activo (I.A./kg o L) de: 54; como líquido en equivalentes en gramos de ingrediente activo (I.A./kg o l) de: 16.1 y como pasta en equivalentes en gramos de ingrediente activo (I.A./kg o l) de: 400.	
PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS	
Cristales de color blanco, sin olor pero con sabor alcalino. Su punto de fusión es igual a 75 °C (temperatura a la que se descompone). Tiene una densidad igual a 1.73 g/cm ³ . Su solubilidad en agua es igual a 5.93x10 ⁴ mg/L a 25°C. Es insoluble en ácidos. Sus soluciones no representan peligro de corrosión para metales ferrosos.	
PELIGROSIDAD	
	Salud (Azul): 2 - Una exposición intensa o continua (pero no crónica) podría causar incapacidad temporal o posibles lesiones residuales, a menos de que se proporcione un rápido tratamiento médico. Inflamabilidad (Rojo): 0 - Materiales que no se incendiarán. Riesgo de Explosión (Amarillo): 1 - Normalmente estable, pero puede volverse inestable a temperaturas y presiones elevadas o puede reaccionar con el agua con cierta liberación de energía, pero no violentamente.
DESTINO EN EL AMBIENTE	
Persistencia: Altamente persistente (hasta 2 años)	
Se encuentra de forma natural en el ambiente, contenido en depósitos de lagos salados del período Terciario de la era Cenozoica y formando parte de minerales como la Kernita, Colemanita, Ulexita y Tincal. En suelo puede persistir por 1 año o más dependiendo del tipo y del régimen de lluvias al que esté sujeto. Su persistencia es más baja en suelos ácidos	

Anexos 8: Imágenes de Ensayos a Tracción



Anexos 9: Imágenes de Ensayos de Metalografía

