

# TABLA DE CONTENIDO

1	Introducción .....	1
1.1	Motivación.....	1
1.2	Objetivos.....	1
1.2.1	Objetivo General .....	1
1.2.2	Objetivos Específicos .....	2
1.3	Alcances.....	2
2	Metodología .....	3
2.1	Obtención Base de Datos .....	4
2.2	Estudio de Flota .....	4
2.3	Tratamiento de Datos.....	4
2.4	Subdividir Población en Grupos Homogéneos .....	4
2.5	Entrenar Clasificador .....	4
2.6	Distribución de Tiempo de Falla .....	5
2.7	Modelamiento de la confiabilidad en cada sub población .....	5
2.8	Análisis de Resultado y Conclusiones .....	5
3	Antecedentes y Discusión Bibliográfica .....	6
3.1	Flota de Estudio: Camiones para la gran minería.....	6
3.1.1	Introducción .....	6
3.1.2	Motor QSK.....	6
3.1.3	El análisis de Aceite .....	7
3.2	Agrupación de datos en Clústers K-MEANS ++ .....	9
3.2.1	k-means y k-means++ .....	9
3.2.2	Definiciones .....	10
3.2.3	Algoritmo k-means.....	10
3.2.4	Algoritmo k-means++ .....	11
3.2.5	Silhouette Score .....	11
3.3	Clasificador Multi Capas .....	12
3.3.1	Descripción.....	12
3.3.2	Evaluación de Resultados.....	14
3.4	Confiabilidad por Clúster .....	15
3.4.1	Distribuciones sobre tiempos de falla.....	15
3.4.2	P-valor .....	15

3.5	Optimización de Plan de Mantenimiento de cada Clúster.....	15
4	Resultados.....	17
4.1	Base de datos.....	17
4.2	Clúster.....	19
4.3	Clasificador.....	20
4.4	Descripción de Subgrupos.....	22
4.5	Plan de Mantenimiento.....	27
5	Análisis de Resultados.....	28
6	Conclusiones.....	31
7	Bibliografía.....	32
ANEXOS.....		33
	Anexo A Código Primera Etapa Tratamiento de Datos.....	33
	Anexo B Código Segunda Etapa Tratamiento de Datos.....	38
	Anexo C Código Cluster.....	43
	Anexo D Multilayer Perceptron.....	46

## Índice de Tablas

Tabla 3-1 Criterios seguridad por elemento según resultados de análisis de aceite .....	8
Tabla 4-1 Evaluación Clasificador MLP.....	21
Tabla 4-2 Características Subgrupo Fe y Cu .....	22
Tabla 4-3 Características Subgrupo Ni y Sn.....	22
Tabla 4-4 Características Subgrupo Al y Si .....	23
Tabla 4-5 Características Subgrupo Pb y Cr .....	23
Tabla 4-6 Características Subgrupo Na y K .....	24
Tabla 4-7 Características Subgrupo B y Ag.....	24
Tabla 4-8 Características Subgrupo Horas .....	25
Tabla 4-9 Ajuste distribución Normal .....	25
Tabla 4-10 Ajuste distribución Lognormal .....	25
Tabla 4-11 Ajuste distribución Weibull.....	25
Tabla 4-12 MTTF por Clúster .....	26
Tabla 4-13 Resultados Confiabilidad a 18000 y 16721 horas .....	27
Tabla 4-14 Resultados tiempo óptimo por Clúster .....	27

# Índice de Figuras

Figura 2-1 Metodología empleada en el trabajo .....	3
Figura 3-1 Neurona Artificial .....	12
Figura 3-2 Arquitectura MLP con una capa oculta (adaptada [6]) .....	13
Figura 3-3 Ejemplo Matriz de Confusión.....	14
Figura 4-1 Resultados Clúster ordenados por Clase .....	19
Figura 4-2 Silhouette Score .....	20
Figura 4-3 Matriz de Confusión.....	21
Figura 4-4 Distribuciones de Probabilidad.....	26