



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

FACULTAD DE CIENCIAS

ESCUELA DE FÍSICA Y MATEMÁTICA

INGENIERÍA EN ESTADÍSTICA INFORMÁTICA

“ESTUDIO ESTADÍSTICO DE LA CALIDAD DEL AGUA PARA CONSUMO DOMESTICO EN SUS CARACTERÍSTICAS: FÍSICAS, QUÍMICAS Y BACTERIOLÓGICAS EN EL SECTOR RURAL DEL CANTÓN GUAMOTE DE LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO”

TESIS DE GRADO

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE

INGENIERA EN ESTADÍSTICA INFORMÁTICA

PRESENTADO POR:

NANCY ELIZABETH CHARIGUAMÁN MAURESACA

RIOBAMBA — ECUADOR

Julio-2011

AGRADECIMIENTO

A Dios por la oportunidad de estar en este mundo y superarme a cada día.

A la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Escuela de Física y Matemática, carrera de Ingeniería en Estadística Informática por cumplir la gran responsabilidad de mantener y mejorar el liderazgo en la educación superior a través del mejoramiento continuo de la calidad de los servicios, por su apertura y apoyo a los estudiantes.

De manera muy especial quiero agradecer a las personas quienes me apoyaron en el desarrollo de este trabajo; al Dr. Richard Pachacama Director de mi Tesis y Mat. Marcelo Cortez Colaborador de mi Tesis por su valiosa colaboración y asesoramiento.

A mis maestros por los conocimientos brindados con dedicación durante mi carrera, y a todas las personas que de una u otra manera colaboraron desinteresadamente para llevar a cabo la culminación de este trabajo de investigación.

Nancy Chariguamán

DEDICATORIA

El presente trabajo va dedicado a Dios que me ha acompañado, me ha guiado por el camino correcto y por siempre mantener en mí; viva la fe y la esperanza. A toda mi familia, por darme la oportunidad de terminar con éxito un ciclo más de mi vida, gracias a su amor y apoyo quienes han hecho posible la realización de mis grandes sueños.

A mis padres Emilio y Livia por darme la vida; a mis hermanas Livia, Jenny y Emily por ser fuente de mi inspiración y juntos compartir la alegría de vivir. Y por último pero no menos importante a Rodrigo Guillermo por ser el ejemplo en mi vida y en los momentos difíciles has sido mi luz, mi fuerza y mi consuelo, para ti todo mi amor.

Nancy Chariguamán

NOMBRE	FIRMA	FECHA
Dra. Yolanda Días DECANA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS
Dr. Richard Pachacama DIRECTOR DE LA ESCUELA FIMA
Dr. Richard Pachacama DIRECTOR DE TESIS
Mat. Marcelo Cortez COLABORADOR DE TESIS
Tec. Carlos Rodríguez DIRECTOR DEL CENTRO DE DOCUMENTACIÓN

Yo, Nancy Elizabeth Chariguamán Maurisaca, soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta Tesis; y el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado, pertenece a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

NANCY ELIZABETH CHARIGUAMÁN MAURISACA

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTO	2
----------------------	---

DEDICATORIA.....	3
HOJA DE RESPONSABILIDAD.....	5
ÍNDICE DE TABLAS	9
ÍNDICE DE CUADROS.....	10
ÍNDICE DE GRÁFICOS	11
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS	13
ÍNDICE DE ANEXOS.....	15
INTRODUCCIÓN	16
ANTECEDENTES.....	17
JUSTIFICACIÓN	22
OBJETIVOS.....	23
CAPÍTULO I.....	24
1. MARCO TEÓRICO	25
1.1 ENFERMEDADES TRANSMITIDAS POR EL AGUA.....	25
1.2 CICLO DE CONTAMINACIÓN.....	26
1.3 CARACTERÍSTICAS DEL AGUA POTABLE	27
1.4 CARACTERIZACIÓN DEL AGUA PARA CONSUMO DOMÉSTICO	27
1.4.1 <i>Parámetros Físicos de la calidad del Agua</i>	28
1.4.1.1 pH	28
1.4.1.2 Color	30
1.4.1.3 Turbiedad.....	31
1.4.1.4 Temperatura.....	32
1.4.1.5 Solidos Totales Disueltos	32
1.4.1.6 Conductividad.....	33
1.4.2 <i>Parámetros Químicos de la calidad del Agua</i>	33
1.4.2.1 Hierro Total	33
1.4.2.2 Manganeseo.....	34
1.4.2.3 Amoníaco.....	35
1.4.2.4 Nitratos	36
1.4.2.5 Nitritos.....	37
1.4.2.6 Sulfatos	38
1.4.2.7 Flúor	38
1.4.2.8 Fosfatos.....	38
1.4.2.9 Cloro residual	39
1.4.3 <i>Características Bacteriológicas de la calidad del Agua</i>	39
1.4.3.1 Coliformes Totales	40
1.4.3.2 Coliformes Fecales	40
1.5 ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA ICAD.....	40
1.6 NORMA NTE-INEN-1108 AGUA POTABLE - REQUISITOS	42
1.6.1 <i>Efectos a la Salud de los Contaminantes presentes en el Agua</i>	44
1.6.2 <i>Relación del Agua, el Saneamiento y la Higiene con la Salud</i>	46
1.6.2.1 Diarrea	46
1.6.2.2 Paludismo	46
1.6.2.3 Esquistosomiasis.....	47
1.6.2.4 Encefalitis japonesa	48

1.6.2.5	Hepatitis A.....	48
1.6.2.6	Arsénico.....	48
1.6.2.7	Fluorosis	49
1.6.2.8	Agua, medios sanitarios.....	49
1.6.3	<i>Agua Necesaria Para Producir Alimentos y Vestido</i>	50
1.6.4	<i>Que sucede con la basura que arrojamos a los ríos</i>	51
1.6.4.1	Aluminio.....	51
1.6.4.2	Vidrio.....	52
1.6.4.3	Plástico.....	52
1.6.4.4	Las Pilas.....	53
1.7	DESCRIPCIÓN GENERAL DEL CANTÓN GUAMOTE	54
1.7.1	<i>Historia</i>	55
1.7.2	<i>Parroquia Palmira</i>	56
1.7.3	<i>Parroquia Cebadas</i>	57
1.8	ESTADÍSTICA.....	58
1.8.1	<i>Introducción</i>	58
1.8.2	<i>Medidas de Tendencia Central</i>	61
1.8.3	<i>Medidas de Dispersión</i>	66
1.8.4	<i>Estudio de la Normalidad de los Datos</i>	70
1.8.4.1	Métodos gráficos	71
1.8.4.2	Contrastes de Hipótesis	72
1.8.5	<i>Datos Atípicos (OUTLIERS)</i>	74
1.8.5.1	Tipos de outliers	74
1.8.5.2	Identificación de outliers	75
1.8.6	<i>Distribución Normal</i>	76
1.8.7	<i>Promedios Móviles y Métodos de Suavizamiento</i>	80
1.8.7.1	Método Informal.....	81
1.8.7.2	Método de Promedio	82
1.8.7.3	Métodos de Suavizamiento.....	82
1.8.7.4	Medición del error del Pronóstico	83
CAPÍTULO II		85
2. PARTE EXPERIMENTAL		86
2.1	LUGAR DE INVESTIGACIÓN	86
2.2	MATERIALES Y EQUIPOS	86
2.2.1	<i>Materiales:</i>	86
2.2.2	<i>Materiales de Laboratorio:</i>	86
2.3	MÉTODOS	87
2.3.1	<i>Volumen de la muestra</i>	88
2.3.2	<i>Número de muestras a determinar</i>	88
2.3.3	<i>Muestreo de Aguas</i>	89
2.3.4	<i>Generalmente se recurre a muestreos puntuales cuando:</i>	89
2.3.5	<i>Modificaciones que puede sufrir la muestra de agua durante el muestreo....</i>	90
CAPÍTULO III.....		91
3. RESULTADOS Y DISCUSIONES		92
3.1	CARACTERÍSTICAS DEL AGUA PARA CONSUMO DOMÉSTICO	92
3.1.1	<i>Recolección de las muestras de Agua</i>	92
3.2	CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DEL AGUA	93
3.2.1	<i>Nivel del pH y la norma NTE-INEN-1108</i>	93
3.2.1.1	Prueba de Normalidad del nivel de pH.....	93

3.2.1.2	Limpieza de datos Atípicos del nivel de PH.....	94
3.2.1.3	Aplicación de la Distribución Normal para el nivel de PH	98
3.2.2	<i>Nivel del Color y la norma NTE-INEN-1108.....</i>	<i>109</i>
3.2.2.1	Prueba de Normalidad del nivel del Color	109
3.2.2.2	Limpieza de datos Atípicos del nivel del Color.....	111
3.2.2.3	Aplicación de la Distribución Normal para el nivel del Color	115
3.2.3	<i>Nivel de la Turbiedad y la norma NTE-INEN-1108.....</i>	<i>120</i>
3.2.3.1	Prueba de Normalidad del nivel de la Turbiedad	120
3.2.3.2	Limpieza de datos Atípicos del nivel de la Turbiedad.....	121
3.2.3.3	Aplicación de la Distribución Normal para el nivel de la Turbiedad	124
3.2.4	<i>Nivel de la Temperatura y la norma NTE-INEN-1108</i>	<i>127</i>
3.2.4.1	Prueba de Normalidad del nivel de la Temperatura	127
3.2.4.2	Limpieza de datos Atípicos del nivel de la Temperatura.....	128
3.2.4.3	Aplicación de la Distribución Normal para el nivel de la Temperatura	131
3.2.5	<i>Sólidos Totales Disueltos y la norma NTE-INEN-1108.....</i>	<i>132</i>
3.2.5.1	Prueba de Normalidad del nivel de los Sólidos Totales Disueltos	132
3.2.5.2	Limpieza de datos Atípicos del nivel de la Temperatura.....	134
3.2.5.3	Aplicación de la Distribución Normal para los Sólidos Totales Disueltos	135
3.2.6	<i>Nivel de la Conductividad y la norma NTE-INEN-1108.....</i>	<i>137</i>
3.2.6.1	Prueba de Normalidad del nivel de la Conductividad	137
3.2.6.2	Limpieza de datos Atípicos del nivel de la Conductividad	138
3.2.6.3	Aplicación de la Distribución Normal para el nivel de la Conductividad	140
3.3	CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DEL AGUA	140
3.3.1	<i>Nivel del Hierro Total y la norma NTE-INEN-1108.....</i>	<i>140</i>
3.3.1.1	Prueba de Normalidad del nivel del Hierro Total.....	141
3.3.1.2	Limpieza de datos Atípicos del nivel del Hierro Total.....	142
3.3.1.3	Aplicación de la Distribución Normal para el nivel del Hierro Total....	143
3.3.2	<i>Nivel del Hierro Soluble y la norma NTE-INEN-1108.....</i>	<i>144</i>
3.3.2.1	Prueba de Normalidad del nivel del Hierro Soluble	144
3.3.2.2	Limpieza de datos Atípicos del nivel del Hierro Soluble	145
3.3.2.3	Aplicación de la Distribución Normal para el nivel del Hierro Soluble	147
3.3.3	<i>Nivel del Hierro Coloidal y la norma NTE-INEN-1108</i>	<i>148</i>
3.3.3.1	Prueba de Normalidad del nivel del Hierro Coloidal	148
3.3.3.2	Limpieza de datos Atípicos del nivel del Hierro Coloidal.....	149
3.3.3.3	Aplicación de la Distribución Normal para el nivel del Hierro Coloidal	151
3.3.4	<i>Nivel de Manganeseo y la norma NTE-INEN-1108.....</i>	<i>151</i>
3.3.4.1	Prueba de Normalidad del Nivel de Manganeseo	152
3.3.4.2	Limpieza de datos Atípicos del Nivel de Manganeseo.....	153
3.3.4.3	Aplicación de la Distribución Normal para el nivel del Manganeseo	154
3.3.5	<i>Nivel de Amoniaco y la norma NTE-INEN-1108.....</i>	<i>156</i>
3.3.5.1	Prueba de Normalidad del Nivel de Amoniaco	156
3.3.5.2	Limpieza de datos Atípicos del Nivel de Amoniaco	157
3.3.5.3	Aplicación de la Distribución Normal para el nivel del Amoniaco.....	159
3.3.6	<i>Nivel de Nitratos y la norma NTE-INEN-1108</i>	<i>159</i>
3.3.6.1	Prueba de Normalidad del Nivel de Nitratos	159
3.3.6.2	Limpieza de datos Atípicos del Nivel de Nitratos	161
3.3.6.3	Aplicación de la Distribución Normal para el nivel de Nitratos.....	162
3.3.7	<i>Nivel de Nitritos y la norma NTE-INEN-1108.....</i>	<i>163</i>
3.3.7.1	Prueba de Normalidad del Nivel de Nitritos.....	163
3.3.7.2	Limpieza de datos Atípicos del Nivel de Nitritos.....	165

3.3.7.3	Aplicación de la Distribución Normal para el nivel de Nitritos	166
3.3.8	<i>Nivel de Sulfatos y la norma NTE-INEN-1108</i>	167
3.3.8.1	Prueba de Normalidad del Nivel de Sulfatos.....	167
3.3.8.2	Limpieza de datos Atípicos del Nivel de Sulfatos	168
3.3.8.3	Aplicación de la Distribución Normal para el nivel de Sulfatos	170
3.3.9	<i>Nivel del Flúor y la norma NTE-INEN-1108</i>	171
3.3.9.1	Prueba de Normalidad del Nivel del Flúor	171
3.3.9.2	Limpieza de datos Atípicos del Nivel de Flúor	173
3.3.9.3	Aplicación de la Distribución Normal para el nivel de Flúor.....	174
3.3.10	<i>Nivel del Fosfato y la norma NTE-INEN-1108</i>	176
3.3.10.1	Prueba de Normalidad del nivel del Fosfato.....	176
3.3.10.2	Limpieza de datos Atípicos del nivel del Fosfato.....	177
3.3.10.3	Aplicación de la Distribución Normal para el nivel de Fosfato.....	179
3.3.11	<i>Nivel del Cloro Residual y la norma NTE-INEN-1108</i>	180
3.3.11.1	Prueba de Normalidad del nivel del Cloro Residual.....	180
3.3.11.2	Limpieza de datos Atípicos del nivel del Cloro Residual.....	182
3.3.11.3	Aplicación de la Distribución Normal para el nivel del Cloro Residual	184
3.4	CARACTERÍSTICAS BACTERIOLÓGICAS DEL AGUA.....	184
3.5	ÍNDICE DE LA CALIDAD DEL AGUA (ICAD)	186
3.5.1	<i>Prueba de Normalidad del nivel del ICAD</i>	186
3.5.2	<i>Limpieza de datos Atípicos del nivel del ICAD</i>	188
3.5.3	<i>Aplicación de Promedios Móviles del nivel del ICAD</i>	190
3.5.4	<i>Pronósticos del nivel del ICAD mensual</i>	194
CAPÍTULO IV		198
4. CONCLUSIONES		199
CAPÍTULO V		201
5. RECOMENDACIONES		202
CAPÍTULO VI.....		203
6. RESUMEN		204
SUMMARY		205
CAPÍTULO VII		206
7. BIBLIOGRAFÍA		207
ANEXOS.....		208
8. ANEXOS.....		209

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-i: Ecuaciones de Calculo Empleadas para la determinación del ICAD	41
Tabla 1-ii: Norma NTE-INEN-1108 Requisitos Agua Potable	42

Tabla 1-iii: Contaminantes Presentes en el AGUA	44
Tabla 1-iv: Cálculos Estadísticos.....	69
Tabla 1-v: Alturas en cm de personas.....	70
Tabla 3-i: Prueba de Kolmogorov-Smirnov para nivel del pH.....	93
Tabla 3-ii: Coeficientes de Variacion	98
Tabla 3-iii: Nivel del pH que no cumplen la norma NTE-INEN-1108	101
Tabla 3-iv: Nivel del pH en la matriz fuera de los límites permisibles	106
Tabla 3-v: Palmira y su nivel de pH fuera de la Norma NTE-INEN-1108	108
Tabla 3-vi: Prueba de Kolmogorov-Smirnov para nivel del Color	110
Tabla 3-vii: Medidas Descriptivas del Nivel del Color	112
Tabla 3-viii: Estadísticos Descriptivos del Nivel del Color	113
Tabla 3-ix: Nivel de Color de la parroquia Cebadas que no cumple la norma.....	117
Tabla 3-x: Matriz del Cantón Guamote nivel de color que no cumplen la norma ..	118
Tabla 3-xi: Nivel de Color de la Parroquia Palmira que no cumplen con la norma	119
Tabla 3-xii: Prueba de Kolmogorov-Smirnov para nivel de la Turbiedad	120
Tabla 3-xiii: Prueba de Kolmogorov-Smirnov para nivel de la Temperatura	127
Tabla 3-xiv: Estadísticos Descriptivos de la Temperatura	129
Tabla 3-xv: Medidas de Dispersión	130
Tabla 3-xvi: Prueba de Kolmogorov – Smirnov para nivel de Solidos Totales D	133
Tabla 3-xvii: Estadísticos Descriptivos del nivel de los Solidos Totales Disueltos	134
Tabla 3-xviii: Estadísticos descriptivos	135
Tabla 3-xix: Prueba de Kolmogorov-Smirnov para nivel de la Conductividad	137
Tabla 3-xx: Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el Hierro Total.....	141
Tabla 3-xxi: Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el Hierro Soluble.....	144
Tabla 3-xxii: Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el nivel del Hierro Coloidal ..	148
Tabla 3-xxiii: Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el nivel del Manganeseo	152
Tabla 3-xxiv: Nivel de Manganeseo que no cumplen las especificaciones	155
Tabla 3-xxv: Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el nivel de Amoniacco	156
Tabla 3-xxvi: Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el nivel de Nitratos.....	160
Tabla 3-xxvii: Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el Nivel de Nitritos.....	164
Tabla 3-xxviii: Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el nivel de Sulfatos	167
Tabla 3-xxix: Nivel de Sulfatos fuera de los límites permisibles.....	170
Tabla 3-xxx: Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el nivel de Flúor	171
Tabla 3-xxxi: Prueba de Kolmogorov-Smirnov del Cloro Libre Residual.....	180
Tabla 3-xxxii: Características bacteriológicas de las muestras de agua	184
Tabla 3-xxxiii: Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el ICAD.....	187
Tabla 3-xxxiv: Estadísticos descriptivos	189
Tabla 3-xxxv: Porcentaje de Índice de Calidad del Agua	190
Tabla 3-xxxvi: Porcentajes por días de recolección de las muestras de Agua	192
Tabla 3-xxxvii: Pronósticos de las muestras de agua recolectadas	193

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1-1: Descomposición y Contaminación de elementos que afectan al agua ..	53
Cuadro 1-2: Tabla de Frecuencias	63

Cuadro 1-3: Diagramas de cuantiles de distintos tipos de Distribuciones.....	71
Cuadro 3-1: Estadísticos del nivel del pH de las muestras de agua recolectadas.....	95
Cuadro 3-2: Medidas de Dispersión; coeficiente de asimetría y kurtosis.....	114
Cuadro 3-3: Estadísticos del Nivel de la Turbiedad	123

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Grafico 0-1: Esquema del proceso del tratamiento del agua	19
Grafico 0-2: Ciclo integral del Agua	20
Grafico 0-3: Estadísticas del Agua	20
Grafico 1-1: Porcentajes de Agua	25
Grafico 1-2: Ciclos de Contaminación	26
Grafico 1-3: Proporción de Viviendas con Agua Potable.....	50
Grafico 1-4: Agua virtual necesaria para producir alimentos y vestidos.....	50
Grafico 1-5: Porcentaje de agua que necesita el cuerpo humano	51
Grafico 1-6: Diagrama de Barras	66
Grafico 1-7: Función de Densidad de Probabilidad.....	77
Grafico 1-8: Distribución Normal.....	78
Grafico 1-9: Función de Densidad.....	79
Grafico 1-10: Función de Distribución.....	80
Grafico 2-1: Equipo de Laboratorio.....	87
Grafico 3-1: Análisis del Tratamiento del Agua.....	92
Grafico 3-2: Prueba de normalidad del nivel de pH	94
Grafico 3-3: Diagrama de Caja del nivel del PH	94
Grafico 3-4: Diagrama de Caja que determina datos Atípicos	95
Grafico 3-5: Resumen Estadístico del nivel de pH.....	97
Grafico 3-6: Nivel de pH respecto a los límites permisibles	99
Grafico 3-7: Nivel del pH que cumplen la norma NTE-INEN-1108	100
Grafico 3-8: Parroquias y su Nivel del pH respecto a la norma NTE-INEN-1108 .	100
Grafico 3-9: Nivel de pH fuera de la norma en el periodo 2009-2010.....	102
Grafico 3-10: Sistemas de Agua Potable y su nivel de pH.....	103
Grafico 3-11: Parroquia Cebadas fuera de la norma NTE-INEN-1108.....	103
Grafico 3-12: Probabilidad del Nivel del pH fuera de la norma NTE-INEN-1108.	104
Grafico 3-13: Probabilidad del nivel del pH en la Matriz	105
Grafico 3-14: Matriz y su Nivel de pH Fuera de la Norma NTE-INEN-1108	107
Grafico 3-15: Parroquia Palmira fuera de la norma NTE-INEN-1108.....	107
Grafico 3-16: Sistema de Agua Potable fuera de la Norma NTE-INEN-1108.....	109
Grafico 3-17: Prueba de Normalidad del nivel del Color	110
Grafico 3-18: Diagrama de Caja del nivel de Color presencia de atípicos.....	111
Grafico 3-19: Nivel del Color respecto a la norma NTE-INEN-1108.....	115
Grafico 3-20: Localidad del nivel del Color de las muestras de Agua recolectadas	116
Grafico 3-21: Sistema de Agua Potable del nivel de Color de las muestras de Agua	116
Grafico 3-22: Nivel de Color que no cumplen la norma NTE-INEN-1108	119
Grafico 3-23: Prueba de Normalidad para el nivel de la Turbiedad.....	121
Grafico 3-24: Diagramas de caja de la presencia de atípicos	122
Grafico 3-25: Nivel de la Turbiedad contra la norma NTE-INEN-1108.....	124

Grafico 3-26: Nivel de la Turbiedad que cumplen la norma NTE-INEN-1108	125
Grafico 3-27: Nivel de la Turbiedad fuera de los límites permisibles.....	126
Grafico 3-28: Prueba de Normalidad del parámetro Temperatura	128
Grafico 3-29: Diagrama de Caja para la Temperatura.....	129
Grafico 3-30: Nivel de la temperatura que cumplen la norma NTE-INEN-1108 ...	131
Grafico 3-31: Nivel de Temperatura que no cumplen la norma	132
Grafico 3-32: Prueba de Normalidad para el nivel de los Solidos Totales Disueltos	133
Grafico 3-33: Diagrama de Caja de los niveles de Solidos Totales Disueltos	134
Grafico 3-34: Sólidos Totales Disueltos respecto a la norma NTE-INEN-1108.....	136
Grafico 3-35: Sólidos Totales Disueltos que cumplen la norma NTE-INEN-1108	136
Grafico 3-36: Prueba de normalidad para el nivel de la Conductividad.....	138
Grafico 3-37: Diagrama de Caja del nivel de la Conductividad.....	138
Grafico 3-38: Estadísticos del nivel de la Conductividad.....	139
Grafico 3-39: Nivel de la Conductividad dentro de los límites permisibles.....	140
Grafico 3-40: Prueba de normalidad del nivel del Hierro Total	141
Grafico 3-41: Detección de datos atípicos	142
Grafico 3-42: Resumen del nivel de Hierro Total	143
Grafico 3-43: Nivel del Hierro Total dentro de los límites permisibles	143
Grafico 3-44: Nivel del Hierro Total que no cumplen la norma NTE-INEN-1108	144
Grafico 3-45: Prueba de normalidad del Hierro Soluble	145
Grafico 3-46: Detección de datos atípicos del Hierro Soluble	146
Grafico 3-47: Resumen Estadístico del Hierro Soluble.....	147
Grafico 3-48: Nivel del Hierro Soluble de las Muestras de Agua	147
Grafico 3-49: Prueba de Normalidad para Hierro Coloidal.....	149
Grafico 3-50: Diagrama de Caja del nivel del Hierro Coloidal.....	149
Grafico 3-51: Resumen Estadístico del nivel del Hierro Coloidal	150
Grafico 3-52: Nivel del Hierro Coloidal de las muestras de Agua.....	151
Grafico 3-53: Prueba de normalidad para el nivel de Manganeso.....	152
Grafico 3-54: Detección de datos Atípicos del nivel del Manganeso.....	153
Grafico 3-55: Resumen Estadístico del nivel de Manganeso	154
Grafico 3-56: Límites Permisibles que cumplen la norma NTE-INEN-1108	154
Grafico 3-57: Nivel de Manganeso que no cumplen la norma NTE-INEN-1108 ...	155
Grafico 3-58: Prueba de Normalidad para el nivel de Amoniac.....	157
Grafico 3-59: Detección de datos Atípicos en el nivel de Amoniac.....	157
Grafico 3-60: Resumen Estadístico del nivel de Amoniac	158
Grafico 3-61: Nivel de Amoniac que cumplen la norma NTE-INEN-1108.....	159
Grafico 3-62: Prueba de Normalidad para el nivel de Nitratos	160
Grafico 3-63: Presencia de datos Atípicos en el nivel de Nitratos	161
Grafico 3-64: Resumen Estadístico del nivel de Nitratos.....	162
Grafico 3-65: Nivel de Nitratos que cumplen la norma NTE-INEN-1108.....	162
Grafico 3-66: Prueba de normalidad del nivel de los Nitritos	164
Grafico 3-67: Diagrama de Caja del nivel de Nitritos	165
Grafico 3-68: Resumen Estadístico del nivel de Nitritos	166
Grafico 3-69: Limite permisibles del nivel de Nitritos.....	166
Grafico 3-70: Prueba de normalidad para el nivel de Sulfatos	168
Grafico 3-71: Presencia de datos Atípicos en el nivel de Sulfatos	168
Grafico 3-72: Resumen Estadístico del nivel de Sulfatos.....	169

Grafico 3-73: Nivel se Sulfatos que cumplen la norma NTE-INEN-1108.....	170
Grafico 3-74: Nivel de Sulfatos que no cumplen la norma NTE-INEN-1108	171
Grafico 3-75: Prueba de normalidad del nivel de Flúor	172
Grafico 3-76: Detección de datos Atípicos del nivel de Flúor	173
Grafico 3-77: Resumen estadístico del nivel de Flúor.....	174
Grafico 3-78: Nivel de Flúor que no cumplen la norma NTE-INEN-1108.....	175
Grafico 3-79: Nivel de Flúor que no cumplen la norma NTE-INEN-1108.....	175
Grafico 3-80: Prueba de Normalidad para el nivel de Fosfato	177
Grafico 3-81: Diagrama de Caja para el nivel de Fosfato	178
Grafico 3-82: Resumen Estadístico del nivel de Fofatos.....	179
Grafico 3-83: Nivel de Fosfato de las muestras de agua recolectas	179
Grafico 3-84: Prueba de normalidad para el nivel de Cloro Residual	181
Grafico 3-85: Detección de datos Atípicos del nivel de Cloro Residual	182
Grafico 3-86: Resumen Estadístico del nivel de Cloro Libre Residual.....	183
Grafico 3-87: Límites permisibles del nivel de Cloro Residual	184
Grafico 3-88: Prueba de Normalidad para el nivel del Índice ICAD	188
Grafico 3-89: Diagrama de Caja del nivel del Índice ICAD	188
Grafico 3-90: Porcentaje del nivel del ICAD de las muestras de agua.....	190
Grafico 3-91: ICAD por trimestres de las muestras de agua recolectadas	191
Grafico 3-92: Gráfica de los Residuos de ICAD	192
Grafico 3-93: Promedio Móvil de las muestras de agua recolectadas	193
Grafico 3-94: Promedio mensual del nivel del ICAD	194
Grafico 3-95: Grafica de los residuos del ICAD mensual	194
Grafico 3-96: Pronósticos del índice de calidad del agua Mensual.....	195
Grafico 3-97: Promedio Móvil del nivel de ICAD-2010.....	196

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1-1: Cantón Guamote	55
Fotografía 1-2: Parroquia Palmira	57

Fotografía 1-3: Parroquia Cebadas	58
Fotografía 2-1: Recolección de la Muestra de Agua	88
Fotografía 2-2: Recolección de Muestras en los diferentes puntos	89
Fotografía 8-1: Tanque de Reserva.....	213
Fotografía 8-2: Tanque de Reserva.....	213
Fotografía 8-3: Tanque de Reserva.....	213
Fotografía 8-4: Preparación de Cloro	213
Fotografía 8-5: Aplicación de la sal en grano.....	213
Fotografía 8-6: Mezcla de agua y sal en grano	213
Fotografía 8-7: Red de Distribución	213
Fotografía 8-8: Reposo de 24 horas de Cloro	213
Fotografía 8-9: Red de Distribución	214
Fotografía 8-10: Toma de Muestras de Agua	214
Fotografía 8-11: Planificando	214
Fotografía 8-12: Laboratorio para Preparación del Cloro	214
Fotografía 8-13: Equipo de laboratorio	214
Fotografía 8-14: Equipando el Laboratorio para análisis Físico del Agua.....	214
Fotografía 8-15: Maquina para Elaboración del Cloro.....	214
Fotografía 8-16: Equipos para realizar el análisis Físico, Químico del Agua	214
Fotografía 8-17: Instalación de los equipos para análisis del Agua	215
Fotografía 8-18: Recolección de las muestras de Agua en el Cantón Guamote.....	215
Fotografía 8-19: Análisis de Cloro Residual	215
Fotografía 8-20: Análisis de la Conductividad del Agua en el Cantón Guamote....	215
Fotografía 8-21: Análisis del PH	215
Fotografía 8-22: Análisis de Solidos Totales.....	215
Fotografía 8-23: Análisis de la Turbiedad del Agua.....	215
Fotografía 8-24: Control de la Temperatura del Agua	215
Fotografía 8-25: Trabajando en conjunto con el Municipio del Cantón Guamote..	216
Fotografía 8-26: Falta de sistemas de Agua para el consumo humano	216
Fotografía 8-27: Agua para consumo humano no aptas	216
Fotografía 8-28: Entrega de las muestras de agua al municipio de Guamote para análisis Químico.	216
Fotografía 8-29: Laboratorio para análisis Químico.....	216
Fotografía 8-30: Monitoreo de los Sistemas de Agua por el Miduvi, Municipio y Área de Salud.....	216
Fotografía 8-31: Supervisión de los tanque de Captación	216
Fotografía 8-32: Capacitación a las Juntas Administradoras del Agua de las comunidades del Cantón Guamote.	216
Fotografía 8-33: Capacitación sobre el Caudal del Agua	217
Fotografía 8-34: Capacitación sobre el uso y manejo de los equipos de elaboración del cloro	217
Fotografía 8-35: Manejo y Administración de las juntas administradoras del Agua	217
Fotografía 8-36: Estrategia de Intervención Nutricional Territorial Integral INTI.	217
Fotografía 8-37: Dosificación de Cloro en los bidones para tener agua segura.	217
Fotografía 8-38: Socialización sobre el Consumo del Agua Segura	217
Fotografía 8-39: Participación en la feria de la Salud en la comunidad Laime Capulispungo	217

Fotografía 8-40: Capacitación y entrega de Bidones a los Jefes de Familia del Cantón Guamote.....	217
Fotografía 8-41: Autoridades Provinciales y del área de Salud en el Cantón Guamote	218
Fotografía 8-42: Capacitación de como consumo agua segura	218
Fotografía 8-43: Entrega de Bidones a las comunidades que pertenecen al Cantón Guamote.....	218
Fotografía 8-44: Verificación del Buen Uso de los bidones en las comunidades del Cantón Guamote	218
Fotografía 8-45: Recolección y vista en el Proceso de la toma de muestras de Agua en el Cantón Guamote.....	218
Fotografía 8-46: Elaboración del Cloro para distribuir a las diferentes comunidades del Cantón Guamote	218
Fotografía 8-47: Queremos crecer con una agua limpia y segura.	218
Fotografía 8-48: Recolección de las muestras de Agua en las diferentes Comunidades	218
Fotografía 8-49: Equipos para análisis de las características del Agua para consumo Humano.....	219
Fotografía 8-50: Trabajando en equipo para el análisis del Agua en el Cantón Guamote.....	219
Fotografía 8-51: El Agua es indispensable para sobrevivir.....	219
Fotografía 8-52: Los equipos son muy necesarios para el análisis del agua en el Cantón Guamote	219
Fotografía 8-53: Toda mi vida quiero saber que ingiero una aguasegura	219
Fotografía 8-54: Yo todavía no entiendo si lo que tomo es agua segura.....	219
Fotografía 8-55: Visita a los tanques de Agua.....	219
Fotografía 8-56: Recolección de Muestras de Agua en Cebadas	219
Fotografía 8-57: Recorridos a Cebadas para monitoreo de Agua.....	220
Fotografía 8-58: Analisis Físico de las muestras de Agua.....	220
Fotografía 8-59: Equipo para análisis físico de agua.....	220
Fotografía 8-60: Equipo de Cloración para Tratamiento del Agua	220
Fotografía 8-61: Socialización del Proceso y Tratamiento del Agua	220
Fotografía 8-62: Agua segura y Saludable	220
Fotografía 8-63: Equipo de medición del PH	220
Fotografía 8-64: Proceso del Agua	220
Fotografía 8-65: Estudiantes de las diferentes escuelas del Canton Guamote	221
Fotografía 8-66: Aplicación del Proceso del Agua.....	221
Fotografía 8-67: Tanques de Reserva de Agua en el Cantón Guamote.....	221
Fotografía 8-68: Tanques de Reserva de Agua.....	221
Fotografía 8-69: Recolección de la muestra de Agua en la Red de Distribución....	221
Fotografía 8-70: Medidor de las características físicas del Agua.....	221
Fotografía 8-71: Tanque de Cloracion del Agua	221
Fotografía 8-72: Resultados de las características físicas del Agua	221
Fotografía 8-73: Sistema de Agua Potable Guamote.....	222
Fotografía 8-74: Proceso del Agua para consumo doméstico	222
Fotografía 8-75: Proceso de Potabilizacion del Agua	222

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A.....	209
Anexo B.....	210
Anexo C.....	211
Anexo D.....	212

INTRODUCCIÓN

En los comienzos de la vida, el agua ha sido definida imperfectamente, como un caldo que ayudó a mejorar la convivencia. Hoy, salvo en raros casos, el agua como

se encuentra en la naturaleza, no puede ser utilizada directamente para el consumo doméstico ni para usos industriales, dado que no es lo suficientemente pura biológicamente ni químicamente.

El hecho de que su curso ocurre por el suelo, por la superficie de la tierra e inclusive a través del aire, el agua se contamina y se carga de materias en suspensión o en solución como por ejemplo: partículas de arcillas, residuos de vegetación, organismos vivos (plancton, bacterias, virus), sales diversas, cloruros, sulfatos, carbonatos, materia orgánica, ácidos húmicos, residuos de fabricación, gases, etc.

Por efectos de la contaminación producida por una educación depredadora de la especie humana, quienes habitamos éste planeta, nos enfrentamos con una catástrofe irreversible: el envenenamiento del agua.

El agua entra en gran proporción en la constitución de los seres vivos. En el seno de un organismo, el contenido de agua de los diferentes órganos no es el mismo. La pequeña proporción de 22% a 34% es la que entra en los huesos; y en los tejidos se eleva a 70%; y 80% en las distintas vísceras, el mayor contenido corresponde a los tejidos nerviosos que contiene una proporción del 82% al 94%.

ANTECEDENTES

Una de las mayores preocupaciones en la historia de la humanidad ha sido el procurarse agua lo más pura y limpia posible. El tratamiento del agua originalmente se centraba en mejorar las cualidades estéticas de esta.

La historia del agua potable es muy remota. En Siria y Babilonia; se construyeron conducciones de albañilería y acueductos para acercar el agua desde sus fuentes a lugares próximos a las viviendas.

Los antiguos pueblos orientales usaban arena y barro poroso para filtrar el agua, también en Europa; los romanos construyeron una red de acueductos y estanques, podían traer agua desde distancias próximas a los 90 km, instalaron filtros para obtener agua de mayor calidad, llegaban a separar el agua de buena calidad que usaban para beber y cocinar; del agua de peor calidad, obtenida de otras fuentes, que utilizaban para riegos y limpiezas, hecho que hoy día en la mayor parte de las ciudades aún no se separa y la misma agua que se emplea para beber se emplea para usos tales como la limpieza de inodoros.

Hay registrados métodos para mejorar el sabor y el olor del agua 4.000 años antes de Cristo. Escritos griegos recomendaban métodos de tratamiento tales como filtración a través de carbón, exposición a los rayos solares y ebullición. En el antiguo Egipto dejaban reposar el agua en vasijas de barro durante varios meses para dejar precipitar las partículas e impurezas, y mediante un sifón extraían el agua de la parte superior (decantación), en otras ocasiones incorporaban ciertas sustancias minerales y

vegetales para facilitar la precipitación de partículas y clarificar el agua (coagulación).

En los comienzos de 1500 antes de Cristo, se tiene referencias de que los egipcios usaban ya un producto, que hoy se emplea para el mismo fin, el alumbre para lograr precipitar partículas suspendidas en el agua.

El agua es esencial para la vida. Nuestra existencia, así como las actividades económicas depende totalmente de este precioso recurso. De hecho, los recursos hidráulicos se ven afectados por múltiples usos como son los de la agricultura, la industria y el consumo doméstico.

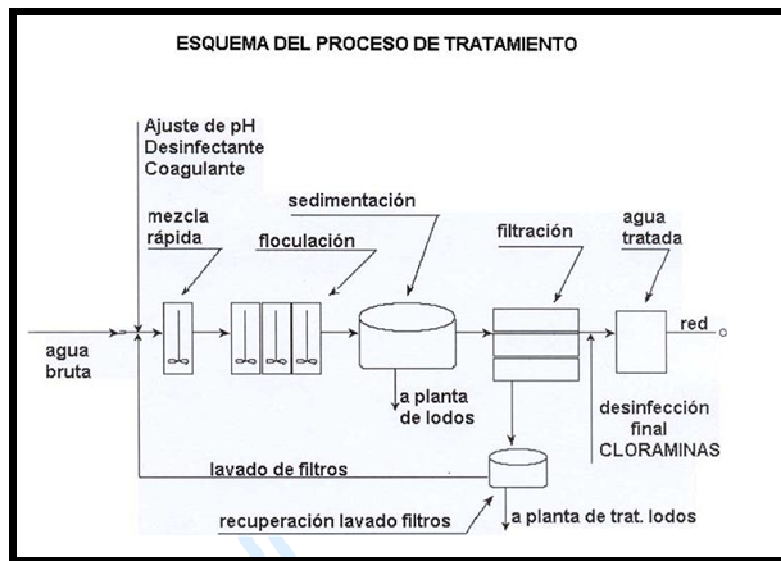


Grafico 0-1: Esquema del proceso del tratamiento del agua

El ciclo integral del agua:

Es la expresión que define el recorrido de este elemento desde su captación en estado bruto del medio ambiente hasta su disponibilidad potabilizada en los hogares, cerrándose en sentido inverso para reintegrarse, una vez depurada, a la naturaleza.

Las fases que conforman el ciclo son: la captación, la potabilización, el suministro, el saneamiento (alcantarillado) y la depuración¹.



Grafico 0-2: Ciclo integral del Agua

El informe presentado por Unicef, con motivo del Día Mundial del Agua (22 de Marzo del 2008). En este informe se pone de manifiesto que al menos el 20% de la población mundial; que se estima ese año en 6.658 millones de habitantes; carece de acceso al agua potable; y que el 42% no tiene un grifo que abrir, para su aseo personal y no dispone de servicios adecuados de alcantarillado y depuración de las aguas residuales.



Grafico 0-3: Estadísticas del Agua

El agua contaminada; es una de las principales causas de muerte de los niños en los países en vías de desarrollo. La ONU en la meta n° 10 de los Objetivos de Desarrollo del Milenio aprobados en el año 2002, se marcó el objetivo de reducir a la mitad el

¹ www.INe.es, 2008

porcentaje de personas; que carecen de acceso al agua potable segura y a un saneamiento básico para el 2015.

Se denomina **agua prepotable**, al agua antes de ser sometida a los correspondientes tratamientos potabilizadores, **agua potable** al agua apta para el consumo doméstico, una vez que ha pasado por el correspondiente tratamiento potabilizador. El agua que es un compuesto natural, para ser consumida requiere hoy día una serie de operaciones que nos aseguren su vuelta a una calidad aceptable desde el punto de vista sanitario. No llega de forma casual y simple al domicilio de los usuarios.

JUSTIFICACIÓN

Este tema de investigación a tratar es de mucha importancia; ya que gracias a este proyecto conoceremos todo lo referido al tratamiento del agua potable, tema que a veces es ignorado por muchas personas, y por el cual obtenemos un agua saludable y limpia de impurezas; apta para el consumo doméstico y otros usos según las necesidades de la población.

Además intenta mostrar el gran valor de los métodos estadísticos, aplicados en las áreas de mucho interés ante la sociedad, como es el tratamiento del agua para consumo doméstico en el sector rural del cantón Guamote de la Provincia de Chimborazo.

Debemos tomar muy en cuenta que la información estadística, es un instrumento necesario para una mejor interpretación del tratamiento del agua.

En este contexto, el tema de investigación es de gran importancia, ya que presenta un estudio de la calidad del tratamiento del agua; donde día a día el agua es de vital importancia; por que los seres humanos nos enfrentamos a muchas enfermedades por el consumo de agua no purificada. Por eso es muy importante realizar un seguimiento minucioso al tratamiento del agua para consumo doméstico; en el sector rural del cantón Guamote de la Provincia de Chimborazo durante cierto periodo de recolección de datos.

Para realizar este estudio se utilizaron las técnicas estadísticas acorde al tema de investigación durante el periodo de recolección de datos.

OBJETIVOS

Objetivo General

Realizar un análisis estadístico de la calidad del agua para consumo doméstico en sus características: físicas, químicas y bacteriológicas en el sector rural del Cantón Guamote de la Provincia de Chimborazo en el periodo 2009 - 2010.

Objetivos específicos

- Caracterizar el estudio del problema de la calidad del agua para consumo doméstico; en sus características físicas, químicas y bacteriológicas en el sector rural del Cantón Guamote de la Provincia de Chimborazo.
- Determinar la estadística apropiada para el análisis de los datos; que se aplicaran en el problema de la calidad del agua para consumo doméstico; en sus características: físicas, químicas y bacteriológicas en el sector rural del Cantón Guamote de la Provincia de Chimborazo.
- Aplicar las técnicas estadísticas apropiadas para los problemas de la calidad del agua para consumo doméstico en sus características: físicas, químicas y bacteriológicas en el sector rural del Cantón Guamote de la Provincia de Chimborazo.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

"El agua y el saneamiento son uno de los principales motores de la salud pública. Suelo referirme a ellos como «Salud 101», lo que significa que en cuanto se pueda garantizar el acceso al agua salubre y a instalaciones sanitarias adecuadas para todos, independientemente de la diferencia de sus condiciones de vida, se habrá ganado una importante batalla contra todo tipo de enfermedades."²



Grafico 1-1: Porcentajes de Agua

1.1 Enfermedades Transmitidas por el Agua

Por esencial que el agua sea en nuestra vida diaria, también es uno de los principales medios de transmisión de muchas enfermedades que afectan al ser humano.

Lamentablemente, es el hombre mismo quien con frecuencia crea gran parte de las condiciones que disminuyen la calidad del agua que utiliza. Por ejemplo, uno de los principales riesgos para la calidad del agua, es la eliminación inadecuada de excretas.

²Dr LEE Jong-Wook

- ✓ La transmisión puede ocurrir:
 - Por ingestión directa del agua contaminada
 - Por medio de los alimentos o bebidas que hayan entrado en contacto con agua contaminada.
 - Por ingerir accidentalmente agua al nadar o en otras actividades recreativas.

- ✓ Origen microbiano adquiridas por la vía fecal-oral, entre ellas están: la tifoidea, la hepatitis A y el cólera.

- ✓ Origen parasitario: helmintos, amebas, giardias y el criptosporidio, cuya existencia se conoce desde 1976, y los brotes de enfermedad producidos por éste, están volviéndose cada vez más comunes.

1.2 Ciclo de Contaminación

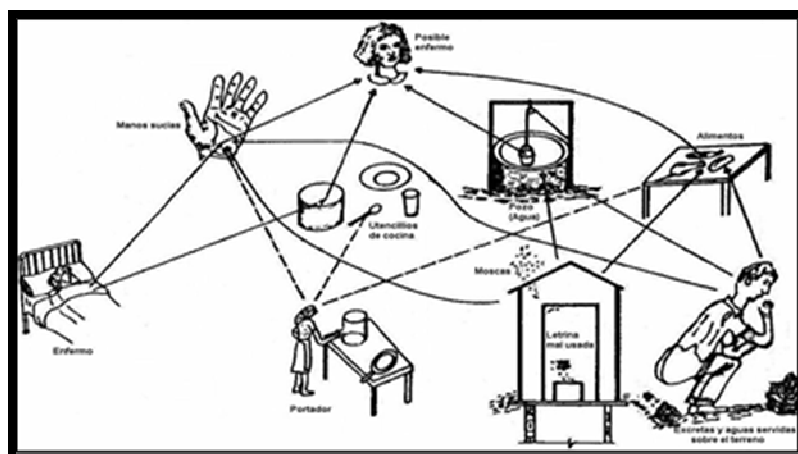


Gráfico 1-2: Ciclos de Contaminación

1.3 Características del Agua Potable

✓ **Físicas:**

- Color, Turbiedad, Temperatura, PH, Solidos Totales Disueltos, Conductividad.

✓ **Químicas:**

- Hierro Total, Hierro Soluble, Hierro Coloidal, Manganeso, Amoniac, Nitratos, Nitritos, Sulfatos, Cloro Libre Residual, Fosfatos, Flúor, etc.

✓ **Bacteriológicas Microbiológicas:**

Coliformes totales, Coliformes fecales, etc.

1.4 Caracterización del Agua para consumo doméstico³

El agua pura es un líquido incoloro, inodoro e insípido. Tiene un matiz azul, que sólo puede detectarse en capas de gran profundidad. A una presión atmosférica de 760 mm de mercurio, el punto de congelación del agua es de 0° C y su punto de ebullición de 100° C.

El agua alcanza su densidad máxima a una temperatura de 4° C y se expande al congelarse. Como muchos otros líquidos, el agua puede existir en estado sobre enfriado, es decir, que puede permanecer en estado líquido aunque su temperatura esté por debajo de su punto de congelación; se puede enfriar fácilmente a -25° C sin que se congele. Tiene un peso molecular de 18 gr/ mol.

³ Calidad del Agua y Normatividad del Agua para Consumo Humano

Los parámetros del agua son características físicas, químicas, biológicas y radiológicas que permiten detectar cual es el grado de contaminación que presenta el agua, la razón principal de este problema es su estructura molecular que es dipolar, con una constante dieléctrica muy alta superior a cualquier otro líquido. Algunos de estos se utilizan en el control de los procesos de tratamiento realizando mediciones de forma continua o discreta.

1.4.1 Parámetros Físicos de la calidad del Agua

1.4.1.1 pH

El valor del pH se puede medir de forma precisa mediante un **potenciómetro**, también conocido como **pH-metro**, un instrumento que mide la diferencia de potencial entre dos **electrodos**: un **electrodo de referencia** (generalmente de **plata/cloruro de plata**) y un electrodo de vidrio que es sensible al ión de hidrógeno.

También se puede medir de forma aproximada el pH de una disolución empleando **indicadores**, ácidos o bases débiles que presentan diferente color según el pH. Generalmente se emplea *papel indicador*, que se trata de papel impregnado de una mezcla de indicadores cualitativos para la determinación del pH. El **papel de litmus** o papel **tornasol** es el indicador mejor conocido. Otros indicadores usuales son la **fenolftaleína** y el **naranja de metilo**.

- A pesar de que muchos potenciómetros tienen escalas con valores que van desde 1 hasta 14, los valores de pH también pueden ser aún menores que 1 o aún mayores que 14. Por ejemplo el ácido de **batería** de automóviles tiene

valores cercanos de pH menores que uno, mientras que el **hidróxido de sodio** 1 M varía de 13,5 a 14.

- Un pH igual a 7 es neutro, menor que 7 es ácido y mayor que 7 es básico a 25 °C. A distintas temperaturas, el valor de pH neutro puede variar debido a la **constante de equilibrio del agua** (K_w).

La determinación del pH es uno de los procedimientos analíticos más importantes y más usados en ciencias tales como química, bioquímica y la química de suelos. El pH determina muchas características notables de la estructura y actividad de las biomacromoléculas y, por tanto, del comportamiento de células y organismos.

En 1909, el químico danés Sorensen definió el potencial hidrógeno (pH) como el logaritmo negativo de la concentración molar (más exactamente de la actividad molar) de los iones hidrógeno.

$$\text{pH} = -\log[H^+]$$

Ecuación 1

El **pH** es una medida de la **acidez** o **alcalinidad** de una **solución**. El pH indica la concentración de iones **hidronio** $[H_3O^+]$ presentes en determinadas sustancias. La sigla significa "potencial de **hidrógeno**" (pondus **H**ydrogenii o potentia **H**ydrogenii; del latín *pondus*, n = peso; *potentia*, f = potencia; *hydrogenium*, n = hidrógeno). Este término fue acuñado por el **químico danés Sørensen**, quien lo definió como el **logaritmo** negativo de base 10 de la actividad de los **iones** hidrógeno. Esto es:

$$\text{pH} = -\log_{10} [a_{H_3O^+}]$$

Ecuación 2

Desde entonces, el término "pH" se ha utilizado universalmente por lo práctico que resulta para evitar el manejo de cifras largas y complejas. En disoluciones diluidas, en lugar de utilizar la actividad del ion hidrógeno, se le puede aproximar empleando la concentración molar del ion hidrógeno.

Por ejemplo, una concentración de $[H_3O^+] = 1 \times 10^{-7} \text{ M}$ (0,0000001) es simplemente un pH de 7 ya que: $\text{pH} = -\log[10^{-7}] = 7$

El pH típicamente va de 0 a 14 en disolución acuosa, siendo **ácidas** las disoluciones con pH menores a 7 (el valor del exponente de la concentración es mayor, porque hay más **protones** en la disolución) , y **alcalinas** las que tienen pH mayores a 7. El pH = 7 indica la neutralidad de la disolución (donde el disolvente es agua).

1.4.1.2 Color

Parámetro estético, indicador primario para la aceptabilidad del agua

El color es la capacidad del agua para absorber ciertas radiaciones del espectro visible. El color natural en el agua existe debido al efecto de partículas coloidales cargadas negativamente. En general, el agua presenta colores inducidos por materiales orgánicos de los suelos como el color amarillento debido a los ácidos húmicos. La presencia de hierro puede darle un color rojizo y la del manganeso, un color negro.

Normalmente el color se mide en laboratorio por comparación de un estándar arbitrario a base de cloruro de cobalto, Cl_2Co y Cloroplatinato de potasio, Cl_6PtK_2 y se expresa en una escala de unidades de Pt-Co (unidad Hazen) o Pt, las aguas superficiales pueden alcanzar, varios centenares de ppm de Pt. La eliminación suele hacerse por coagulación- floculación con posterior filtración (disminuyendo a menos de 5 ppm) o la absorción con carbón activado.

1.4.1.3 Turbiedad

Parámetro estético, indicador primario para la aceptabilidad del agua

Es la dificultad del agua para transmitir la luz debido a materiales insolubles en suspensión, que varían en tamaño desde dispersiones coloidales hasta partículas gruesas, entre otras arcillas, limo, materia orgánica e inorgánica finamente dividida, organismos planctónicos y microorganismos.

Actualmente la turbidez se mide con un nefelómetro expresando los resultados como; Unidad de Turbidez Nefelométrica (UTN).

Las aguas subterráneas suelen tener valores inferiores a 1 ppm de sílice, pero las superficiales pueden alcanzar varias decenas. Las aguas con 1 ppm son muy transparentes hasta profundidades de 4 a 5 m. Con 10 ppm, que sería el máximo deseable para una buena operación de los filtros, la transparencia se acerca al metro de profundidad. Por encima de 100 ppm las transparencias están por debajo de los 10 cm y los filtros se obstruyen rápidamente. Con Turbidez mayor de 5 ppm es detectable, para lo cual se debe disminuir mediante los procesos de coagulación,

decantación y filtración y debe de disminuir a menos de 5 ppm y en plantas que operan con agua de pozo deben disminuirla a menos de 1 ppm.

1.4.1.4 Temperatura

El agua fría es más agradable al paladar. La temperatura alta intensifica el desarrollo de microorganismos.

1.4.1.5 Sólidos Totales Disueltos

Sólidos: Incluye toda materia sólida contenida en los materiales líquidos y se clasifican: en sólidos disueltos, en suspensión y totales.

Sólidos totales disueltos. Fracción filtrable de los sólidos que corresponde a los sólidos coloidales y disueltos.

Los sólidos disueltos son una medida de la cantidad de materia disuelta en el agua. El origen puede ser múltiple tanto en las aguas subterráneas como en la superficial. Para las aguas potables se fija un valor máximo deseable de 500 ppm, este dato por sí sólo no es suficiente para catalogar la bondad del agua. Los procesos de tratamiento son múltiples en función de la composición incluyendo la precipitación, intercambio iónico, destilación, electrodiálisis y ósmosis inversa.

Sólidos en suspensión. Se separan por filtración y decantación. Son sólidos sedimentables, no disueltos, que pueden ser retenidos por filtración. Las aguas subterráneas suelen tener menos de 1 ppm, las superficiales pueden tener mucho más dependiendo del origen y forma de captación.

Sólidos totales. Es la suma de sólidos, sólidos disueltos y en suspensión. Es la materia que permanece como residuo después de evaporación y secado a 103 °C. El valor de los sólidos incluye tanto material disuelto (residuo filtrable) y no disuelto (suspendido).

1.4.1.6 Conductividad

La conductividad eléctrica es la medida de la capacidad del agua para conducir electricidad. Es indicativo de la materia ionizable total presente en el agua. Las sales disueltas son las que permiten al agua conducir electricidad. El agua pura contribuye mínimamente a la conductividad, la cantidad de sales solubles en agua se mide por la electro-conductividad (EC), la resistividad es la medida recíproca de la conductividad. El aparato utilizado es el conductímetro cuyo fundamento es la medida eléctrica de la resistencia al paso de la electricidad entre las dos caras opuestas de un prisma rectangular comparada con la de una solución de K Cl a la misma temperatura y referida a 20°C. La unidad estándar de resistencia eléctrica es el ohm y la resistividad de las aguas, se expresa en megaohms-cm., la conductividad se expresa en el valor recíproco, normalmente como microsie-mens por cm. Para el agua ultrapura los valores respectivos son de 18.24 mohms/cm y 0.05483μs/cm a 25 °C.

1.4.2 Parámetros Químicos de la calidad del Agua

1.4.2.1 Hierro Total

Es un catión muy importante desde el punto de vista de contaminación, aparece en dos formas: ión ferroso (Fe⁺⁺), o más oxidado como ión férrico (Fe⁺⁺⁺). La

estabilidad y aparición en una forma u otra depende del pH, condiciones oxidantes o reductoras, ó composición de la solución. Afecta a la potabilidad de las aguas y es un inconveniente en los procesos industriales por provocar incrustaciones.

Por todo lo anterior las aguas subterráneas solo contienen el ión ferroso disuelto, que suele aparecer con contenidos entre 0 y 10 ppm, pero al airear el agua se precipita el hidróxido férrico de color rojizo, y se reduce el contenido a menos de 0.5 ppm. Solo las aguas de pH ácido pueden tener contenidos en hierro de varias decenas de ppm.

Su determinación se hace analíticamente por colorimetría y espectrofotometría de absorción atómica, dando el hierro total que incluye las formas solubles, coloidal y en suspensión final.

La eliminación se hace por coagulación - filtración. También se puede emplear el intercambio iónico.

1.4.2.2 Manganeseo

El ión manganeseo se comporta en la mayoría de los casos muy parecido al ión hierro, además de poder ser bivalente y trivalente positivo puede también presentarse con valencia +4 formando el MnO_2 que es insoluble. Rara vez el agua contiene más de 1 ppm y requiere un pH ácido. La forma manganeseo (Mn^{++}), que es más general por aireación se oxida y precipita con un color oscuro de MnO_2 . Se determina por oxidación a permanganato y colorimetría de la solución oxidada y espectrometría de absorción atómica.

1.4.2.3 Amoníaco

Humos de ácido clorhídrico y amoníaco formando una nube blanca de cloruro de amonio.

El amoníaco es una base débil: reacciona con ácidos de Brønsted (donantes de protones) para producir el ion amonio. Cuando se disuelve amoníaco en agua, una cantidad significativa de él reacciona con los iones hidronio en el agua para producir iones amonio. El ion amonio resultante es un ácido conjugado comparativamente fuerte, y reacciona con cualquier base, regenerando la molécula de amoníaco neutra. En solución acuosa, el grado en que el amoníaco forma ion amonio depende del pH de la solución.



El par electrónico libre en el nitrógeno (N) en el amoníaco está representado como un par de puntos. Este par de electrones forma el enlace con el protón H⁺.

En el ion amonio, el átomo de nitrógeno forma cuatro enlaces covalentes, en vez de tres como en el amoníaco, formando una estructura que es isoelectrónica a la molécula de metano y, en consecuencia, es energéticamente favorable.

La formación de los compuestos de amonio también puede suceder en la fase de vapor; por ejemplo, cuando vapores de amoníaco entran en contacto con vapores de cloruro de hidrógeno, se forma una nube blanca de cloruro de amonio, que eventualmente se deposita como una capa delgada de sólido sobre las superficies. Los cationes amonio se asemejan a los metales alcalinos como el Na⁺ o el K⁺ y puede ser encontrado en sales como el bicarbonato de amonio, cloruro de amonio, y nitrato de amonio. Las sales de amonio más simples son muy solubles en agua.

La reducción del catión amonio libera gas amoníaco e hidrógeno:



Los radicales de amonio pueden disolverse en mercurio para formar una amalgama. Prácticamente puede llevarse a cabo mediante la electrólisis de una solución de amonio con un electrodo de mercurio. Esta amalgama se descompone espontáneamente para producir amoníaco e hidrógeno.

1.4.2.4 Nitratos

El ión nitrato (NO_3^-) forma sales muy solubles y estables. En un medio reductor puede pasar a nitritos, nitrógeno gas e incluso amoníaco. Las aguas normales tienen menos de 10 ppm y el agua de mar hasta 1 ppm. Aguas de riego con contaminación por fertilizantes pueden tener hasta centenares de ppm.

Concentraciones muy elevadas de sólidos totales en agua para beber puede producir la *cianosis infantil*.

Su presencia junto con fosfatos en aguas superficiales provoca la aparición de un excesivo crecimiento de algas, se conoce como *eutrofización*. Su determinación se realiza por espectrofotometría. Se elimina por intercambio iónico, siendo un método no económico en los procesos de potabilización en grandes volúmenes.

Los nitratos orgánicos son ésteres del ácido nítrico con alcoholes. El nitrato orgánico más conocido es, probablemente, la nitroglicerina, formada a partir de una mezcla de glicerina, ácido nítrico y ácido sulfúrico concentrado.

Utilizando la misma mezcla de reactivos menos concentrado sobre la celulosa y tratando el producto generado con un químico X se obtiene el celuloide.

El nitrato de amilo ($\text{O}_2\text{NO}(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3$) se utiliza en medicina por sus efectos sobre el sistema cardiovascular. La nitroglicerina demuestra efectos parecidos por razón de que las formulaciones que se usan en medicina no son explosivas. En la administración de nitroglicerina, un potente vasodilatador, se prefiere la vía sublingual, la cual evita considerablemente el paso por el hígado.

Los nitratos son una parte esencial de los abonos. Las plantas los convierten de nuevo en compuestos orgánicos nitrogenados como los aminoácidos. Muchas plantas acumulan los nitratos en sus partes verdes y si se aprovechan como alimentos cocidos existe peligro de que otros organismos los convierta en nitritos por reducción, que a su vez producen nitrosaminas que son cancerígenas. Por eso se recomienda, por ejemplo, no recalentar las espinacas que suelen tener un cierto contenido en nitrato.

1.4.2.5 Nitritos

El ion nitrito es NO_2^- . El anión es angular, siendo isoelectrónico con O_3 .

Los nitritos son sales o ésteres del ácido nitroso (HNO_2).

En la naturaleza los nitritos se forman por oxidación biológica de las aminas y del amoníaco, o por reducción del nitrato en condiciones anaeróbicas.

En la industria se pueden obtener al disolver N_2O_3 en disoluciones básicas.

Tratándose de sales de un ácido débil en contacto con ácidos fuertes como el ácido sulfúrico se libera el ácido nitroso inestable que en disolución ácida está en equilibrio con el ion de nitrosonio (NO^+). Este interviene en diversas reacciones de sustitución electrofílica y en reacciones de síntesis de colorantes diazoicos.

1.4.2.6 Sulfatos

El ión sulfato (SO_4^{2-}), corresponde a sales moderadamente solubles a muy solubles.

Las aguas dulces entre 2 y 250 ppm y el agua de mar alrededor de 3000 ppm. El agua pura se satura de SO_4Ca a unas 1500 ppm.

En cantidades bajas no perjudica seriamente pero algunos centenares de ppm pueden disminuir la resistencia del hormigón. Su eliminación se realiza por intercambio iónico.

1.4.2.7 Flúor

Enfermedades óseas (dolor y fragilidad ósea). Los niños podrían sufrir de dientes manchados.

El ión **fluoruro** (F^-), corresponde a sales de solubilidad muy limitada, suele encontrarse en cantidades superiores a 1 ppm, alrededor de dicha concentración puede resultar beneficioso para la dentadura, una concentración de hasta 5 ppm en el caso de lactantes se almacena en los dientes nuevos de los niños logrando un endurecimiento y protección de estos.

1.4.2.8 Fosfatos

El ión fosfato (PO_4^{3-}) en general forma sales muy poco solubles y precipita fácilmente como fosfato cálcico. Como procede de un ácido débil contribuye a la alcalinidad del agua. No suele haber en el agua más de 1 ppm, salvo en los casos de contaminación por fertilizantes fosfatados.

1.4.2.9 Cloro residual

Cloro residual. Cloro remanente en el agua luego de al menos 30 minutos de contacto.

1.4.3 Características Bacteriológicas de la calidad del Agua

Estos parámetros son indicativos de la contaminación orgánica y biológica; tanto la actividad natural como la humana contribuyen a la contaminación orgánica de las aguas: la descomposición animal y vegetal, los residuos domésticos, detergentes y otros.

Este tipo de contaminantes son más difíciles de controlar que los químicos o físicos y además los tratamientos deben estar regulándose constantemente.

La bacteria *Escherichia coli* y el grupo **coliforme** en su conjunto, son los organismos más comunes utilizados como indicadores de la contaminación fecal. Las bacterias coliformes son microorganismos de forma cilíndrica, capaces de fermentar la glucosa y la lactosa. Otros organismos utilizados como indicadores de contaminación fecal son los estreptococos fecales y los clostridios.

Estos últimos son anaerobios, formadores de esporas; estas son formas resistentes de las bacterias capaces de sobrevivir largo tiempo.

El análisis del agua se realiza con el método de los tubos múltiples y se expresa en términos de el “número más probable” (índice NMP) en 100 ml de agua. Las aguas con un NMP inferior a 1, son potables.

Según el destino del agua, la eliminación de bacterias se realiza por filtración, o esterilización por luz ultravioleta, cloración y ozonización.

1.4.3.1 Coliformes Totales

Por sí mismos, los coliformes no constituyen una amenaza para la salud; su determinación se usa para indicar si pudiera haber presentes otras bacterias posiblemente nocivas.

1.4.3.2 Coliformes Fecales

Por sí mismos, los coliformes no constituyen una amenaza para la salud; su determinación se usa para indicar si pudiera haber presentes otras bacterias posiblemente nocivas.

1.5 Índice de Calidad del Agua ICAD⁴

La estructura de cálculo de la mayoría de los ICAD se basa en la normalización de los parámetros que los conforman de acuerdo con sus concentraciones, para su posterior ponderación en función de su importancia en la percepción general de la calidad agua; se calcula mediante la integración de las ponderaciones de los parámetros a través de diferentes funciones matemáticas.

Existen dos enfoques para el cálculo:

- i) el producto ponderado en el cual los pesos dan importancia a los puntajes y todos ellos son ponderados de acuerdo a la importancia de los pesos y luego son multiplicados.

- ii) La suma ponderada, en la cual cada puntaje es multiplicado por su peso y los productos son sumados para obtener el índice si los pesos son iguales para

⁴ R. Ball, and R. Church, "Water quality indexing and scoring," Journal of the Environmental Engineering Division, American Society of Civil Engineers, vol. 106, pp. 757-771, 1980.

cada puntaje. El valor del índice es llamado valor aritmético no ponderado, si la suma de los pesos no es igual, se conoce como valor aritmético de la calidad del agua. La Tabla siguiente muestra las ecuaciones de cálculo de los ICAD, asociados por grupos de acuerdo con el tipo de ecuación utilizada.

Tabla 1-i: Ecuaciones de Calculo Empleadas para la determinación del ICAD⁵

Grupo	Índice	Ecuación	Observaciones
1	ICA NSF (EU) ICA Dinius (EU) IQA CETESB (Brasil) ICA Rojas (Colombia) ICAUCA (Colombia)	$ICA_m = \prod_{i=1}^n I_i^{w_i}$	Promedio geométrico ponderado: Wi: peso o porcentaje asignado al i-ésimo parámetro Ii: subíndice de i-ésimo parámetro
2	CCME-WQI (Canadá) DWQI (EU)	$ICA = 100 - \left(\frac{\sqrt{F_1^2 + F_2^2 + F_3^2}}{1.732} \right)$	El índice incorpora tres elementos: Alcance (F1): porcentaje de parámetros que exceden la norma. Frecuencia (F2): porcentaje de pruebas individuales de cada parámetro que excede la norma. Amplitud (F3): magnitud en la que excede la norma cada parámetro que no cumple
3	UWQI (Europa)	$UWQI = \sum_{i=1}^n w_i I_i$	Promedio aritmético ponderado: Wi: peso o porcentaje asignado al i-ésimo parámetro Ii: subíndice de i-ésimo parámetro
4	ISQA (España)	$ISQA = T (DQO + SS + OD + Cond)$	T: Temperatura DQO: Demanda Química de Oxígeno OD: Oxígeno Disuelto Cond: Conductividad SS: Sólidos suspendidos A partir de 2003 el ISQA se empezó a calcular reemplazando la DQO por el carbono orgánico total (COT en mg/l)
5	IAP (Brasil)	$IAP = ISTO \times IQA \text{ CETESB}$ $ISTO = ST \times SO$ $ST = \text{Min-1} (q_1, q_2, \dots, q_n) \times \text{Min-2} (q_1, q_2, \dots, q_n)$ SO=Media Aritmética (qa,qb,...,qn)	Donde: IQA: Índice de Calidad del Agua adaptado del ICA NSF para las condiciones de Brasil ISTO: Índice de Sustancias Tóxicas y Organolépticas ST: Ponderación de los dos subíndices mínimos más críticos del grupo de sustancias tóxicas SO: Ponderación obtenida a través de la media aritmética de los subíndices del grupo de sustancias organolépticas

⁵ UNEP, Global Drinking Water Quality Index Development and Sensitivity Analysis Report. Ontario, Canada, 2007.

1.6 Norma NTE-ENEN-1108 Agua Potable - Requisitos⁶

Tabla 1-ii: Norma NTE-ENEN-1108 Requisitos Agua Potable

1.- CARACTERÍSTICAS FÍSICAS		
PARÁMETRO	UNIDAD	LIMITE MÁXIMO PERMISIBLE
Color	Unidades de color verdadero (UTC)	15
Turbiedad	NTU	5
Olor y Sabor	-----	no objetable
Ph	-----	6,5 - 8,5
Sólidos totales disueltos	mg/l	1 000
2.- CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS		
PARÁMETROS INORGÁNICOS	UNIDAD	LIMITE MÁXIMO PERMISIBLE
Aluminio, Al	mg/l	0,25
Arsénico, As	mg/l	0,01
Boro, B	mg/l	0,3
Cloro libre residual	mg/l	0,3 - 1,5
Cloruro, Cl-	mg/l	250
Cianuro, CN-	mg/l	0
Cromo, Cr, hexavalente	mg/l	0,05
Dureza total, CaCO ₃	mg/l	300
Nitrato, N-NO ₃ -	mg/l	50
Fósforo, P- PO ₄ ³⁻	mg/l	0,1
Fluoruro, F-	mg/l	1,5
Potasio, K	mg/l	20
Sodio, Na	mg/l	200
Sulfato, SO ₄ ²⁻	mg/l	200
PESTICIDAS		
Aldrín / dieldrín	µg/l	0,03
Carbofuran	µg/l	7
Clordano	µg/l	0,2
RESIDUOS DE DESINFECTANTES		
Monocloramina, di y tricloramina	µg/l	3
SUBPRODUCTOS DE DESINFECCIÓN		
Bromato	µg/l	10
Trihalometanos: cloroformo	µg/l	200
Formaldeído	µg/l	900
3.- CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS		
PARAMETROS	UNIDAD	LIMITE MÁXIMO PERMISIBLE
Coliformes totales	NMP/100 ml	< 1,1
Coliformes fecales	NMP/100 ml	< 1,1
Criptosporidium	Número de quistes/100 litros	ausencia
Giardia Lambia	Número de quistes/100 litros	Ausencia

⁶ Norma Técnica Ecuatoriana INEN-NTE-1108 Agua Potable - Requisitos

- **Agua Potable.** Es el agua cuyas características físicas, químicas y microbiológicas han sido tratadas a fin de garantizar su aptitud para consumo humano.
- **Agua Cruda.** Es el agua que se encuentra en la naturaleza y que no ha recibido ningún tratamiento para modificar sus características: físicas, químicas o microbiológicas.
- **Límite máximo permisible.** Representa un requisito de calidad del agua potable que fija dentro del ámbito del conocimiento científico y tecnológico del momento un límite sobre el cual el agua deja de ser apta para consumo humano.
- **UFC/ml.** Concentración de microorganismos por mililitro, expresada en unidades formadoras de colonias.
- **NMP.** Forma de expresión de parámetros microbiológicos, número más probable, cuando se aplica la técnica de los Tubos múltiples.
- **µg/l.** (microgramos por litro), unidades de concentración de parámetros físico químicos.
- **mg/l.** (miligramos por litro), unidades de concentración de parámetros físico químicos.

1.6.1 Efectos a la Salud de los Contaminantes presentes en el Agua

Tabla 1-iii: Contaminantes Presentes en el AGUA

CONTAMINANTE	EFFECTOS SOBRE LA SALUD	POSIBLES FUENTES DE CONTAMINACIÓN
Color y turbiedad	Parámetros estéticos, indicadores primarios para la aceptabilidad del agua	Materia orgánica e inorgánica
Ph	Valores que se encuentran fuera de los rangos normados, pueden provocar la acidez estomacal, ulceraciones de la piel y mucosas, alterar el sabor del agua y contribuir a la corrosión o incrustación en los sistemas de distribución	Descargas industriales, composición química del suelo, escorrentías de aguas lluvias. Presencia de CO ₂ , dureza, alcalinidad y temperatura.
Temperatura	El agua fría es más agradable al paladar. La temperatura alta intensifica el desarrollo de microorganismos.	Descargas industriales.
Sólidos totales disueltos	Producen sabor al agua	Sustancias minerales: calcio, magnesio, sodio, bicarbonatos, cloruros y sulfatos
Arsénico	Aumento de colesterol en sangre; descenso de azúcar en sangre, posible cáncer al pulmón y la piel	Efluentes de refinerías de petróleo; retardadores de fuego; cerámicas; productos electrónicos; soldaduras, formaciones geológicas
Asbesto (fibras >10 micrómetros)	Alto riesgo de desarrollar pólipos intestinales benignos	Deterioro de cemento (fibrocemento) en cañerías principales de agua; erosión de depósitos naturales
Cromo (total)	Dermatitis alérgica	Efluentes de fábricas de acero y papel; erosión de depósitos naturales
Cobre	Exposición a corto plazo: molestias gastrointestinales. Exposición a largo plazo: lesiones hepáticas o renales	Corrosión de cañerías en el hogar; erosión de depósitos naturales; percolado de conservantes de madera.
Cianuro (como cianuro libre)	Lesiones en sistema nervioso o problemas de tiroides	Efluentes de fábricas de acero y metales; efluentes de fábricas de plásticos y fertilizantes
Flúor	Enfermedades óseas (dolor y fragilidad ósea). Los niños podrían sufrir de dientes manchados	Aditivo para agua para tener dientes fuertes; erosión de depósitos naturales; efluentes de fábricas de fertilizantes y de aluminio

Plomo	Bebés y niños: retardo en desarrollo físico o mental; los niños podrían sufrir leve déficit de atención y de capacidad de aprendizaje. Adultos: trastornos renales; hipertensión	Corrosión de cañerías en el hogar; erosión de depósitos naturales
Mercurio (Inorgánico)	Lesiones renales, cerebrales, neoplásicos, alteraciones del desarrollo	Erosión de depósitos naturales; efluentes de refinerías y fábricas; lixiviados de vertederos y tierras de cultivo
Nitrato	Los bebés de menos de seis meses que tomen agua que contenga mayor concentración de nitratos podrían enfermarse gravemente; si no se los tratara, podrían morir. Entre los síntomas se incluye dificultad respiratoria y síndrome de bebé cianótico (azul)	Aguas contaminadas por el uso de fertilizantes; percolado de tanques sépticos y de redes de alcantarillado; erosión de depósitos naturales
Benceno	Anemia; alto riesgo de cáncer	Efluentes de fábricas; percolado de tanques de almacenamiento de combustible
Tetra cloruro de carbono	Trastornos hepáticos; alto riesgo de cáncer	Efluentes de plantas químicas y de otras actividades industriales
Clordano	Trastornos hepáticos o del sistema nervioso; alto riesgo de cáncer	Residuos de termiticidas prohibidos
Diquat	Cataratas	Aguas contaminadas por la aplicación de herbicidas
Lindano	Trastornos hepáticos o renales	Aguas contaminadas/ percolado de insecticidas usados en ganado, madera, jardines
Trihalometanos (THM)	Trastornos renales, hepáticos o del sistema nervioso central; alto riesgo de cáncer	Subproducto de la desinfección de agua potable
Giardia lamblia	Trastornos gastrointestinales	Desechos fecales humanos y de animales
Coliformes totales (incluye coliformes fecales y E. Coli)	Por sí mismos, los coliformes no constituyen una amenaza para la salud; su determinación se usa para indicar si pudiera haber presentes otras bacterias posiblemente nocivas	Los coliformes se presentan naturalmente en el medio ambiente. Los coliformes fecales y la E. Coli provienen de heces fecales de humanos y de animales

1.6.2 Relación del Agua, el Saneamiento y la Higiene con la Salud

1.6.2.1 Diarrea

- 1,8 millones de personas mueren cada año debido a enfermedades diarreicas (incluido el cólera); un 90% de esas personas son niños menores de cinco años, principalmente procedentes de países en desarrollo.
- Se piensa que un 88% de las enfermedades diarreicas son producto de un abastecimiento de agua insalubre; de un saneamiento y una higiene deficientes.
- La mejora del abastecimiento de agua reduce entre un 6% y un 21% la morbilidad por diarrea, si se contabilizan las consecuencias graves.
- La mejora del saneamiento reduce la morbilidad por diarrea en un 32%.
- Las medidas de higiene, entre ellas la educación sobre el tema y la insistencia en el hábito de lavarse las manos, pueden reducir el número de casos de diarrea en hasta un 45%.
- La mejora de la calidad del agua de bebida mediante el tratamiento del agua doméstica, por ejemplo con la cloración en el punto de consumo, puede reducir en un 35% a un 39% los episodios de diarrea.

1.6.2.2 Paludismo

- 1,3 millones de personas mueren cada año de paludismo; de éstos, un 90% son niños menores de cinco años.

- Cada año se producen 396 millones de casos de paludismo. La mayor parte de la carga de morbilidad se registra en el África, al sur del Sahara.
- La intensificación de la irrigación, las presas y otros proyectos relacionados con el agua contribuyen de forma importante a esta carga de morbilidad.
- El mejoramiento de la gestión de los recursos hídricos reduce la transmisión del paludismo y de otras enfermedades de transmisión vectorial.

1.6.2.3 Esquistosomiasis

- Se calcula que 160 millones de personas padecen esquistosomiasis.
- La enfermedad causa decenas de miles de defunciones cada año, principalmente en el África subsahariana.
- Está estrechamente relacionada con la falta de higiene en la evacuación de excretas y con la falta de servicios cercanos de abastecimiento de agua potable.
- El saneamiento básico reduce la enfermedad hasta en un 77%.
- Los reservorios artificiales y las obras de regadío mal diseñadas son las principales causas de la expansión y la intensificación de la esquistosomiasis.
- Helmintiasis intestinales (ascariasis, tricuriasis, anquilostomiasis)
- 133 millones de personas padecen graves infecciones debidas a helmintos intestinales, que a menudo tienen consecuencias graves como alteraciones cognitivas, disentería importante o anemia.
- Esas enfermedades causan unas 9400 defunciones cada año.

- El acceso a los servicios de agua potable y saneamiento y el mejoramiento de las prácticas de higiene pueden reducir la morbilidad por ascariasis en un 29% y la morbilidad por anquilostomiasis en un 4%.

1.6.2.4 Encefalitis japonesa

- Un 20% de los casos clínicos de encefalitis japonesa con síntomas clínicos mueren, y un 35% padecen lesiones cerebrales permanentes.
- El mejoramiento de la gestión de los recursos hídricos para el regadío reduce la transmisión de la enfermedad en el sur de Asia y en Asia oriental y sudoriental.

1.6.2.5 Hepatitis A

- Existen 1,5 millones de casos de hepatitis A clínica cada año⁷.

1.6.2.6 Arsénico

- En Bangladesh, entre 28 y 35 millones de personas consumen agua de bebida con elevados índices de arsénico.
- Se calcula que en Bangladesh existen 1,5 millones de casos de lesiones cutáneas relacionadas con la presencia de arsénico en el agua de bebida.
- En muchos países, como la Argentina, Bangladesh, Chile, China, India, México, Tailandia y los Estados Unidos, se han encontrado aguas subterráneas contaminadas con arsénico.

⁷ http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/facts2004/es/index.html

- La clave para la prevención es reducir el consumo de agua de bebida con elevados índices de arsénico, buscando fuentes alternativas de agua con poco arsénico o utilizando sistemas para extraerlo.

1.6.2.7 Fluorosis

- En China, más de 26 millones de personas padecen fluorosis dental debido a las altas concentraciones de fluoruro en el agua de bebida.
- En China, más de 1 millón de casos de fluorosis ósea se pueden atribuir al agua de bebida.
- Las principales estrategias de mitigación consisten en explotar el agua de las profundidades marinas, utilizar el agua dulce, construir reservorios y proceder a la defluorización.

1.6.2.8 Agua, medios sanitarios⁸

En el año 2006, un 48% de las viviendas tuvo acceso a agua entubada por red pública, mientras que la mayoría de las viviendas sin acceso, se encontraron en la Costa y la Amazonía. En la zona urbana, la cobertura fue del 66% y en la zona rural solo del 14%. Las viviendas indígenas y afroecuatorianas tuvieron una cobertura mucho más baja en relación las viviendas de personas mestizas. Sin embargo, alrededor del 90% de los hogares tuvieron acceso a los sistemas de eliminación de

⁸http://es.wikipedia.org/wiki/Agua_potable_y_saneamiento_en_Ecuador

excrementos a través de medios sanitarios y solo el 59% corresponde a sistema de alcantarillado mientras que el 73% hogares tuvo acceso a servicios de recolección de basura.

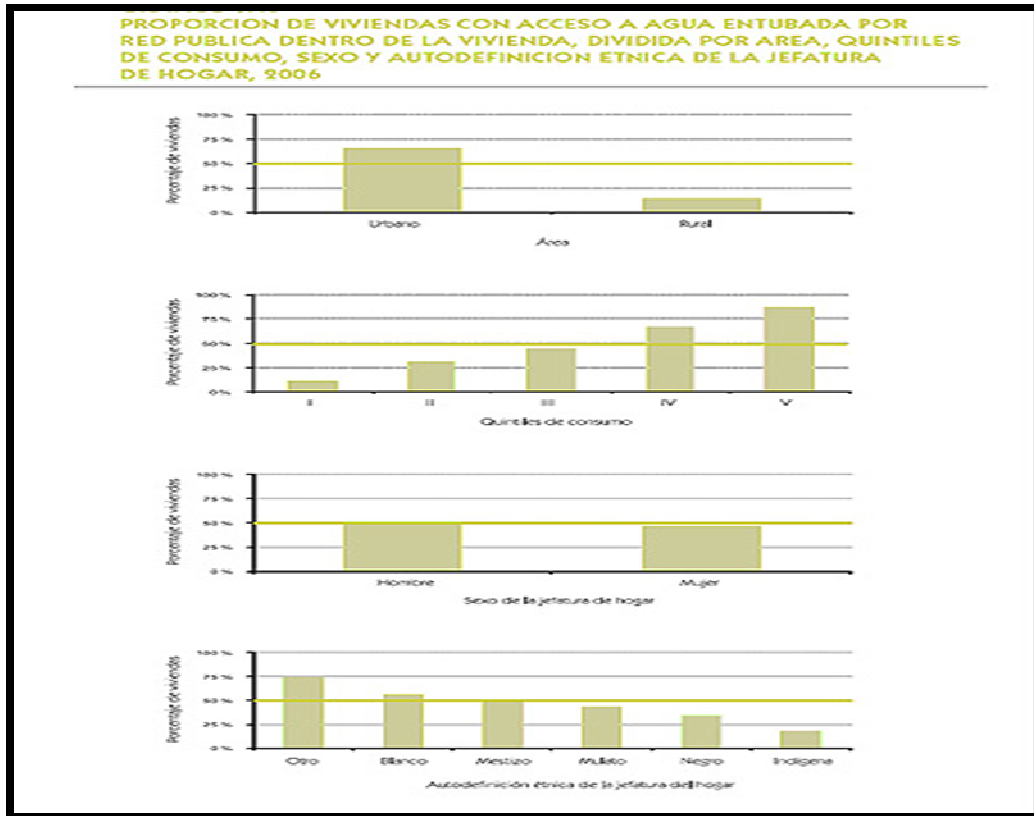


Gráfico 1-3: Proporción de Viviendas con Agua Potable

1.6.3 Agua Necesaria Para Producir Alimentos y Vestido



Gráfico 1-4: Agua virtual necesaria para producir alimentos y vestidos

El valor estratégico del agua: El agua es tanto un derecho como una responsabilidad. Tiene un valor económico, social y ambiental, por lo que cualquier actuación pública

y privada está obligada a tener en cuenta esta triple dimensión. No es un bien ilimitado, ni su disponibilidad en cuantía y calidad adecuada es gratuita. Hay que tener en cuenta tanto los costes reales como el beneficio económico que genera su utilización, respetando al mismo tiempo la exigencia de un caudal mínimo para mantener los ecosistemas.

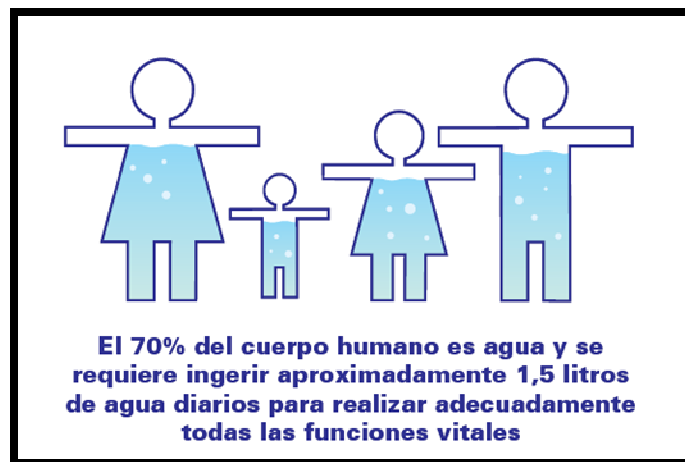


Grafico 1-5: Porcentaje de agua que necesita el cuerpo humano

1.6.4 Que sucede con la basura que arrojamamos a los ríos

1.6.4.1 Aluminio

El aluminio al reaccionar con el agua, forma una pequeña capa de óxido que la protege de la descomposición. Los envases de aluminio tardan muchos años en desintegrarse.

- Después de un (1) año, gran parte de la pintura ha desaparecido, pero el envase se mantiene intacto.
- Después de 5 (cinco) años, el envase puede encontrarse ya parcialmente enterrado en el lecho del río.

- Después de 10 (diez) años el envase se ha descompuesto por contacto con el suelo muy parcialmente.
- Tiempo estimado para su descomposición total: 200 a 500 años.

1.6.4.2 Vidrio

El vidrio es una sustancia prácticamente inerte en contacto con el agua.

- Al año Un envase de vidrio vacío se mantiene intacto en la superficie.
- A los cinco (5) años si se rompe sus fragmentos quedarán depositados en el lecho del río sin sufrir modificación alguna.
- Después de (Diez) años, los restos de vidrio pueden estar ya casi enterrados en el lecho del río, pero sin que hayan sufrido algún tipo de degradación.
- Tiempo estimado para su descomposición Total: Indeterminado

1.6.4.3 Plástico

Muchos plásticos pueden resquebrajarse por efecto de los rayos del sol, pero si llegan al lecho del río se degradarán muy lentamente.

- Después de un (1) año, los envases se encuentran prácticamente igual que cuando se arrojó.
- Después de los cinco (5) años, si se encuentran en la superficie, los rayos del sol han degradado parcialmente al plástico, pero el envase está intacto.
- Después de diez (10) años si el envase fue enterrado en el fondo del río, producto de las corrientes del río, puede permanecer intacto indefinidamente.

1.6.4.4 Las Pilas

Las pilas contienen metales pesados como el cadmio, mercurio, litio, etc. Que al desprenderse se fijan en el suelo, contaminando la tierra, el agua, a los animales y plantas e ingresando a través de ellos a la cadena alimentaria, con gran peligro para la población.

Debemos considerarlas residuos peligrosos, por lo que sería conveniente que sus depósitos se encontraran lejos de mares, ríos y napas subterráneas.

En el siguiente cuadro se puede observar una lista de elementos y cuanto tardan en descomponerse o que contaminación generan.

Cuadro 1-1: Descomposición y Contaminación de elementos que afectan al agua

ELEMENTO	TIEMPO DE DESCOMPOSICIÓN / CONTAMINACIÓN QUE GENERA
Lata de conserva	100 años
Lata de aluminio	200 a 500 años
Plásticos	450 años
Vidrios	Indeterminado
Pila botón	contamina 600 m ³ de agua
Pila alcalina	contamina 175 m ³ de agua
Fibra sintética	500 años
Tejido de algodón	1 a 5 meses
Papel	2 a 4 semanas
Medias de lana	1 año
Madera pintada	Hasta 13 años
Neumáticos	Indeterminado
Aceites y combustibles	Contaminan e impermeabilizan los suelos

Disfrutemos de la naturaleza sin alterar la vida del resto de los seres que habitan en ella.

1.7 Descripción General del Cantón Guamote

Guamote, ciudad de calles angosta que aún tienen el sabor colonial, se mueve al ritmo del tren que pasa por sus arterias, es el segundo cantón más extenso de los que integra la Provincia de Chimborazo, está atravesado de la vía panamericana que conduce a la ciudad de Cuenca, gran parte del territorio de Guamote está formada por tierras irregulares y desérticas. La arquitectura de los pueblos de este cantón y de sus comunidades indígenas, mantienen características que unen el pasado con el presente.

Extensión: 1223.3 Km².

Ubicación: Se encuentra localizado en la parte central del callejón interandino, al sur de Quito, a 50 Km de Riobamba.

Límites: Norte: con los cantones de Colta y Riobamba. Sur: con el Cantón Alausí. Este: con la Provincia de Morona Santiago. Oeste: con el cantón Pallatanga.

Población: 35.210 Habitantes.

Parroquias Urbanas Y Rurales: Urbana: Guamote. Rurales: Cebadas, Palmira.

Clima: Presenta un clima frío, pues se encuentra en una altiplanicie de 3.050 metros sobre el nivel del mar.

Actividad Económica: La población de Guamote fundamenta su supervivencia en la producción agropecuaria. Sus cultivos son de secano, donde se puede realizar una sola cosecha al año.

1.7.1 Historia



Fotografía 1-1: Cantón Guamote

Guamote formó parte de la villa de Riobamba, como parroquia eclesiástica en 1613, y parroquia civil en 1643, constituida la Gran Colombia, en 1824, el departamento del Ecuador se constituyó con las provincias de Imbabura, Pichincha, Chimborazo, esta última con los cantones; Riobamba, Ambato, Guano, Guaranda, Alausí y Macas: de acuerdo a este decreto, Guamote formó parte del cantón Riobamba. En 1884, pasa a formar parte del nuevo cantón Colta, creado el 27 de febrero de 1884. El territorio que hoy corresponde al cantón Guamote, estuvo habitada desde tiempos remotos por cacicazgos como los Guamutis, Atapos, BasanesPull, Tipines, Vishudes, entre otros.

Todos constituían parcialidades del reino de los Puruháes, pueblo Luchador dedicado a la cría del ganado, pastoreo y producción de lana. Antes de la llegada de los españoles estos grupos étnicos fueron invadidos primero por el imperio Inca, por la rebeldía de su gente se opusieron a esta invasión y a lo largo de la Colonia y la República, contra los españoles y los terratenientes denominándola en este período el Corazón de Rebeldía Puruhá, por lo que la historia cuenta diversos levantamientos indígenas de entre los que se destaca los de Guamote y Columbe (1803) en contra de

la cobranza de tributos, liderados por Lorenza Avimañay, Julián Quito y Francisco Sigla.

En la vida republicana participaron en la Revolución Liberal, cuando el general Eloy Alfaro tuvo el apoyo de más de 10.000 indígenas en su avance a hacia Quito. Dentro de la lucha por la tierra y en contra de los maltratos y abusos de los terratenientes, destaca la batalla de Chuquirá (1935) cuyo dirigente Principal fue el Coronel Ambrosio Lasso como respuesta a los continuos maltratos verbales, físicos y violaciones a las mujeres solteras y casadas realizadas por los hacendados.

Más adelante en la lucha contra la dictadura militar (1963) destacándose un dirigente mestizo guamoteño: Rafael Brito Mendoza. En el año de 1944 Guamote, cristaliza su cantonización que desde hace mucho tiempo atrás se venía gestionando, para lo cual se conformó una directiva. Con esta ayuda la delegación, había conseguido el decreto de cantonización de Guamote, con fecha 01 de agosto de 1944. El presidente de la República Dr. José María Velasco Ibarra, mediante el decreto No 606, Art. 1., establece: Constituyese en la Provincia de Chimborazo un nuevo cantón con el Nombre de Guamote, que comprenderá las parroquias de Guamote y Cebadas, esta última perteneciente al cantón Riobamba y de las parroquias que el nuevo cantón crease. En la actualidad el cantón Guamote está integrado por tres parroquias: La Matriz que lleva su mismo nombre y dos parroquias rurales Cebadas, y Palmira.

1.7.2 Parroquia Palmira

La parroquia Palmira se encuentra ubicada en el cantón Guamote en la provincia de Chimborazo a una altura de 3280 msnm con una temperatura promedio de 12,4°C y

fue creada el 27 de Mayo de 1861. La parroquia posee todos los servicios básicos como son; agua potable, luz eléctrica, alcantarillado, teléfono y telefonía celular. Además cuenta con Registro Civil, Tenencia política, Junta Parroquial y Control Integrado de Policía.



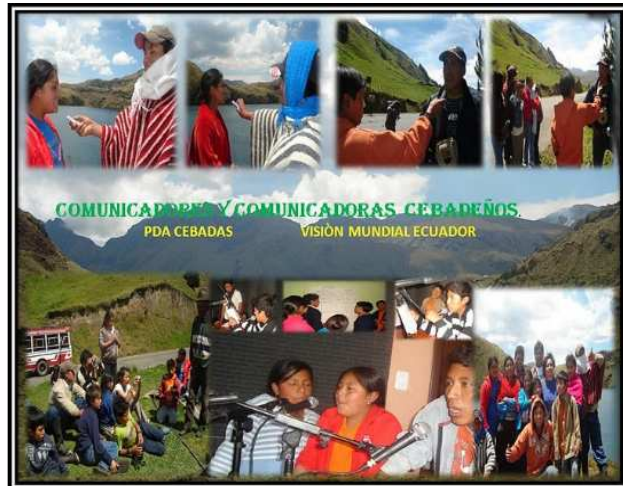
Fotografía 1-2: Parroquia Palmira

Palmira está a 45 km aproximadamente de la ciudad de Riobamba, vía a Cuenca. Para llegar al pueblo Palmira se toman los autobuses de la Coop. Alausí que salen del terminal de buses de Riobamba cada 30 minutos. Desde la ciudad de Quito y Riobamba hay distintas cooperativas de buses en la ruta a Cuenca, este servicio también sirve para el acceso a Palmira.

1.7.3 Parroquia Cebadas

Cebadas, es una parroquia situada, entre las estribaciones de la Cordillera Central. Pueblo prehistórico. Paso de los pueblos orientales hacia el callejón interandino. Guarguallá, Ichubamba, Atillo, Sesel y otras comunidades indígenas forman parte de esta parroquia.

Cebadas es una parroquia rural perteneciente al Cantón Guamote de la Provincia de Chimborazo; se encuentra desde los 78° 27 hasta los 78°39; longitud oeste, y a 1°52; hasta los 2°06; de latitud sur. Está a 15 Km. al este de la parroquia matriz Guamote y a 18 Km. al sureste del cantón Riobamba.



Fotografía 1-3: Parroquia Cebadas

El 90% corresponde a población rural indígena y el 10% restante corresponde a la parte urbana poblada por indígenas y mestizos. Dentro de la parroquia se encuentran diferentes organizaciones sociales. Entre los platillos típicos mencionados en cada comunidad tenemos: Papas con cuy, arroz de cebada con leche, hornado de cerdo y borrego, sopa de quinua con papas y nabo, machica (Cebada calentada en tiesto y molida), habas tostadas, mote, choclo con queso, papas hervidas con choclo queso y habas tiernas, sopa de quinua con carne de cerdo, la exquisita trucha y chaguarmishqui (zumo de penco).

1.8 Estadística

1.8.1 Introducción

La investigación cuya finalidad es: el análisis o experimentación de situaciones para el descubrimiento de nuevos hechos, la revisión o establecimiento de teorías y las

aplicaciones prácticas de las mismas, se basa en los principios de Observación y Razonamiento y necesita en su carácter científico el análisis técnico de Datos para obtener de ellos información confiable y oportuna. Este análisis de Datos requiere de la Estadística como una de sus principales herramientas, por lo que los investigadores de profesión y las personas que de una y otra forma la realizan requieren además de los conocimientos especializados en su campo de actividades, del manejo eficiente de los conceptos, técnicas y procedimientos estadísticos.

La estadística es una ciencia con base matemática referente a la recolección, análisis e interpretación de datos, que busca explicar condiciones regulares en fenómenos de tipo aleatorio.

Es transversal a una amplia variedad de disciplinas, desde la física hasta las ciencias sociales, desde las ciencias de la salud hasta el control de calidad. Se usa para la toma de decisiones en áreas de negocios o instituciones gubernamentales.

La estadística se divide en dos ramas:

- **La estadística descriptiva**, que se dedica a los métodos de recolección, descripción, visualización y resumen de datos originados a partir de los fenómenos en estudio. Los datos pueden ser resumidos numérica o gráficamente. Ejemplos básicos de parámetros estadísticos son: la media y la desviación estándar. Algunos ejemplos gráficos son: histograma, pirámide poblacional, clústers, etc.
- **La inferencia estadística**, que se dedica a la generación de los modelos, inferencias y predicciones asociadas a los fenómenos en cuestión teniendo en cuenta la aleatoriedad de las observaciones. Se usa para modelar patrones en los datos y extraer inferencias acerca de la población bajo estudio. Estas inferencias pueden

tomar la forma de respuestas a preguntas si/no (prueba de hipótesis), estimaciones de características numéricas (estimación), pronósticos de futuras observaciones, descripciones de asociación (correlación) o modelamiento de relaciones entre variables (análisis de regresión). Otras técnicas de modelamiento incluyen anova, series de tiempo y minería de datos.

Ambas ramas (descriptiva e inferencial) comprenden la estadística aplicada. Hay también una disciplina llamada estadística matemática, la cual se refiere a las bases teóricas de la materia. La palabra «estadísticas» también se refiere al resultado de aplicar un algoritmo estadístico a un conjunto de datos, como en estadísticas económicas, estadísticas criminales, etc.

- **Estadística**

Es el conjunto de procedimientos y técnicas empleadas para recolectar, organizar y analizar datos, los cuales sirven de base para tomar decisiones en las situaciones de incertidumbre que plantean las ciencias sociales o naturales.

- **Estadística Inductiva y Deductiva**

Uno de los problemas fundamentales de la Estadística es el estudio de la relación existente entre una población y sus muestras. Según la dirección de tal relación la Estadística puede ser:

- ✓ **Deductiva**, cuando a partir del conocimiento de la población se trata de caracterizar cada muestra posible.
- ✓ **Inductiva**, cuando a partir del conocimiento derivado de una muestra se pretende caracterizar la población.

La **estadística descriptiva** es una gran parte de la estadística que se dedica a analizar y representar los datos. Este análisis es muy básico. Aunque hay tendencia a generalizar a toda la población, las primeras conclusiones obtenidas tras un análisis descriptivo, es un estudio calculando una serie de medidas de tendencia central, para ver en qué medida los datos se agrupan o dispersan en torno a un valor central.

1.8.2 Medidas de Tendencia Central

Al describir grupos de observaciones, con frecuencia es conveniente resumir la información con un solo número. Este número que, para tal fin, suele situarse hacia el centro de la distribución de datos se denomina **medida o parámetro de tendencia central o de centralización**. Cuando se hace referencia únicamente a la posición de estos parámetros dentro de la distribución, independientemente de que ésta esté más o menos centrada, se habla de estas medidas como **medidas de posición**. En este caso se incluyen también los cuantiles entre estas medidas.

- **Media, Mediana, Moda**

Ahora nos ocuparemos exclusivamente de las variables cuantitativas, puesto que con los atributos no se pueden realizar operaciones aritméticas. Como hemos estudiado, las variables estadísticas cuantitativas se dividen o clasifican en discretas o continuas, por lo que necesitaremos precisar cómo se calculan dichas medidas en cada caso.

Las medidas estadísticas pretenden "resumir" la información de la "muestra" para poder tener así un mejor conocimiento de la población.

Las medidas de tendencia central corresponden a valores que generalmente se ubican en la parte central de un conjunto de datos. (Ellas permiten analizar los datos en torno a un valor central). Entre éstas están la media aritmética, la moda y la mediana.

a) Media aritmética

Es aquella medida que se obtiene al dividir la suma de todos los valores de una variable por la frecuencia total. En palabras más simples, corresponde a la suma de un conjunto de datos dividida por el número total de dichos datos.

$$\bar{x} = \frac{\text{suma de todos los valores}}{\text{numero total de datos}} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots}{n}$$

Ecuación 3

Definición:

Dados los n números $\{a_1, a_2, \dots, a_n\}$, la **media aritmética** se define simplemente como:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_i = \frac{a_1 + a_2 + a_3 + \dots + a_n}{n}$$

Ecuación 4

La media aritmética es el promedio de un conjunto de valores, o su distribución; sin embargo, para las distribuciones con sesgo, la media no es necesariamente el mismo valor que la mediana o que la moda.

Ejemplo 1:

En matemáticas, un alumno tiene las siguientes notas: 4, 7, 7, 2, 5, 3; $n = 6$ (número total de datos).

$$\bar{x} = \frac{4 + 7 + 7 + 2 + 5 + 3}{6} = \frac{28}{6} = 4,8$$

La media aritmética de las notas de esa asignatura es 4,8. Este número representa el promedio.

Ejemplo 2:

Cuando se tienen muchos datos es más conveniente agruparlos en una tabla de frecuencias y luego calcular la media aritmética. El siguiente cuadro lo ilustra.

Largo (en m)	Frecuencia absoluta	Largo por Frecuencia absoluta
5	10	5 . 10 = 50
6	15	6 . 15 = 90
7	20	7 . 20 = 140
8	12	8 . 12 = 96
9	6	9 . 6 = 54
	Frecuencia total = 63	430

Cuadro 1-2: Tabla de Frecuencias

$$\bar{x} = \frac{430}{63} = 6,825$$

Se debe recordar que la frecuencia absoluta indica cuántas veces se repite cada valor, por lo tanto, la tabla es una manera más corta de anotar los datos (si la frecuencia absoluta es 10, significa que el valor a que corresponde se repite 10 veces).

b) Moda (Mo)

Es la medida que indica cual dato tiene la mayor frecuencia en un conjunto de datos, o sea, cual se repite más.

Ejemplo 1:

Determinar la moda en el siguiente conjunto de datos que corresponden a las edades de niñas de un Jardín Infantil.

5, 7, 3, 3, 7, 8, 3, 5, 9, 5, 3, 4, 3

La edad que más se repite es 3, por lo tanto, la Moda es 3 ($Mo = 3$)

Ejemplo 2:

20, 12, 14, 23, 78, 56, 96

En este conjunto de datos no existe ningún valor que se repita, por lo tanto, este conjunto de valores no tiene moda.

c) Mediana (Mes)

Es el valor central de un conjunto de valores ordenados en forma creciente o decreciente. Dicho en otras palabras, la Mediana corresponde al valor que deja igual número de valores antes y después de él en un conjunto de datos agrupados.

Según el número de valores que se tengan se pueden presentar dos casos:

- Si el número de valores es impar, la Mediana corresponderá al valor central de dicho conjunto de datos.

- Si el número de valores es par, la Mediana corresponderá al promedio de los dos valores centrales (los valores centrales se suman y se dividen por 2).

Ejemplo 1:

Se tienen los siguientes datos: 5, 4, 8, 10, 9, 1, 2

Al ordenarlos en forma creciente, es decir de menor a mayor, se tiene:

1, 2, 4, 5, 8, 9, 10

El 5 corresponde a la Med, porque es el valor central en este conjunto de datos impares.

Ejemplo 2:

El siguiente conjunto de datos está ordenado en forma decreciente, de mayor a menor, y corresponde a un conjunto de valores pares, por lo tanto, la Med será el promedio de los valores centrales.

21, 19, 18, 15, 13, 11, 10, 9, 5, 3

$$Med = \frac{13 + 11}{2} = \frac{24}{2} = 12$$

Ejemplo 3:



Grafico 1-6: Diagrama de Barras

En el gráfico de barras (que tiene un número par de columnas) los valores centrales son 72 y 77, por lo tanto, la mediana es:

$$Med = \frac{72 + 77}{2} = \frac{149}{2} = 74,5$$

1.8.3 Medidas de Dispersión

A pesar de la gran importancia de las medidas de tendencia central y de la cantidad de información que aportan individualmente, no hay que dejar de señalar que en muchas ocasiones esa información, no sólo no es completa, sino que puede inducir a errores en su interpretación.

Las **medidas de dispersión**, también llamadas **medidas de variabilidad**, muestran la variabilidad de una distribución, indicando por medio de un número, si las diferentes puntuaciones de una variable están muy alejadas de la mediana media. Cuanto mayor sea ese valor, mayor será la variabilidad, cuanto menor sea, más homogénea será a la mediana media. Así se sabe si todos los casos son parecidos o varían mucho entre ellos.

Para calcular la variabilidad que una distribución tiene respecto de su media, se calcula la media de las desviaciones de las puntuaciones respecto a la media aritmética. Pero la suma de las desviaciones es siempre cero, así que se adoptan dos clases de estrategias para salvar este problema. Una es tomando las desviaciones en

valor absoluto (Desviación media) y otra es tomando las desviaciones al cuadrado (Varianza).

a) Varianza

La **varianza** es una medida estadística que mide la dispersión de los valores respecto a un valor central (media), es decir, la media de las diferencias cuadráticas de las puntuaciones respecto a su media aritmética. Suele ser representada con la letra griega σ o una **V** en mayúscula.

$$S_x^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$$

Ecuación 5

Propiedades

- La varianza es siempre positiva o 0: $V_X^2 \geq 0$
- Si a los datos de la distribución les sumamos una cantidad constante la varianza no se modifica.

$$Y_i = X_i + k \text{ c}$$

Ecuación 6

$$S_Y^2 = \frac{\sum (Y_i - \bar{Y})^2}{n} = \frac{\sum [(X_i + k) - (\bar{X} + k)]^2}{n} = \frac{\sum (X_i + k - \bar{X} - k)^2}{n} = \frac{\sum (X_i - \bar{X})^2}{n} = S_X^2$$

Ecuación 7

- Si a los datos de la distribución les multiplicamos una constante, la varianza queda multiplicada por el cuadrado de esa constante.

$$Y_i = X_i \cdot k$$

Ecuación 8

$$S_Y^2 = \frac{\sum(Y_i - \bar{Y})^2}{n} = \frac{\sum(X_i \cdot k - \bar{X} \cdot k)^2}{n} = \frac{\sum[k \cdot (X_i - \bar{X})]^2}{n} = \frac{\sum[k^2 \cdot (X_i - \bar{X})^2]}{n} = k^2 \cdot \frac{\sum(X_i - \bar{X})^2}{n} = k^2 \cdot S_X^2$$

Ecuación 9

- Propiedad distributiva: $V(X + Y) = V(X) + V(Y)$

b) Desviación Típica

Es sin duda la medida de dispersión más importante, ya que además sirve como medida previa al cálculo de otros valores estadísticos.

La varianza a veces no se interpreta claramente, ya que se mide en unidades cuadráticas. Para evitar ese problema se define otra medida de dispersión, que es la **desviación típica**, o **desviación estándar**, que se halla como la raíz cuadrada positiva de la varianza. La desviación típica informa sobre la dispersión de los datos respecto al valor de la media; cuanto mayor sea su valor, más dispersos estarán los datos. Esta medida viene representada en la mayoría de los casos por **S**, dado que es su inicial de su nominación en inglés.

La **desviación típica** se define como la raíz cuadrada de la media de los cuadrados de las desviaciones con respecto a la media de la distribución. Es decir,

$$S = \sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{N}}$$

Ecuación 10

c) Desviación Típica Muestral

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

Ecuación 11

- **Cálculo de la desviación típica para datos no agrupados en clases**

Hallar la desviación típica de la serie: 5, 8, 10, 12, 16.

Tabla 1-iv: Cálculos Estadísticos

x	$ x - \bar{x} $	$ x - \bar{x} ^2$
5	-5,2	27,04
8	-2,2	4,84
10	-0,2	0,04
12	1,8	3,24
16	5,8	33,64

Primero hallamos $\bar{x} = 10,2$

Luego: $S = \sqrt{13,76} = 3,71$

- **Cálculo de la desviación típica para datos agrupados en clases y agrupados por frecuencias**

Método largo: Se aplica la siguiente fórmula

$$S = \sqrt{\frac{\sum fx^2}{N}}$$

Ecuación 12

Donde $x = x_m - \bar{x}$ y f es la frecuencia absoluta de cada intervalo.

Método abreviado o corto: La fórmula a utilizar es:

$$S = I \sqrt{\frac{\sum fd^2}{N} - \left(\frac{\sum fd}{N}\right)^2}$$

Ecuación 13

Dónde:

I: amplitud de la clase

D: distancia en clases desde cada una en concreto a la clase que contiene a la media supuesta A.

Ejemplo: Las alturas en cm de un grupo de 103 personas se distribuyen así:

Tabla 1-v: Alturas en cm de personas

Clases	f
150 – 155	3
155 – 160	6
160 – 165	12
165 – 170	18
170 – 175	25
175 – 180	17
180 – 185	10
185 – 190	7
190 – 195	4
195 – 200	1
	103

Resp: S = 9,56

d) Desviación Típica poblacional

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \mu)^2}{N}}$$

Ecuación 14

1.8.4 Estudio de la Normalidad de los Datos⁹

Muchos métodos estadísticos; se basan en la hipótesis de normalidad de la variable objeto de estudio. De hecho, si la falta de normalidad de la variable es suficientemente fuerte, muchos de los contrastes utilizados en los análisis estadístico-inferenciales no son válidos. Incluso aunque las muestras grandes tiendan a disminuir los efectos perniciosos de la no normalidad, el investigador debería evaluar la normalidad de todas las variables incluidas en el análisis.

⁹ www.5campus.com/ Salvador Figueras, M y Gargallo, P. (2003): "Análisis Exploratorio de Datos"

Existen varios métodos para evaluar la normalidad de un conjunto de datos que pueden dividirse en dos grupos: los **métodos gráficos** y los **contrastos de hipótesis**.

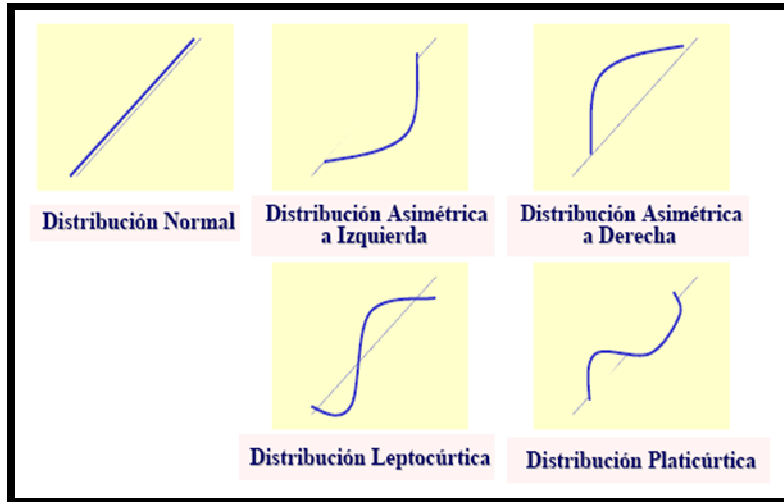
1.8.4.1 Métodos gráficos

El método gráfico univariante más simple para diagnosticar la normalidad es una comprobación visual del **histograma** que compare los valores de los datos observados con una distribución normal. Aunque atractivo por su simplicidad, este método es problemático para muestras pequeñas, donde la construcción del histograma puede distorsionar la representación visual de tal forma que el análisis sea poco fiable.

Otras posibilidades, también basadas en información gráfica, consisten en realizar **diagramas de cuantiles** (Q-Q plots).

Los diagramas de cuantiles comparan en un sistema de coordenadas cartesianas, los cuantiles muestrales (eje X) con los cuantiles esperados bajo la hipótesis normalidad. Si la distribución de partida es normal dichos diagramas tenderán a ser rectas que pasan por el origen. Cuanto más se desvíen de una recta; menos normales serán los datos.

Cuadro 1-3: Diagramas de cuantiles de distintos tipos de Distribuciones



1.8.4.2 Contrastes de Hipótesis

La segunda de las formas para comprobar la normalidad de una distribución se efectúa a través de un **contraste de hipótesis**. No existe un contraste óptimo para probar la hipótesis de normalidad. La razón es que la potencia relativa depende del tamaño muestral y de la verdadera distribución que genera los datos. Desde un punto de vista poco riguroso, el contraste de Shapiro y Wilks es, en términos generales, el más conveniente en muestras pequeñas ($n < 30$), mientras que el contraste de Kolmogorov-Smirnov, en la versión modificada de Lilliefors es adecuado para muestras grandes.

En el **test de Kolmogorov-Smirnov** la hipótesis nula que se pone a prueba es que los datos proceden de una población con distribución normal frente a una alternativa de que no es así. Este contraste calcula la distancia máxima entre la función de distribución empírica de la muestra y la teórica. Si la distancia calculada es mayor que la encontrada en las tablas, fijado un nivel de significación, se rechaza el modelo normal.

$$D = \max |F_n(x) - F_o(x)|$$

Ecuación 15

La prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra se considera un procedimiento de "bondad de ajuste", es decir, permite medir el grado de concordancia existente entre la distribución de un conjunto de datos y una distribución teórica específica. Su objetivo es señalar si los datos provienen de una población que tiene la distribución teórica especificada.

Mediante la prueba se compara la distribución acumulada de las frecuencias teóricas (f_t) con la distribución acumulada de las frecuencias observadas (f_{obs}), se encuentra el punto de divergencia máxima y se determina qué probabilidad existe de que una diferencia de esa magnitud se deba al azar.

Pasos para el cálculo de la Prueba de Kolmogorov-Smirnov:

1. Calcular las frecuencias esperadas de la distribución teórica específica por considerar para determinado número de clases, en un arreglo de rangos de menor a mayor.
2. Arreglar estos valores teóricos en frecuencias acumuladas.
3. Arreglar acumulativamente las frecuencias observadas.
4. Aplicar la ecuación $D = f_t - f_{obs}$, donde D es la máxima discrepancia de ambas.
5. Comparar el valor estadístico D de Kolmogorov-Smirnov en la tabla de valores críticos de D .
6. Decidir si se acepta o rechaza la hipótesis.

En esta ecuación se aprecia que el procedimiento es muy simple y quizá lo que parezca más complicado corresponde al cálculo de la frecuencia esperada de cada tipo de distribución teórica.

Otros contrastes muy utilizados son los **tests de asimetría** y **curtosis** cuyos estadísticos muestrales vienen dados por:

$$z_{asimetría} = \frac{asimetría}{\sqrt{\frac{6}{N}}} \quad ; \quad y \quad z_{curtosis} = \frac{curtosis}{\sqrt{\frac{24}{N}}}$$

Donde N es el tamaño muestral. Si es cierta la hipótesis de normalidad ambos se distribuyen asintóticamente según una $N(0,1)$.

1.8.5 Datos Atípicos (OUTLIERS)¹⁰

Los casos atípicos son observaciones con características diferentes de las demás.

Este tipo de casos no pueden ser caracterizados categóricamente como benéficos o problemáticos sino que deben ser contemplados en el contexto del análisis y debe evaluarse el tipo de información que pueden proporcionar. Su principal problema radica en que son elementos que pueden no ser representativos de la población pudiendo distorsionar seriamente el comportamiento de los contrastes estadísticos. Por otra parte, aunque diferentes a la mayor parte de la muestra, pueden ser indicativos de las características de un segmento válido de la población y, por consiguiente, una señal de la falta de representatividad de la muestra.

1.8.5.1 Tipos de outliers

Los casos atípicos pueden clasificarse en 4 categorías que son:

¹⁰ www.5campus.com/ Salvador Figueras, M y Gargallo, P. (2003): "Análisis Exploratorio de Datos"

- La primera categoría contiene aquellos casos atípicos que surgen de un error de procedimiento, tales como la entrada de datos o un error de codificación. Estos casos atípicos deberían subsanarse en el filtrado de los datos, y si no se puede, deberían eliminarse del análisis o recodificarse como datos ausentes.
- La segunda clase es la observación que ocurre como consecuencia de un acontecimiento extraordinario. En este caso, el outlier no representa ningún segmento válido de la población y puede ser eliminado del análisis.
- La tercera clase contiene las observaciones cuyos valores caen dentro del rango de las variables observadas pero que son únicas en la combinación de los valores de dichas variables. Estas observaciones deberían ser retenidas en el análisis pero estudiando qué influencia ejercen en los procesos de estimación de los modelos considerados.
- La cuarta y última clase comprende las observaciones extraordinarias para las que el investigador no tiene explicación. En estos casos lo mejor que se puede hacer es replicar el análisis con y sin dichas observaciones con el fin de analizar su influencia sobre los resultados. Si dichas observaciones son influyentes el analista debería reportarlo en sus conclusiones y debería averiguar el porqué de dichas observaciones.

1.8.5.2 Identificación de outliers

Los casos atípicos pueden identificarse desde una perspectiva univariante o multivariante.

La perspectiva univariante examina la distribución de observaciones para cada variable, seleccionando como casos atípicos aquellos casos cuyos valores caigan fuera de los rangos de la distribución. La cuestión principal consiste en el

establecimiento de un umbral para la designación de caso atípico. Esto se puede hacer gráficamente mediante histogramas o diagramas de caja o bien numéricamente, mediante el cálculo de puntuaciones tipificadas. Para muestras pequeñas (de 80 o incluso menos observaciones), las pautas sugeridas identifican como atípicos aquellos casos con valores estándar de 2.5 o superiores. Cuando los tamaños muestrales son mayores, las pautas sugieren que el valor umbral sea 3.

1.8.6 Distribución Normal¹¹

La Distribución continúa de probabilidad más importante en todo el campo de la estadística; es la **distribución normal**. Su grafica que se denomina **curva normal**, es la **curva con forma de campana**, la cual describe aproximadamente muchos fenómenos que ocurren en la naturaleza, la industria y la investigación. Las mediciones físicas en áreas como los experimentos meteorológicos, estudios de lluvia, y mediciones de partes fabricadas a menudo se explican más que adecuadamente con una distribución normal.

Además, los errores en las mediciones científicas se aproximan extremadamente bien mediante una distribución normal.

¹¹ (Walpole, 1999)

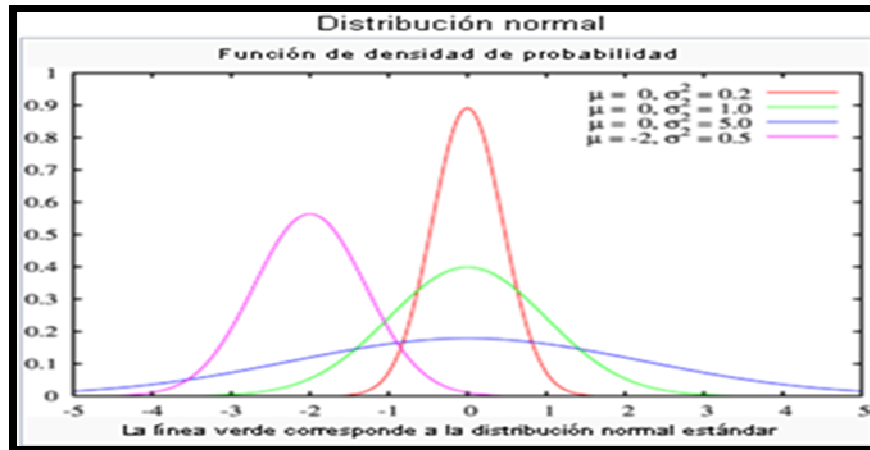


Gráfico 1-7: Función de Densidad de Probabilidad

En estadística y probabilidad se llama **distribución normal, distribución de Gauss o distribución gaussiana**, a una de las **distribuciones de probabilidad de variable continua** que con más frecuencia aparece en fenómenos reales.

La gráfica de su función de densidad tiene una forma acampanada y es simétrica respecto de un determinado parámetro. Esta curva se conoce como campana de Gauss.

La importancia de esta distribución radica en que permite modelar numerosos fenómenos naturales, sociales y psicológicos. Mientras que los mecanismos que subyacen a gran parte de este tipo de fenómenos son desconocidos, por la enorme cantidad de variables incontrolables que en ellos intervienen, el uso del modelo normal puede justificarse asumiendo que cada observación se obtiene como la suma de unas pocas causas independientes.

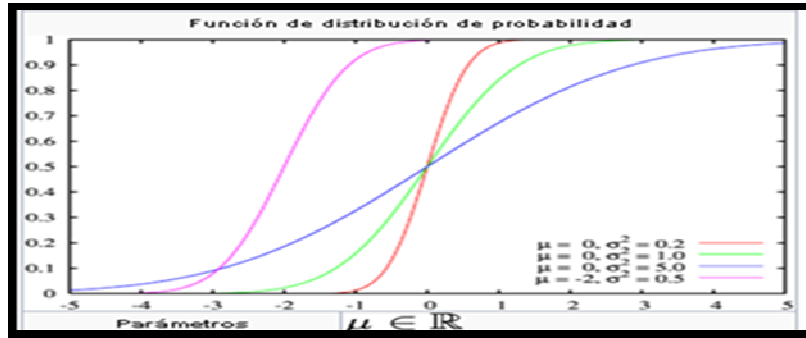


Gráfico 1-8: Distribución Normal

Se dice que una variable aleatoria continua X sigue una distribución normal de parámetros μ y σ y se denota $X \sim N(\mu, \sigma)$ si su función de densidad está dada por:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)^2}, \quad x \in \mathbb{R},$$

Ecuación 16

Donde μ (mu) es la media y σ (sigma) es la desviación típica (σ^2 es la varianza).

Se llama **distribución normal "estándar"** a aquella en la que sus parámetros toman los valores $\mu = 0$ y $\sigma = 1$. En este caso la función de densidad tiene la siguiente expresión:

$$f(x) = f_{0,1}(x) = \frac{e^{-\frac{x^2}{2}}}{\sqrt{2\pi}}, \quad x \in \mathbb{R},$$

Ecuación 17

Su gráfica se muestra a la derecha y con frecuencia se usan tablas para el cálculo de los valores de su distribución.

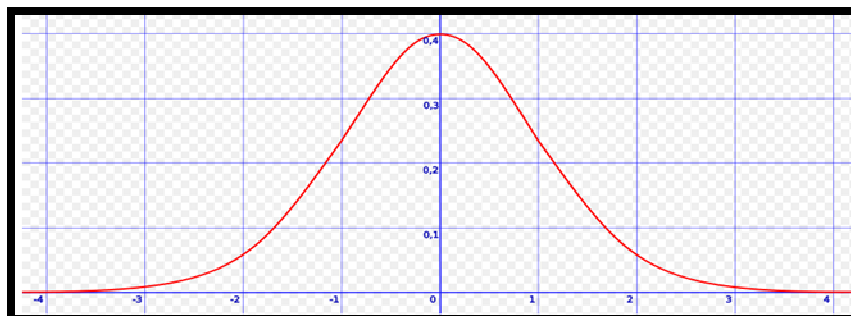


Grafico 1-9: Función de Densidad

La función de distribución de la distribución normal está definida como sigue:

$$\begin{aligned}\Phi_{\mu,\sigma^2}(x) &= \int_{-\infty}^x \varphi_{\mu,\sigma^2}(u) du \\ &= \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{(u-\mu)^2}{2\sigma^2}} du, \quad x \in \mathbb{R}\end{aligned}$$

Ecuación 18

Por tanto, la función de distribución de la normal estándar es:

$$\Phi(x) = \Phi_{0,1}(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^x e^{-\frac{u^2}{2}} du, \quad x \in \mathbb{R}.$$

Ecuación 19

Esta función de distribución puede expresarse en términos de una función especial llamada función error de la siguiente forma:

$$\Phi(x) = \frac{1}{2} \left[1 + \operatorname{erf}\left(\frac{x}{\sqrt{2}}\right) \right], \quad x \in \mathbb{R},$$

Ecuación 20

y la propia función de distribución puede, por consiguiente, expresarse así:

$$\Phi_{\mu,\sigma^2}(x) = \frac{1}{2} \left[1 + \operatorname{erf}\left(\frac{x-\mu}{\sigma\sqrt{2}}\right) \right], \quad x \in \mathbb{R}.$$

Ecuación 21

El complemento de la función de distribución de la normal estándar, $1 - \Phi(x)$, se denota con frecuencia $Q(x)$, y es referida, a veces, como simplemente **función Q**, especialmente en textos de ingeniería. Esto representa la cola de probabilidad de la distribución gaussiana. También se usan ocasionalmente otras definiciones de la función Q, las cuales son todas ellas transformaciones simples de Φ .

La inversa de la función de distribución de la normal estándar (función cuantil) puede expresarse en términos de la inversa de la función de error:

$$\Phi^{-1}(p) = \sqrt{2} \operatorname{erf}^{-1}(2p - 1), \quad p \in (0, 1),$$

Ecuación 22

y la inversa de la función de distribución puede, por consiguiente, expresarse como:

$$\Phi_{\mu, \sigma^2}^{-1}(p) = \mu + \sigma \Phi^{-1}(p) = \mu + \sigma \sqrt{2} \operatorname{erf}^{-1}(2p - 1), \quad p \in (0, 1).$$

Ecuación 23

Esta función cuantil se llama a veces la función probit. No hay una primitiva elemental para la función probit. Esto no quiere decir meramente que no se conoce, sino que se ha probado la inexistencia de tal función. Existen varios métodos exactos para aproximar la función cuantil mediante la distribución normal.

Los valores $\Phi(x)$ pueden aproximarse con mucha precisión por distintos métodos, tales como integración numérica, series de Taylor, series asintóticas y fracciones continuas.

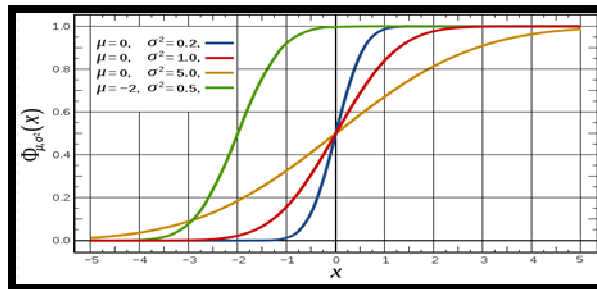


Gráfico 1-10: Función de Distribución

1.8.7 Promedios Móviles y Métodos de Suavizamiento

Estos promedios móviles sirven para pronosticar una serie de tiempo. Existen tres enfoques que son: el informal, el de promedio y el de suavizamiento.

Una buena estrategia para evaluar los métodos de pronóstico implica los siguientes pasos:

1. Se elige un método de pronóstico con base en el análisis y la intuición del pronosticador sobre la naturaleza de los datos.
2. El conjunto de datos se divide en dos secciones: una de ajustes y otra de la validación de la técnica pronostico.
3. La técnica de pronóstico elegida se utiliza para obtener pronósticos de prueba o de valores de ajuste con la primera porción de datos.
4. La técnica se utiliza para pronosticar la segunda sección, los pronósticos obtenidos se comparan con los datos a fin de evaluar el error de pronóstico.
5. Se toma una decisión. Se podría utilizar la técnica en su forma actual, modificarla o desarrollar un pronóstico mediante otra técnica y luego comparar los resultados.

1.8.7.1 Método Informal

Se usa para desarrollar modelos sencillos, suponen que los datos más recientes proporcionan los mejores elementos para predecir el futuro.

$$\hat{Y}_{t+1} = Y_t$$

Ecuación 24

Donde \hat{Y}_{t+1} es el pronóstico realizado en el tiempo t (el origen del pronóstico) para el tiempo t+1. El pronóstico informal para cada periodo es la observación inmediatamente anterior. Se le da 100 % del peso al valor actual

de la serie. En ocasiones, el pronóstico informal es llamado pronostico “de no cambio”

Dado que el pronóstico informal de la ecuación anterior descarta todas las demás observaciones, este esquema detecta los cambios rápidamente. El problema con este enfoque es que las fluctuaciones aleatorias se producen con la misma fidelidad que los cambios en los datos fundamentales.

1.8.7.2 Método de Promedio

Son aquellos que generan pronósticos con base en el promedio de observaciones pasadas.

Los datos históricos pueden suavizarse de muchas formas. El objetivo es utilizar datos anteriores para desarrollar un modelo de pronósticos para periodos futuros. Se toma una decisión para utilizar los primeros puntos de datos como la parte de inicialización y los datos restantes como la parte de prueba. A continuación, se usa la ecuación siguiente para promediar (o calcular la media) de la parte de inicialización de los datos y para pronosticar el siguiente periodo.

$$\hat{Y}_{t+1} = \frac{1}{t} \sum_{i=1}^t Y_i$$

Ecuación 25

1.8.7.3 Métodos de Suavizamiento

Son aquellos que generan pronósticos con base en promedios ponderados, en donde las ponderaciones decrecen exponencialmente para los valores precedentes.

$$\hat{Y}_{t+1} = \alpha Y_t + (1 - \alpha)\hat{Y}_t$$

Donde

\hat{Y}_{t+1} = nuevo valor suavizado o el valor del pronóstico para el siguiente periodo

α = constante de suavizamiento $0 < \alpha < 1$

Y_t = Nueva observación o valor real de una serie en el periodo t

\hat{Y}_t = antiguo valor suavizado o pronóstico para el periodo t

Puede expresarse como:

$$\hat{Y}_{t+1} = \hat{Y}_t + \alpha(Y_t - \hat{Y}_t)\hat{Y}_t$$

Ecuación 26

1.8.7.4 Medición del error del Pronóstico

- MAD: Desviación absoluta media. Mide la precisión del pronóstico al promediar las magnitudes de los errores de pronóstico.

$$MAD = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |Y_t - \hat{Y}_t|$$

Dónde:

Y_t = valor real de una serie en el periodo t

\hat{Y}_t = valor del pronóstico para el periodo t

- MSE: Error cuadrático medio. Este método penaliza los errores grandes de pronóstico.

$$MSE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2$$

Dónde:

Y_t = valor real de una serie en el periodo t

\hat{Y}_t = valor del pronóstico para el periodo t

- MAPE: Error porcentual absoluto medio. Proporciona una indicación de cuan grandes son los errores de pronóstico en comparación con los valores reales de la serie.

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|Y_t - \hat{Y}_t|}{Y_t}$$

Dónde:

Y_t = valor real de una serie en el periodo t

\hat{Y}_t = valor del pronóstico para el periodo t

CAPÍTULO II

2. PARTE EXPERIMENTAL

2.1 Lugar de Investigación

La presente investigación se llevó a cabo en los laboratorios de Análisis de agua, microbiológico del Cantón Guamote de la Provincia de Chimborazo.

El estudio en vivo se lo realizó en todos y cada uno de los tanques de reservas de aguas, ubicadas en las diferentes comunidades del Cantón Guamote de la Provincia de Chimborazo.

2.2 Materiales y Equipos

2.2.1 Materiales:

- ✓ Papel
- ✓ Computador
- ✓ Tinta
- ✓ Cámara
- ✓ Equipos de Laboratorio Químico
- ✓ Envases
- ✓ Internet
- ✓ Libros

2.2.2 Materiales de Laboratorio:

- ✓ Vasos de precipitación
- ✓ Pipetas de 2,5,10 ml
- ✓ Capsulas de porcelana
- ✓ Probetas
- ✓ Mascarillas
- ✓ Medidor de Color
- ✓ Medidor de Turbiedad
- ✓ Medidor de Ph
- ✓ Espectrofotometro



Grafico 2-1: Equipo de Laboratorio

2.3 Métodos

Se aplicó el método analítico para la toma de muestras, el mismo que es importante pues de nada servirá realizar determinaciones analíticas muy precisas si las muestras que llegan al laboratorio no son representativas. Por lo que posteriormente, se ha aplicado el método experimental, a la recolección de las muestras de agua puntuales en cada comunidad; del Cantón Guamote y sus parroquias Palmira, Cebadas y la Matriz; durante el periodo 2009 - 2010.

Los aspectos principales objeto de atención en la toma de muestras son:

- **Parámetros de estudio**

Son objeto de estudio los parámetros físico-químicos y bacteriológicos. Adicionalmente el Índice de Calidad del Agua (ICAD).

Hay que establecer cuáles de ellos se determinan *in situ* y cuáles en el laboratorio.

- **Tipo de muestras a recoger**

Según los objetivos del estudio se pueden recoger y analizar:

- **Muestras Puntuales**

2.3.1 Volumen de la muestra

Es esencial la definición de la cantidad de muestra de aguas a recoger. Ésta debe ser suficiente para llevar a cabo todos los análisis y ensayos previstos y realización de repeticiones en caso necesario (control de calidad, contraste, etc.).

2.3.2 Número de muestras a determinar

El número de muestras a tomar, es uno de los aspectos principales para que el muestreo resulte estadísticamente representativo, tomando en cuenta que hay parámetros que varían con el tiempo, por lo que si no pueden evaluarse *in situ* deben preservarse mediante aditivos. Los aditivos varían según el compuesto específico a determinar por lo que puede ser necesario tomar varias muestras.

La temperatura, el pH y los gases deben determinarse inmediatamente en el lugar de muestreo.



Fotografía 2-1: Recolección de la Muestra de Agua

2.3.3 Muestreo de Aguas

- **Tipo de Muestras:** Depende del parámetro a medir. La técnica específica cual usar.
- **Muestreo Instantánea o simple:** Cuando la fuente es razonablemente constante en el espacio y en el tiempo (algunos suministros de agua, pocas aguas residuales). Si hay cambios en el tiempo, pueden observarse fácilmente tales variaciones. También se utilizan para flujos discontinuos o si el parámetro cambia mucho durante el período de muestreo. Para analizar OD, cloro, T, pH, acidez, coliformes y grasas.

2.3.4 Generalmente se recurre a muestreos puntuales cuando:



Fotografía 2-2: Recolección de Muestras en los diferentes puntos

- ✓ El agua que se desea investigar fluye sólo intermitentemente.
- ✓ Cuando se desean conocer las características “pico” o extremas de un determinado vertimiento.

- ✓ Cuando se desea conocer la composición de un cuerpo de aguas relativamente estático o pequeño.
- ✓ Cuando se desea conocer la variación de la composición, en función del tiempo, de un determinado vertimiento.
- ✓ Cuando se desea conocer el efecto de un evento puntual sobre un cauce receptor.

2.3.5 Modificaciones que puede sufrir la muestra de agua durante el muestreo

- ✓ Temperatura
- ✓ pH
- ✓ Pérdida de iones metálicos por adsorción o intercambio iónico.
- ✓ Pérdida por precipitación (hidrólisis de cationes o carbonatos)
- ✓ Modificación de gases disueltos y compuestos volátiles
- ✓ Procesos de oxidación
- ✓ Procesos de reducción
- ✓ Actividad microbológica (ciclos del fósforo y nitrógeno)
- ✓ Modificación en color, olor y turbidez
- ✓ Incorporación de sodio, sílice y boro

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIONES

En este capítulo se expondrán en cuadros, los datos experimentales y los resultados obtenidos, al aplicar todo lo escrito en los dos capítulos anteriores, ya que previo al consumo de agua en el Cantón Guamote de la Provincia de Chimborazo, se recomienda realizar estudios, para saber en qué estado se encuentra la calidad del agua para consumo doméstico.

3.1 Características del Agua para Consumo Doméstico

3.1.1 Recolección de las muestras de Agua



Grafico 3-1: Análisis del Tratamiento del Agua

3.2 Características Físicas del Agua

3.2.1 Nivel del pH y la norma NTE-INEN-1108

El total de Muestras de agua recolectadas y analizadas en su característica física pH; es de No. 303 muestras de agua; divididas de la siguiente manera: en la Parroquia Cebadas No. 55 muestras; en la parroquia de Palmira tenemos un total de No. 77 muestras; y en la matriz del Cantón Guamote No. 171 muestras de agua recolectadas en el Cantón Guamote de la Provincia de Chimborazo en el periodo 2009-2010.

3.2.1.1 Prueba de Normalidad del nivel de pH

Hipótesis: H_0 : *Los datos provienen de una distribución normal*

H_1 : *Los datos no provienen de una distribución normal*

Tabla 3-i: Prueba de Kolmogorov-Smirnov para nivel del pH

		PH
N		303
Parámetros normales(a,b)	Media	7,8478
	Desviación típica	,51165
Diferencias más extremas	Absoluta	,060
	Positiva	,060
	Negativa	-,043
Z de Kolmogorov-Smirnov		1,036
Sig. asintót. (bilateral)		,233

a La distribución de contraste es la Normal.

b Se han calculado a partir de los datos.

Con un nivel de significación de 0,05, nuestra variable nivel del pH sigue una distribución Normal. A la vista de los resultados en el cuadro anterior se puede aceptar que la variable nivel del pH es normal, ya que el valor $p = 0,233$ nivel crítico (Sig.asintot. bilateral) es, en este caso, mayor que el nivel de significación, $\alpha = 0,05$.

Los datos provienen de una distribución normal; ya que podemos observar mediante nuestro gráfico, que los porcentajes del nivel del pH, de las muestras de agua recolectadas en el cantón Guamote de la Provincia de Chimborazo; se ajustan a una distribución normal tomadas en el periodo 2009-2010.

Fuente 3-I: Propia

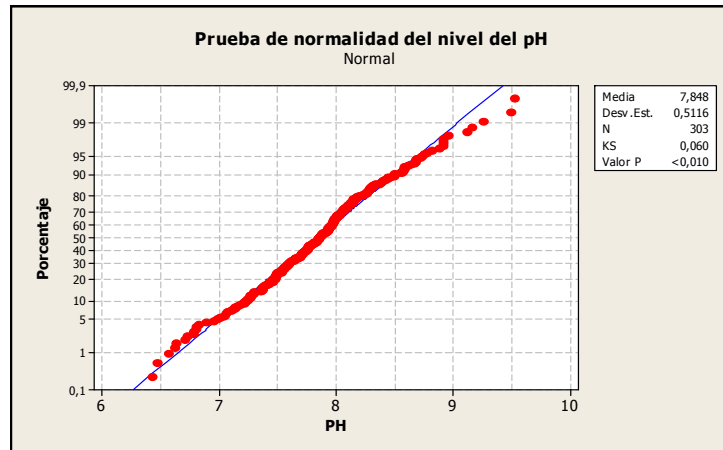


Gráfico 3-2: Prueba de normalidad del nivel de pH

3.2.1.2 Limpieza de datos Atípicos del nivel de PH

El total de Muestras de agua recolectadas y medidas su nivel de pH; nos presentaron datos atípicos alejados de nuestro conjunto de datos; por lo que se aplica las técnicas estadísticas, adecuadas para la eliminación de los mismos y poder trabajar en nuestro conjunto de datos.

Fuente 3-II: Propia

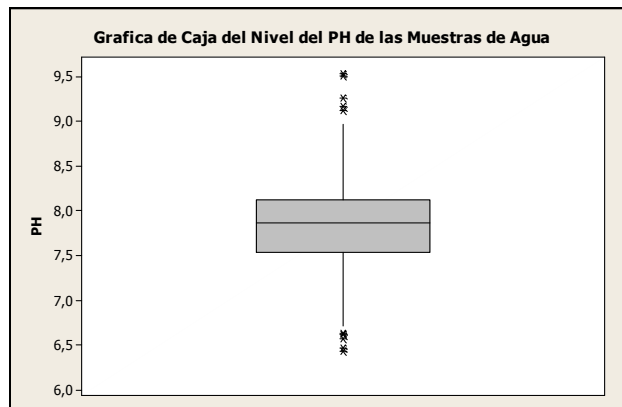


Gráfico 3-3: Diagrama de Caja del nivel del PH

Fuente 3-III: Propia

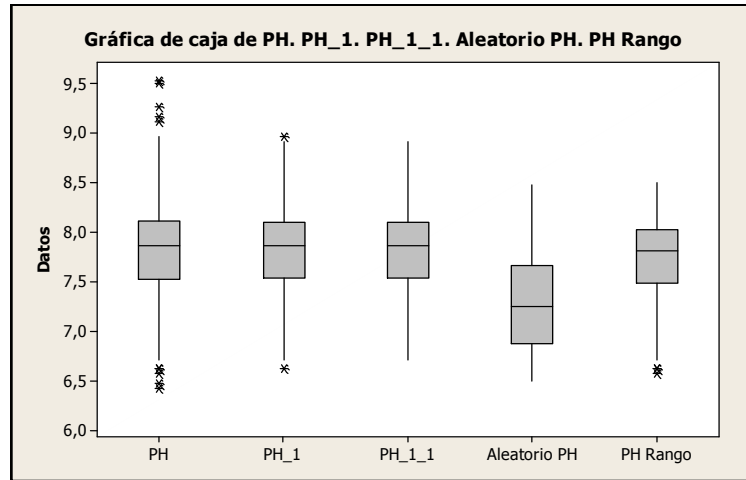


Gráfico 3-4: Diagrama de Caja que determina datos Atípicos

En el gráfico anterior podemos observar; que se han graficado las diferentes variables para la eliminación de los datos atípicos, dentro de nuestro conjunto de datos; los mismos que en el primer diagrama de caja el nivel de pH presenta 9 datos Atípicos dentro de nuestro conjunto de datos; 4 datos atípicos inferiores y 5 datos atípicos superiores a nuestro conjunto de datos.

Fuente 3-IV: Propia

	N	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo	Percentiles		
						75	25	50 (Mediana)
PH	303	7,8478	,51165	6,43	9,53	7,5300	7,8600	8,1200

Cuadro 3-1: Estadísticos del nivel del pH de las muestras de agua recolectadas

Tenemos un valor de la media de 7,84 que corresponde al promedio de las muestras de agua recolectadas en el periodo 2009-2010, en el Cantón Guamote de la Provincia de Chimborazo; lo que significa que nuestro conjunto de datos se encuentra en un punto medio de los límites permisibles de la norma NTE-INEN-1108 para consumo doméstico de agua. El mismo que se encuentra en un intervalo de [6,5 – 8,5]; en el cual observamos una media de 7,307 que corresponde al promedio del conjunto de

datos de nuestra muestra aleatoria; expertos manifiestan que el nivel de pH del agua se debe mantener dentro los límites permisibles o rango; pero lo recomendable es que el pH se encuentre en el valor $\text{pH} = 7$ casi punto medio de este intervalo.

El pH típicamente va de 0 a 14 en disolución acuosa, siendo ácidas las disoluciones con pH menores a 7 (el valor del exponente de la concentración es mayor, porque hay más **protones** en la disolución), y **alcalinas** las que tienen pH mayores a 7.

El $\text{pH} = 7$ indica la neutralidad de la disolución (donde el disolvente es agua).

La mediana tiene un valor de 7,86 en el conjunto de muestras de agua recolectadas, mientras que en nuestro conjunto de datos aleatorio tenemos un valor de la mediana de 7,248; lo que significa que este es el valor central de nuestro conjunto de datos ordenado. Tenemos un valor de la moda igual a 7,93 el mismo que describe el valor que mayor frecuencia tiene dentro de nuestro conjunto de datos.

El coeficiente de asimetría o sesgo es de 0,142, lo que significa que el nivel de pH de las muestras de agua recolectadas; en el Cantón Guamote de la provincia de Chimborazo; muestran que su distribución tiene sesgo positivo o a la derecha, además que su polígono de frecuencias tiene la mayor acumulación del nivel del pH de las muestras de agua recolectadas a la izquierda.

La kurtosis un valor de 0,729; lo que significa que la distribución del nivel del pH de las muestras de agua recolectadas, son menos puntiagudas que la normal por lo que presenta una distribución platocúrtica.

Fuente 3-V: Propia

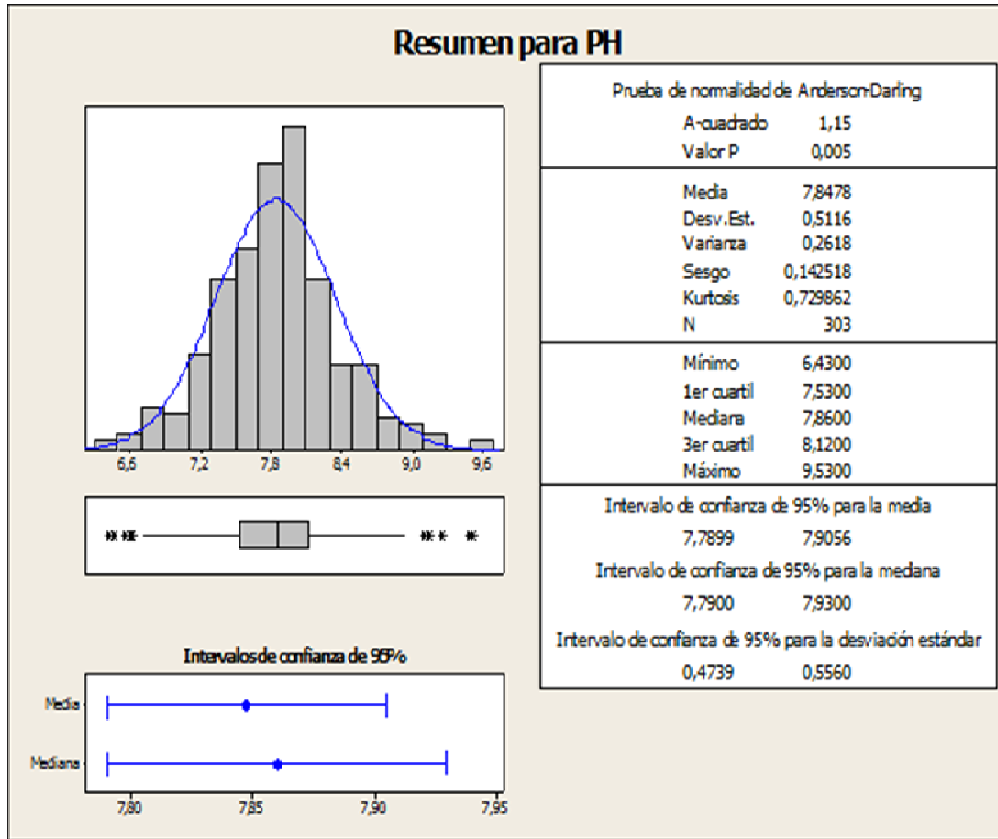


Gráfico 3-5: Resumen Estadístico del nivel de pH

Su varianza con un valor de 0,2617 en el conjunto de datos de las muestras de agua recolectadas y una varianza de 0,275 que pertenece a nuestra muestra aleatoria, lo que significa que nuestros datos son homogéneos y la varianza de las muestras de agua que se encuentran dentro del intervalo es de 0,159 lo cual nos muestra que nuestros datos están muy cerca al valor medio o central, es decir, la media de las diferencias cuadráticas de las puntuaciones respecto a su media aritmética.

Una desviación estándar de 0,512 para las muestras de agua recolectadas y para la muestra aleatoria una desviación estándar de 0,524 lo que significa que los datos de las muestras de agua recolectadas son variables respecto a la media y una desviación

estándar de 0,399 para el grupo de datos de las muestras de agua dentro del intervalo, lo que se verifica en nuestro conjunto de datos que al eliminar los valores fuera de los límites permisibles nuestro conjunto de datos se vuelve más homogéneo sin mucha variabilidad entre ellos.

Tabla 3-ii: Coeficientes de Variacion

Cv	1,837	0,604	1,123
-----------	-------	-------	-------

Fuente 3-VI: Propia

El Coeficiente de Variación Pearson de nuestros conjuntos de datos de las muestras de agua recolectadas en su nivel de pH es $CV= 0,065$; $CV= 0,072$; $CV= 0,051$ lo que representa el número de veces que la desviación típica contiene a la media aritmética.

Por lo tanto cuanto mayor es CV; mayor es la dispersión y menor la representatividad de la media.

En nuestro conjunto de datos; se puede observar que luego de eliminar datos atípicos el valor de $CV= 0,051$ en porcentaje el 5,1% es menor que los dos conjuntos de datos anteriores de las muestras de agua recolectadas en el Cantón Guamote de la Provincia de Chimborazo; las muestras de agua recolectadas y la muestra aleatoria dentro de la norma NTE-INEN-1108 para calidad del agua; por ende este representa menor dispersión y mayor representatividad de la media.

3.2.1.3 Aplicación de la Distribución Normal para el nivel de PH

Mediante la utilización de la distribución normal o campana de gauss podemos observar que, en nuestro conjunto de datos de 303 muestras de agua recolectadas, un total de 272 muestras y analizadas su nivel de pH, se encuentran dentro de los límites

permisibles y 31 muestras de agua se encuentran fuera de la Norma NTE- INEN-1108 (Norma Técnica Ecuatoriana NTE- INEN-1108: 2006 Segunda Revisión)¹².

Fuente 3-VII: Propia

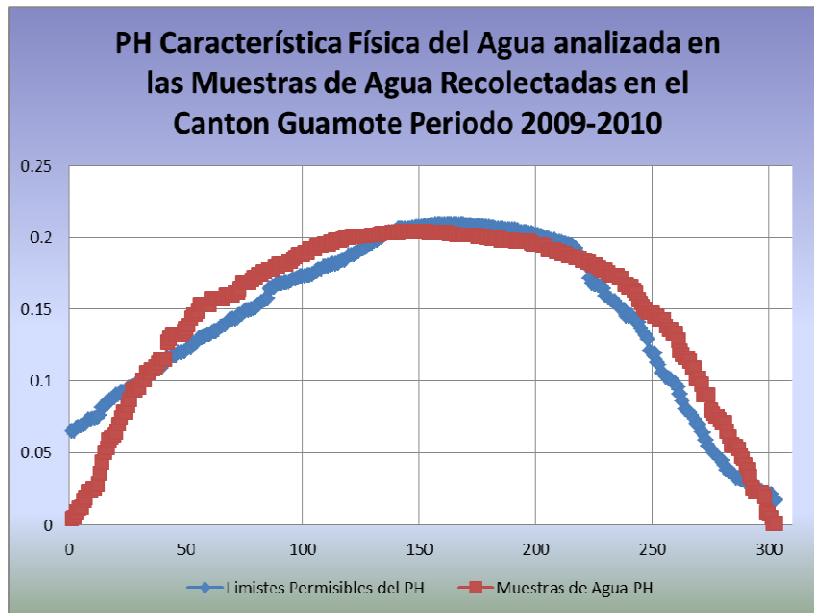


Gráfico 3-6: Nivel de pH respecto a los límites permisibles

La cantidad de 31 muestras de agua; recolectadas y analizadas su nivel de pH; en un porcentaje de 10,23 % se encuentran fuera de los rangos normados, los mismos que pueden provocar la acidez estomacal, ulceraciones de la piel y mucosas, alterar el sabor del agua y contribuir a la corrosión o incrustación en los sistemas de distribución.

Al mirar que nuestros datos se encuentran fuera de los límites permisibles; aplicamos la técnica de detectar datos atípicos, lo cuales se encuentran fuera los límites y no cumplen con la norma NTE-NEN-1108 de la calidad del agua para consumo doméstico, los mismo que inicialmente hemos eliminado de nuestro conjunto de datos.

¹² Norma Técnica Ecuatoriana NTE- INEN-1108: 2006 Segunda Revisión

Fuente 3-VIII: Propia

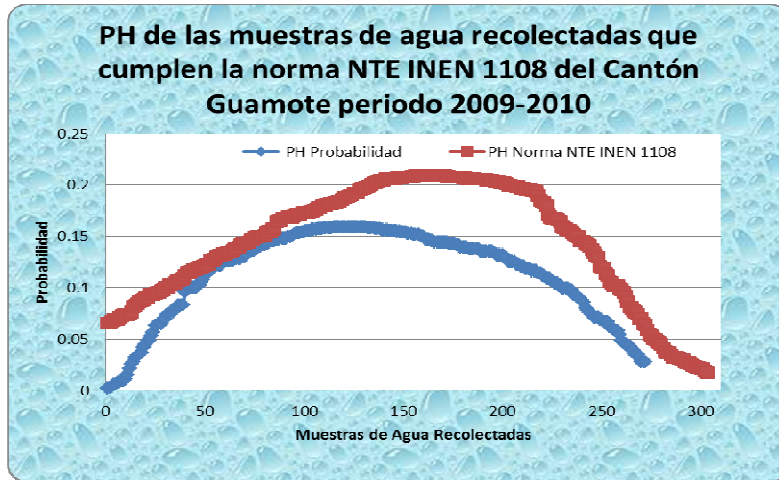


Gráfico 3-7: Nivel del pH que cumplen la norma NTE-INEN-1108

Por lo que al limpiar nuestro conjunto de datos; de los valores muy alejados a nuestros datos, este nivel de probabilidad del pH en nuestra grafica; podemos observar que se encuentran dentro y cumple lo establecido en la norma NTE-NEN-1108 de la calidad del agua para consumo doméstico; clasificado por: la matriz, Palmira y cebadas pertenecientes al Cantón Guamote de la Provincia de Chimborazo durante el periodo 2009-2010.

Fuente 3-IX: Propia



Gráfico 3-8: Parroquias y su Nivel del pH respecto a la norma NTE-INEN-1108

Además que la mayoría de las muestras de agua recolectadas en el periodo 2009-2010 y analizado en su característica o parámetro físico pH, en forma global dentro

de nuestro conjunto de datos en el Cantón Guamote de la Provincia de Chimborazo, se encuentran dentro de los límites permisibles; a excepción de las muestras de agua como las siguientes:

Tabla 3-iii: Nivel del pH que no cumplen la norma NTE-INEN-1108

SISTEMA AGUA POTABLE	PARROQUIA	LOCALIDAD	PH
Red de Distribución, Seguro Campesino	Matriz	Chauzan Totorillas	8,55
Comunal	Palmira	Atapo Quichalan	8,56
Comunal	Palmira	Atapo San Francisco	8,57
Regional Galtes	Palmira	Galte Miraloma	8,57
Red de Distribución, Mercado Central	Cebadas	Cabecera Parroquial	8,58
Regional Sistema Sarachupa Guarderia Centro tres	Palmira	San Miguel de Pomachaca	8,59
Tanque de Reserva	Matriz	cabecera Cantonal	8,59
Comunal Sistema 2	Cebadas	Puca Totora	8,62
Regional	Matriz	Chacaza San Antonio Alto	8,64
Regional Jatumpamba		Tanque de Reserva Principal	8,67
Tanque de Reserva	Matriz	Cabecera Cantonal	8,68
Red de Distribución Regional Jatumpamba	Matriz	San Jose de Cecel	8,68
Comunal Sistema 4	Cebadas	Puca Totora	8,69
Comunal, Tanque de Distribución	Matriz	Chanchan	8,72
Comunal Sistema 3	Cebadas	Puca Totora	8,73
Comunal	Matriz	Santa Rosa de Guadalupe	8,76
Red de Distribución	Cebadas	Guanilchi	8,78
Regional Pomachaca	Palmira	Asociacion Sarachupa	8,82
Comunal	Palmira	San Miguel de Pomachaca	8,89
Tanque de Reserva, Sistema 1	Palmira	Atapo El Carmen	8,92
Red de Distribución, Dispensario Medico	Matriz	San Miguel de Pomachaca	8,92
Red de Distribución, Punto Medio	Matriz	San Miguel de Pomachaca	8,92
Entrada a la planta de Tratamiento	Matriz	San Miguel de Pomachaca	8,92
Regional Jatumpamba	Matriz	Sanacahuan Alto	8,96
Regional Sistema Sarachupa Tanque de Reserva	Palmira	San Miguel de Pomachaca	9,12
Regional Mirapamba Tanque de Reserva	Cebadas	Sanacahuan Grande	9,16
Regional Sistema Sarachupa Captación	Palmira	San Miguel de Pomachaca	9,26
Regional Mirapamba Red de Distribución	Cebadas	Sanacahuan Grande	9,50
Regional Jatumpamba	Matriz	Achullay San Agustin	9,53

Fuente 3-X: Propia

Fuente 3-XII: Propia

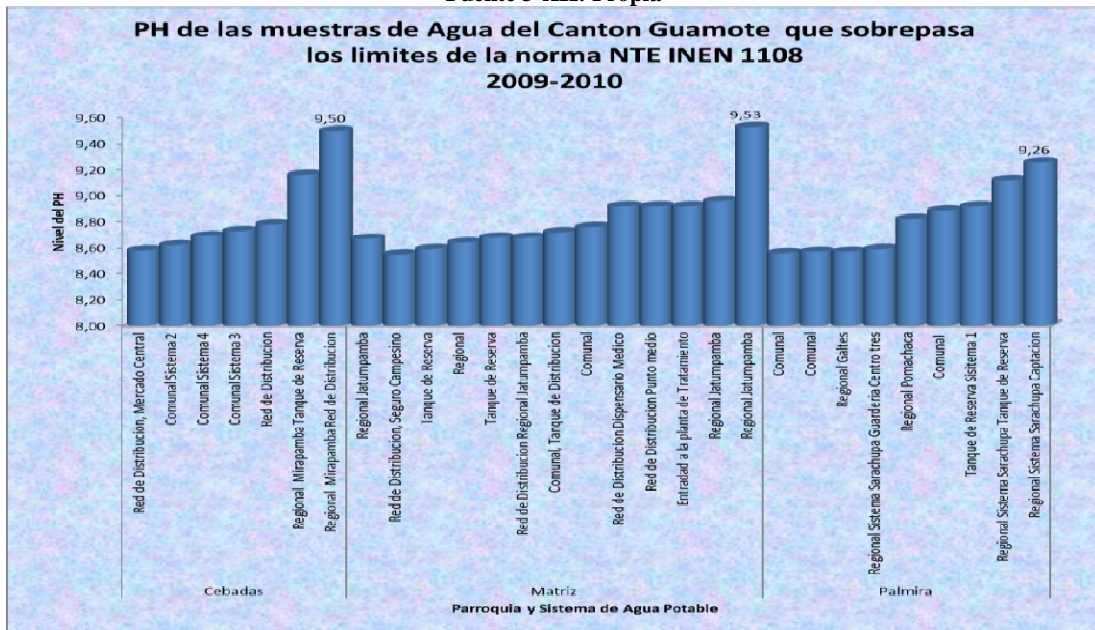


Gráfico 3-10: Sistemas de Agua Potable y su nivel de pH

Tomar muy en cuenta que los sistemas de Agua Potable no tengan Fugas, y se los esté dando su tratamiento adecuado como es el proceso de cloración de agua, limpieza del mismo, un monitoreo ya que solo así se podrá tener un seguimiento adecuado y saber si la calidad del agua día a día ha ido mejorando con respecto al nivel del pH en las muestras de agua Recolectadas en el Cantón Guamote de la Provincia de Chimborazo.

Fuente 3-XIII: Propia

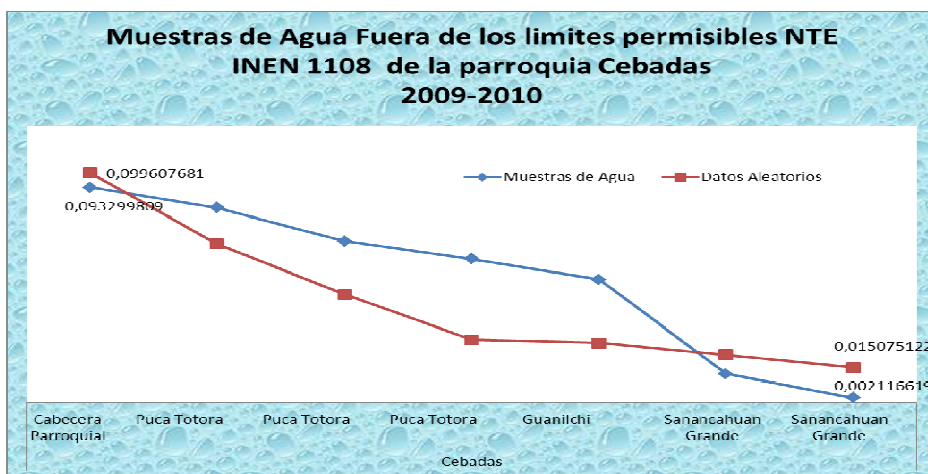


Gráfico 3-11: Parroquia Cebadas fuera de la norma NTE-INEN-1108

Como podemos observar mediante nuestro gráfico, que las muestras de agua recolectadas en la Parroquia Cebadas del Cantón Guamote; de un total de 55 muestras de agua 7 muestras de agua sobrepasan los límites permisibles de la norma NTE-INEN-1108, lo que significa que debemos tomar muy en cuenta los lugares de la Cabecera Parroquial, Puca Totora tomado del sistema de agua Comunal Sistema 2, Puca Totora del sistema de Agua Comunal Sistema 4, Puca Totora tomado del sistema Comunal sistema 3, Guanilchi, Sanacahuan Grande tomado del sistema de agua Regional Mirapamba Tanque de Reserva, Sanacahuan Grande tomado del sistema de agua Regional Mirapamba Red de Distribución donde su nivel del PH exceden los límites permisibles de la norma NTE-INEN-1108; muestras de agua Recolectadas en el Cantón Guamote de la Provincia de Chimborazo.

Fuente 3-XIV: Propia

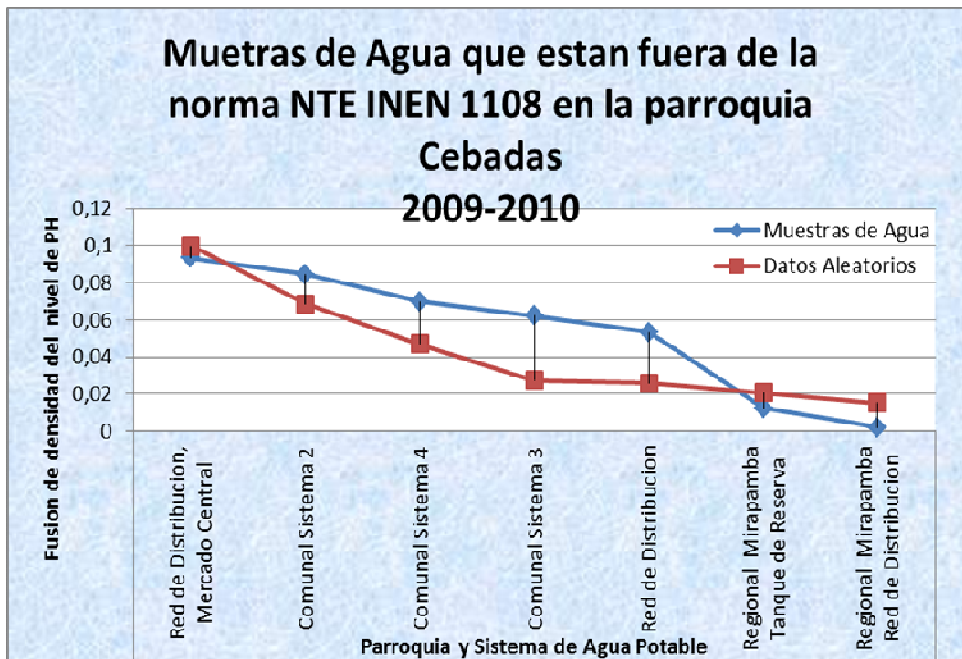


Gráfico 3-12: Probabilidad del Nivel del pH fuera de la norma NTE-INEN-1108

Al ver en nuestro gráfico, estas muestras de agua recolectadas; y analizadas su nivel de pH; se puede observar que la Regional Mirapamba- Red de Distribución y Regional Mirapamba-Tanque de Reserva son los niveles más altos de pH encontrados en la parroquia cebadas; la más cercana a los limite permisibles de la calidad del agua en su parámetro físico pH es la Red de Distribución-Mercado Central, del total de muestras de agua Recolectadas en la parroquia Cebadas del Cantón Guamote de la Provincia de Chimborazo.

Fuente 3-XV: Propia

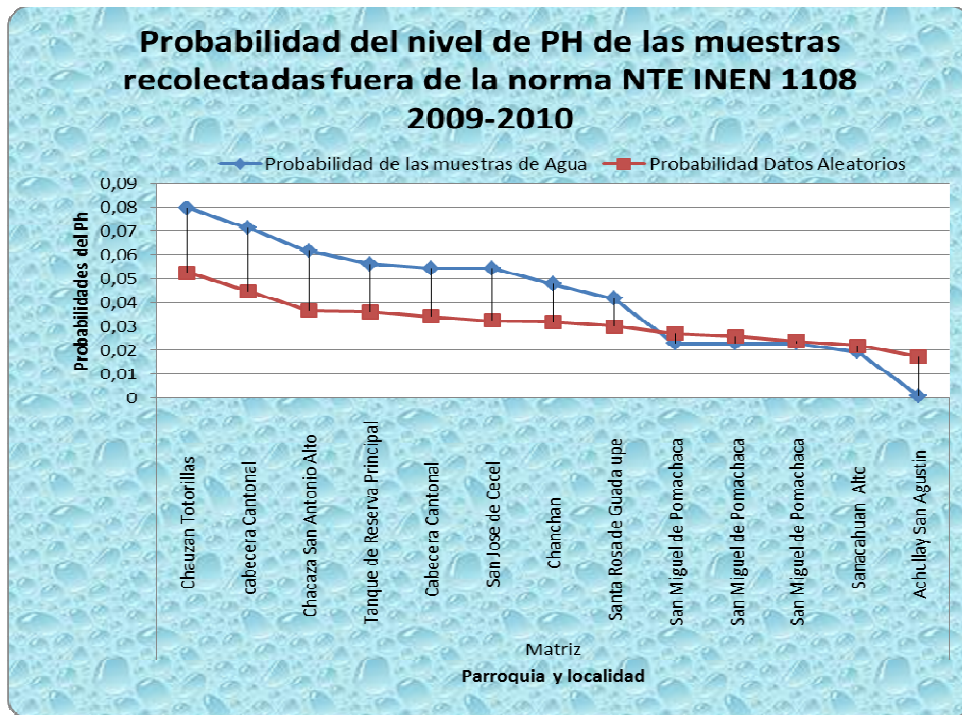


Gráfico 3-13: Probabilidad del nivel del pH en la Matriz

De un total de 171 muestras de agua recolectadas, en el periodo 2009-2010 en la matriz del Cantón Guamote de la Provincia de Chimborazo; 13 muestras de agua recolectadas se encuentran fuera de nuestros límites permisibles de la norma NTE-INEN-1108 como son:

Tabla 3-iv: Nivel del pH en la matriz fuera de los límites permisibles

Sistema de Agua Potable	Parroquia	Localidad	Probabilidad	Datos Aleatorios
Red de Distribución, Seguro Campesino	Matriz	Chauzan Totorillas	0,07958418	0,0524878
Tanque de Reserva		cabecera Cantonal	0,07126875	0,04475864
Regional		Chacaza San Antonio Alto	0,06155409	0,03665553
Regional Jatumpamba		Tanque de Reserva Principal	0,05611524	0,03611146
Tanque de Reserva		Cabecera Cantonal	0,0543697	0,03424986
Red de Distribución Regional Jatumpamba		San Jose de Cecel	0,0543697	0,03233324
Comunal, Tanque de Distribución		Chanchan	0,04773123	0,03193868
Comunal		Santa Rosa de Guadalupe	0,04164798	0,03011333
Red de distribución, Dispensario Medico		San Miguel de Pomachaca	0,02270991	0,02709321
Red de Distribucion, Punto Medio		San Miguel de Pomachaca	0,02270991	0,02576249
Entrada a la planta de Tratamiento		San Miguel de Pomachaca	0,02270991	0,02386462
Regional Jatumpamba		Sanacahuan Alto	0,01921918	0,0218732
Regional Jatumpamba		Achullay San Agustin	0,00091722	0,01725546

Fuente 3-XVI: Propia

Se puede observar en nuestro gráfico, que las muestras de agua recolectadas en la matriz del Cantón Guamote; el nivel de pH más alto son las de: Achullay- San Agustin y Sanacahuan -Alto; la más cercana a los limite permisibles de la calidad del agua en su parámetro físico pH es: Chauzan-Totorrillas, de las muestras de agua recolectadas en la matriz del Cantón Guamote de la Provincia de Chimborazo durante el periodo 2009-2010.

Fuente 3-XVII: Propia

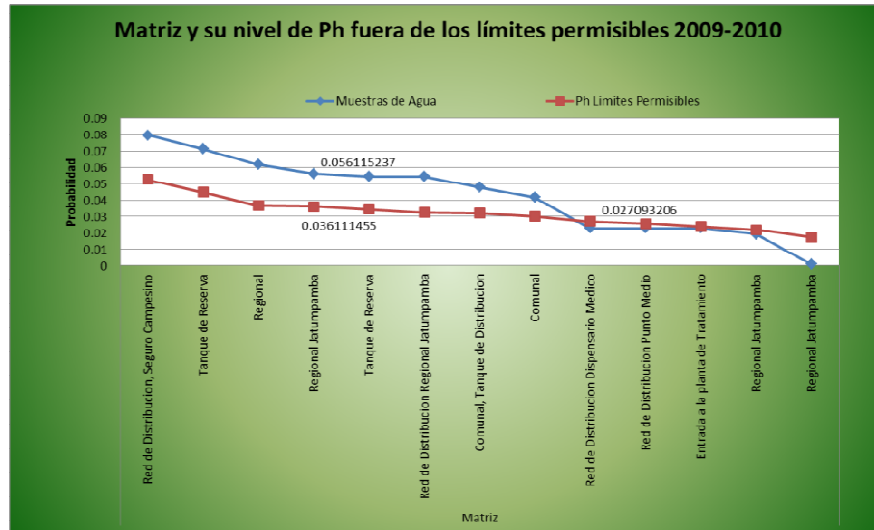


Grafico 3-14: Matriz y su Nivel de pH Fuera de la Norma NTE-INEN-1108

En la parroquia Palmira se ha tomado 77 muestras de agua en el periodo 2009-2010; de las cuales 9 muestras de agua recolectadas se encuentran fuera de nuestros límites permisibles de la norma NTE-INEN-1108 en el nivel de PH del agua para consumo doméstico como son:

Fuente 3-XVIII: Propia

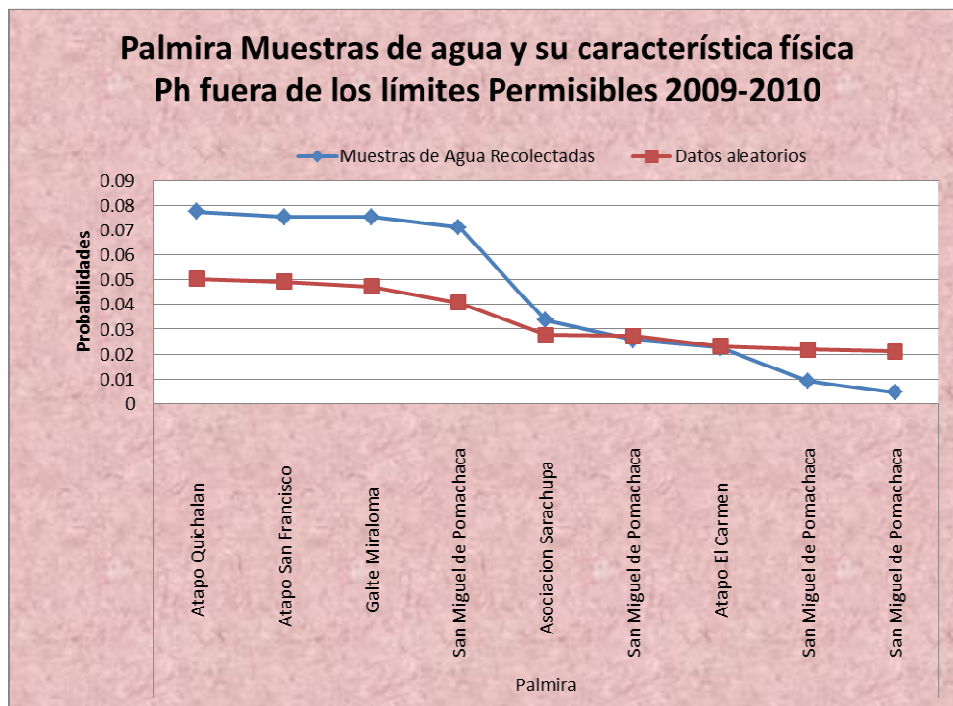


Grafico 3-15: Parroquia Palmira fuera de la norma NTE-INEN-1108

Se puede observar en nuestro grafico que las muestras de agua recolectadas que su nivel de PH más alto son: San Miguel de Pomachaca en el sistema de Agua Potable Regional Sistema Sarachupa Captación, y el más cercano a los límites permisibles de la norma es Atapo Quichalan en el sistema de agua potable Comunal.

En la parroquia Palmira las muestras de Agua recolectadas que salen de los límites permisibles son:

Tabla 3-v: Palmira y su nivel de pH fuera de la Norma NTE-INEN-1108

Sistema de Agua Potable	Parroquia	Localidad	Probabilidad	Datos Aleatorios
Comunal	Palmira	Atapo Quichalan	0,07746289	0,05030154
Comunal		Atapo San Francisco	0,07536935	0,04920031
Regional Galtes		Galte Miraloma	0,07536935	0,04721651
Regional Sistema Sarachupa Guarderia Centro tres		San Miguel de Pomachaca	0,07126875	0,04088326
Regional Pomachaca		Asociacion Sarachupa	0,03355861	0,02768516
Comunal		San Miguel de Pomachaca	0,02563504	0,0271492
Tanque de Reserva, Sistema 1		Atapo El Carmen	0,02270991	0,02324036
Regional Sistema Sarachupa Tanque de Reserva		San Miguel de Pomachaca	0,00927404	0,02185535
Regional Sistema Sarachupa Captacion		San Miguel de Pomachaca	0,004524	0,02118006

Fuente 3-XIX: Propia

Estos valores en la muestras de agua recolectadas en la parroquia Palmira del Canton Guamote de la Provincia de Chimborazo que se encuentran fuera de los rangos normados por la NTE-INEN-1108 para consumo doméstico de agua, pueden provocar la acidez estomacal, ulceraciones de la piel y mucosas, alterar el sabor del agua y contribuir a la corrosión o incrustación en los sistemas de distribución, por ende se debe tomar muy en cuenta los lugares de más riesgos; y tomar las medidas correspondientes de inmediato ya que esto puede generar más riesgo con el pasar del tiempo.

Fuente 3-XX: Propia

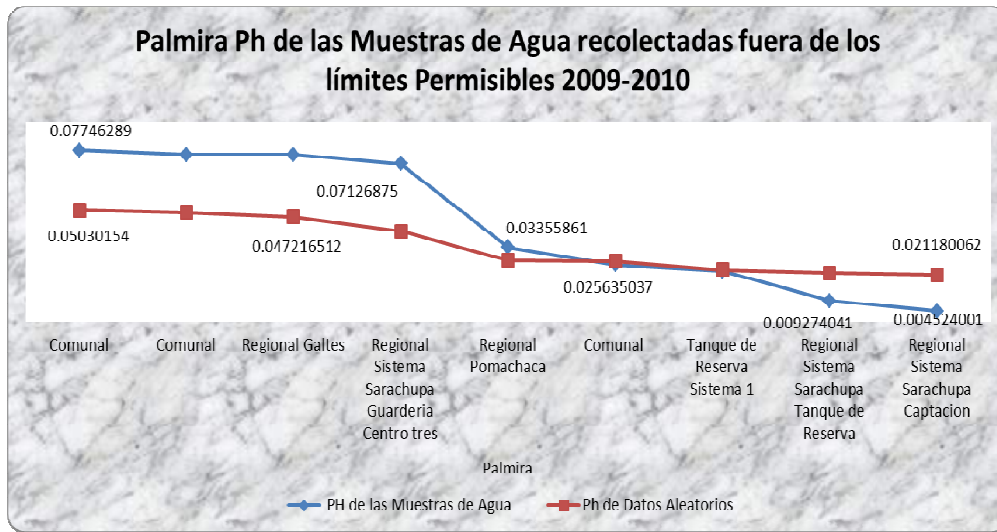


Grafico 3-16: Sistema de Agua Potable fuera de la Norma NTE-INEN-1108

3.2.2 Nivel del Color y la norma NTE-INEN-1108

El total de Muestras de agua recolectadas y analizadas su característica física COLOR; es de No. 304 muestras de agua; divididas de la siguiente manera: en la Parroquia Cebadas No. 55 muestras; en la parroquia de Palmira tenemos un total de No. 77 muestras; y en la matriz del Cantón Guamote No. 172 muestras de agua recolectadas en el Cantón Guamote de la Provincia de Chimborazo en el periodo 2009-2010.

3.2.2.1 Prueba de Normalidad del nivel del Color

Esta prueba de Kolmogorov-Smirnov compara la función de distribución acumulada empírica de los datos de su muestra con la distribución esperada si los datos son normales. Si esta diferencia observada es suficientemente grande, la prueba rechazará la hipótesis nula de normalidad en la población.

El valor p de esta prueba es menor que su nivel $\alpha = 0,05$ elegido, por ende se rechaza la hipótesis nula y se concluye que la población es no normal.

Hipótesis: H_0 : *Los datos provienen de una distribución normal*

H_1 : *Los datos no provienen de una distribución normal*

Tabla 3-vi: Prueba de Kolmogorov-Smirnov para nivel del Color

		Color
N		304
Parámetros normales(a,b)	Media	7,4408
	Desviación típica	13,67213
Diferencias más extremas	Absoluta	,314
	Positiva	,314
	Negativa	-,293
Z de Kolmogorov-Smirnov		5,479
Sig. asintót. (bilateral)		,000

a La distribución de contraste es la Normal.

b Se han calculado a partir de los datos.

Con un nivel de significación de 0,05, nuestra variable nivel del Color no sigue una distribución Normal. A la vista de los resultados en el cuadro anterior se puede rechazar la hipótesis nula que la variable nivel del Color es normal, ya que el valor p = 0,000 nivel crítico (Sig.asintot. bilateral) es, en este caso, menor que el nivel de significación, $\alpha = 0,05$.

Fuente 3-XXI: Propia

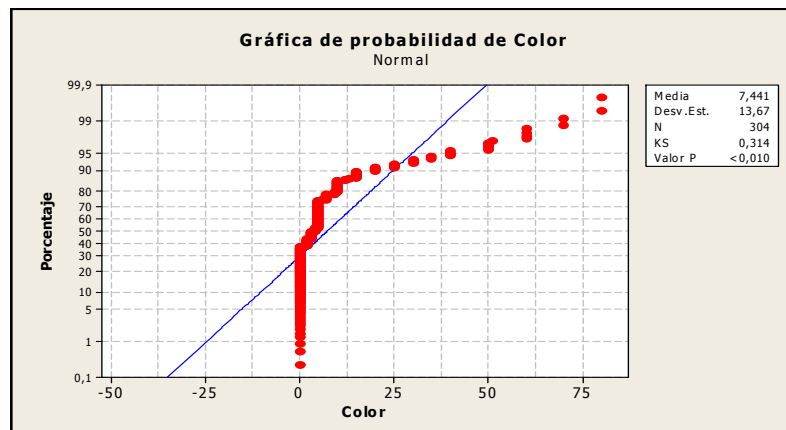


Gráfico 3-17: Prueba de Normalidad del nivel del Color

Los datos no provienen de una distribución normal; ya que podemos observar mediante nuestro gráfico; que los porcentajes del nivel del Color de las muestras recolectadas en el cantón Guamote de la Provincia de Chimborazo no se ajustan a una distribución normal; estas muestras de agua recolectadas y analizadas su nivel de color en el periodo 2009-2010.

3.2.2.2 Limpieza de datos Atípicos del nivel del Color

El total de Muestras de agua recolectadas nos presentaron datos atípicos alejados de nuestro conjunto de datos; por lo que se aplican las técnicas estadísticas adecuadas para la eliminación de los mismos y poder trabajar en nuestro conjunto de datos.

En el gráfico siguiente, podemos observar que se han graficado las diferentes variables para la eliminación de los datos atípicos; dentro de nuestro conjunto de datos; los mismos que en el primer diagrama de caja el nivel de Color presenta 41 datos atípicos superiores a nuestro conjunto de datos; los mismos que se encuentran muy alejados de nuestro conjunto de datos.

Fuente 3-XXII: Propia

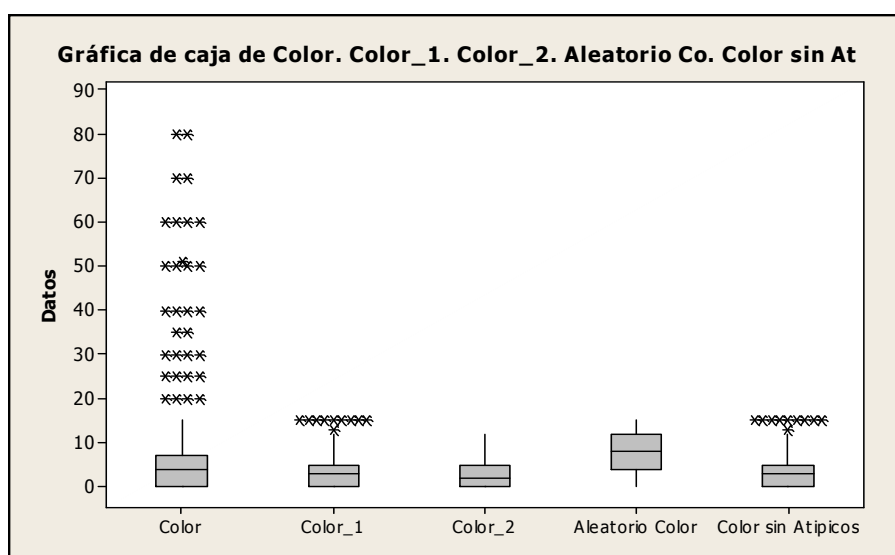


Gráfico 3-18: Diagrama de Caja del nivel de Color presencia de atípicos

Tabla 3-vii: Medidas Descriptivas del Nivel del Color

Color			
	Muestras de Agua	Muestra Aleatoria	Muestra sin atípicos
Media	7,441	7,622	3,447
Error típico	0,784	0,264	0,234
Mediana	4	8	3
Moda	0	14	0
Desviación estándar	13,672	4,604	3,871
Varianza de la muestra	186,927	21,193	14,983

Fuente 3-XXIII: Propia

Tenemos un valor de la media de 7,44 que corresponde al promedio de las muestras de agua recolectadas en el periodo 2009-2010 en el Cantón Guamote de la Provincia de Chimborazo; lo que significa que nuestro conjunto de datos se encuentra en un punto medio de los límites permisibles de la norma NTE-INEN-1108 para consumo doméstico de agua. El mismo que se encuentra en un intervalo de [0 – 15]; en el cual observamos una media de 7,62 que corresponde al promedio del conjunto de datos de nuestra muestra aleatoria; expertos manifiestan que el nivel de Color del agua se debe mantener dentro los límites permisibles o rango; además el nivel de color es un parámetro estético, indicador primario para la aceptabilidad del agua.

La mediana tiene un valor de 4 en el conjunto de muestras de agua recolectadas mientras que en nuestro conjunto de datos aleatorio tenemos un valor de la mediana de 8 lo que significa que este es el valor central de nuestro conjunto de datos ordenado. Tenemos un valor de la moda igual a 0 el mismo que describe el valor que mayor frecuencia tiene dentro de nuestro conjunto de datos.

Su varianza con un valor de 186,92 en el conjunto de datos de las muestras de agua recolectadas lo cual nos dice que nuestros datos son heterogéneos; y una varianza de

21,193 que pertenece a nuestra muestra aleatoria; lo que significa que nuestros datos son homogéneos y la varianza de las muestras de agua que se encuentran dentro del intervalo es de 14,98 lo que se identifica que nuestros datos están muy cerca al valor medio o central, es decir, la media de las diferencias cuadráticas de las puntuaciones respecto a su media aritmética.

Fuente 3-XXIV: Propia

	N	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo	Percentiles		
						75	25	50 (Mediana)
Color	304	7,4408	13,67213	,00	80,00	,0000	4,0000	7,0000

Tabla 3-viii: Estadísticos Descriptivos del Nivel del Color

Una desviación estándar de 13,67 para las muestras de agua recolectadas lo que significa que los datos de las muestras de agua recolectadas son variables respecto a la media; y para la muestra aleatoria una desviación estándar de 4,604 lo que significa que los datos de las muestras de agua recolectadas no son muy variables respecto a la media y una desviación estándar de 3,87 para el grupo de datos de las muestras de agua dentro del intervalo, lo que se verifica en nuestro conjunto de datos, que al eliminar los valores fuera de los límites permisibles nuestro conjunto de datos se vuelve más homogéneo sin mucha variabilidad entre ellos.

El coeficiente de asimetría o sesgo es de 3,16 lo que significa; que el nivel del Color de las muestras de agua recolectadas en el Cantón Guamote de la provincia de Chimborazo; muestra que su distribución tiene sesgo positivo o a la derecha, además que su polígono de frecuencias tiene la mayor acumulación del nivel del Color de las muestras de agua recolectadas a la izquierda.

La kurtosis un valor de 10,54 lo que significa; que la distribución del nivel del color de las muestras de agua recolectadas son más puntiagudas que la normal por lo que presenta una distribución leptocúrtica

Cuadro 3-2: Medidas de Dispersión; coeficiente de asimetría y kurtosis

	Muestras de Agua	Muestra Aleatoria	Muestra sin atípicos
Kurtosis	10,544	-1,220	0,925
Coefficiente de asimetría	3,162	-0,037	1,155
Rango	80	15	15
Mínimo	0	0	0
Máximo	80	15	15
Suma	2262	2317	941
Cuenta	304	304	273
Cv	1,837	0,604	1,123

Fuente 3-XXV: Propia

El Coeficiente de Variación Pearson de nuestros conjuntos de datos de las muestras de agua recolectadas en su nivel de Color es $CV= 1,837$; $CV= 0,604$; $CV= 1,123$ lo que representa el número de veces que la desviación típica contiene a la media aritmética.

Por lo tanto cuanto mayor es CV ; mayor es la dispersión y menor la representatividad de la media.

En nuestro conjunto de datos; se puede observar que luego de eliminar datos atípicos el valor de $CV= 1,123$; el cual es un valor intermedio entre los dos conjuntos de datos anteriores de las muestras de agua recolectadas en el Cantón Guamote de la Provincia de Chimborazo; a diferencia de las muestras de agua recolectadas incluido datos atípicos y la muestra aleatoria; por ende estas representa dispersión y menor representatividad de la media.

3.2.2.3 Aplicación de la Distribución Normal para el nivel del Color

Mediante la utilización de la distribución normal o campana de gauss podemos observar que, en nuestro conjunto de datos de 304 muestras de agua recolectadas, un total de 273 muestras y analizadas su nivel de color, se encuentran dentro de los límites permisibles y 31 muestras de agua se encuentran fuera de la Norma NTE-INEN-1108 (Norma Técnica Ecuatoriana NTE- INEN-1108: 2006 Segunda Revisión)¹³.

El nivel de color de las muestras de agua recolectadas se encuentra constante en distintos intervalos; la norma NTE-INEN-1108 de la calidad del agua para consumo doméstico nos dice que el color es una de las principales características físicas que se debe tomar muy en cuenta, para el consumo de agua potable.

Fuente 3-XXVI: Propia

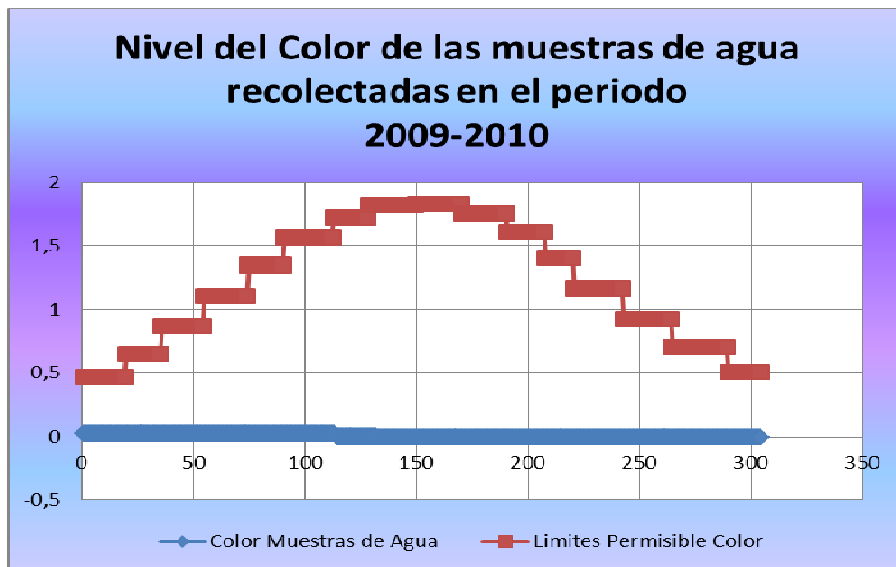


Gráfico 3-19: Nivel del Color respecto a la norma NTE-INEN-1108

¹³ Norma Técnica Ecuatoriana NTE- INEN-1108: 2006 Segunda Revisión

Fuente 3-XXVII: Propia

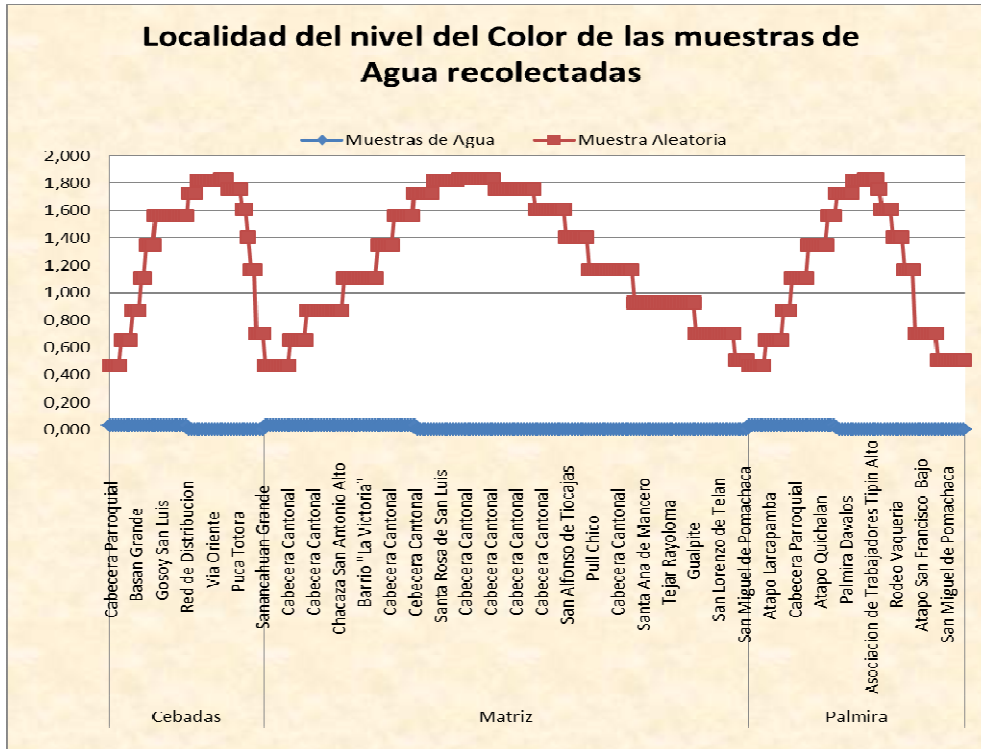


Grafico 3-20: Localidad del nivel del Color de las muestras de Agua recolectadas

Fuente 3-XXVIII: Propia

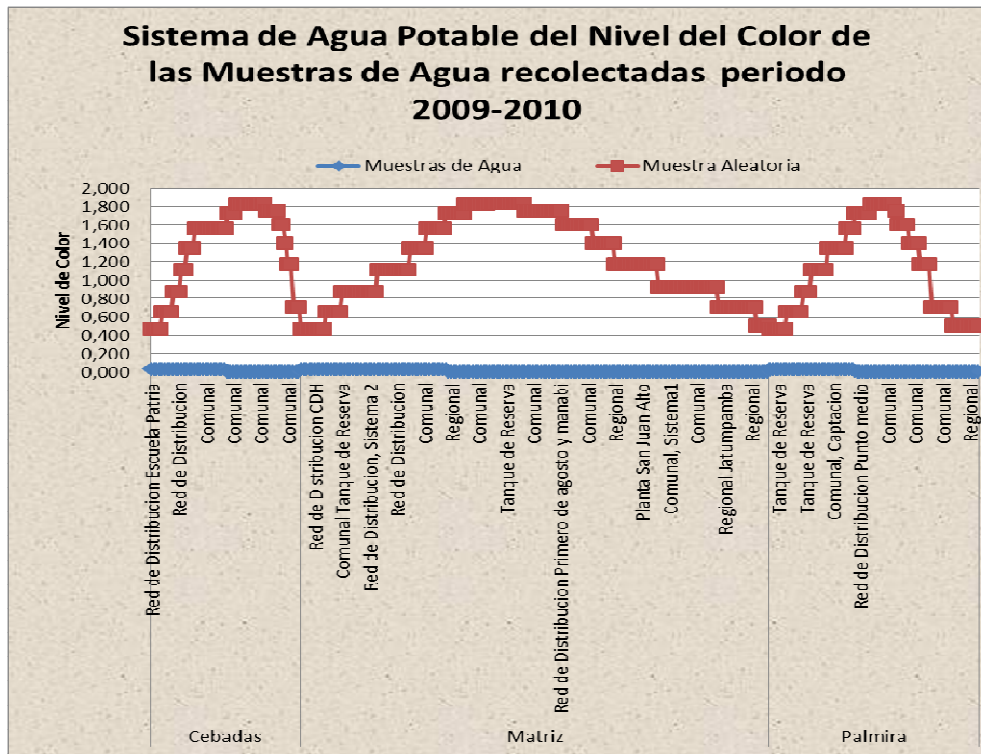


Grafico 3-21: Sistema de Agua Potable del nivel de Color de las muestras de Agua

En nuestros graficos anteriores no se puede apreciar el proceso de la campana de gauss muy claro ya que al inicio del tratamiento de los datos del nivel del Color de las muestras de agua recolectadas probamos que nuestros datos no se ajustaban a una distribucion normal.

De un total de 55 muestras de agua recolectadas en la Parroquia Cebadas del Cantón Guamote; se obtienen 3 muestras de agua en su nivel de color que sobrepasan los límites permisibles de la norma NTE-INEN-1108, lo que significa que debemos tomar muy en cuenta los lugares:

Tabla 3-ix: Nivel de Color de la parroquia Cebadas que no cumple la norma

Sistema Agua Potable	Parroquia	Localidad	Muestras de Agua	Muestra Aleatoria
Regional Mirapamba Tanque de Reserva	Cebadas	Sanancahuan Grande	2,7E-15	0,703
Parroquial		Cabecera Parroquial	2,7E-15	0,703
Regional Mirapamba Red de Distribucion		Sanancahuan Grande	1,2E-19	0,703

Fuente 3-XXIX: Propia

Donde su nivel del Color no cumple con la norma NTE-INEN-1108 de la calidad de agua para consumo doméstico; muestras de agua Recolectadas en el Cantón Guamote de la Provincia de Chimborazo en el periodo 2009-2010.

Las muestras de agua recolectadas en la Matriz del Cantón Guamote; de un total de 172 muestras de agua, 12 muestras de agua sobrepasan los límites permisibles, lo que significa, que debemos tomar muy en cuenta los lugares:

Tabla 3-x: Matriz del Cantón Guamote nivel de color que no cumplen la norma

Sistema Agua Potable	Parroquia	Localidad	Muestras de Agua	Muestra Aleatoria
Red de Distribución Empresa Eléctrica	Matriz	Cabecera Cantonal	6,0E-11	0,703
Regional Jatumpamba		San Lorenzo de Telan	6,0E-11	0,703
Regional		San Antonio de Guacalazo	6,0E-11	0,703
Tanque de Reserva		Laime San Carlos	4,1E-13	0,703
regional Jatumpamba		San Miguel de Cecel	4,1E-13	0,703
Regional		Laime San Carlos	4,1E-13	0,703
Regional		Concepcion El Molino	1,8E-17	0,703
Regional		Asociacion San Jose de Tunguiz	1,2E-19	0,508
Red de distribución, Dispensario Medico		San Miguel de Pomachaca	5,6E-24	0,508
Red de Distribución, Punto Medio		San Miguel de Pomachaca	5,6E-24	0,508
Entrada a la planta de Tratamiento		San Miguel de Pomachaca	2,1E-24	0,508
Regional Jatumpamba		Captación	1,2E-32	0,508

Fuente 3-XXX: Propia

Las muestras de agua recolectadas; en la Parroquia Palmira del Cantón Guamote, de un total de 77 muestras de agua 16 muestras de agua sobrepasan los límites permisibles de la norma NTE-INEN-1108, lo que significa; que debemos tomar muy en cuenta los lugares:

Tabla 3-xi: Nivel de Color de la Parroquia Palmira que no cumplen con la norma

Sistema Agua Potable	Parroquia	Localidad	Muestras de Agua	Muestra Aleatoria
Comunal	Palmira	Atapo San Francisco Bajo	6,0E-11	0,703
Comunal		Asociación San Francisco de At	4,1E-13	0,703
Comunal		Atapo Chico Quillоторо Cocan	2,7E-15	0,703
Comunal		San Luis de Maguazo	2,7E-15	0,703
Tanque de Reserva, Sistema 1		Atapo El Carmen	1,8E-17	0,703
Regional Pomachaca		Asociación Sarachupa	1,2E-19	0,703
Regional		San Miguel de Pomachaca	1,2E-19	0,508
Comunal		Atapo San Francisco	5,6E-24	0,508
Comunal		San Miguel de Pomachaca	5,6E-24	0,508
Regional Sistema Sarachupa Guarderia Centro tres		San Miguel de Pomachaca	2,6E-28	0,508
Comunal		Atapo San Francisco	2,6E-28	0,508
Regional		Asociación Sarachupa	2,6E-28	0,508
Regional		San Miguel de Pomachaca	2,6E-28	0,508
Regional		Atapo La Dolorosa	1,2E-32	0,508
Regional Sistema Sarachupa Tanque de Reserva		San Miguel de Pomachaca	5,3E-37	0,508
Regional Sistema Sarachupa Captación		San Miguel de Pomachaca	5,3E-37	0,508

Fuente 3-XXXI: Propia

En el siguiente gráfico, se puede apreciar el nivel del color por parroquia y localidad que no cumple la norma NTE-INEN-1108 durante el periodo 2009 -2010 en el canton Guamote de la Provincia de Chimborazo.

Fuente 3-XXXII:

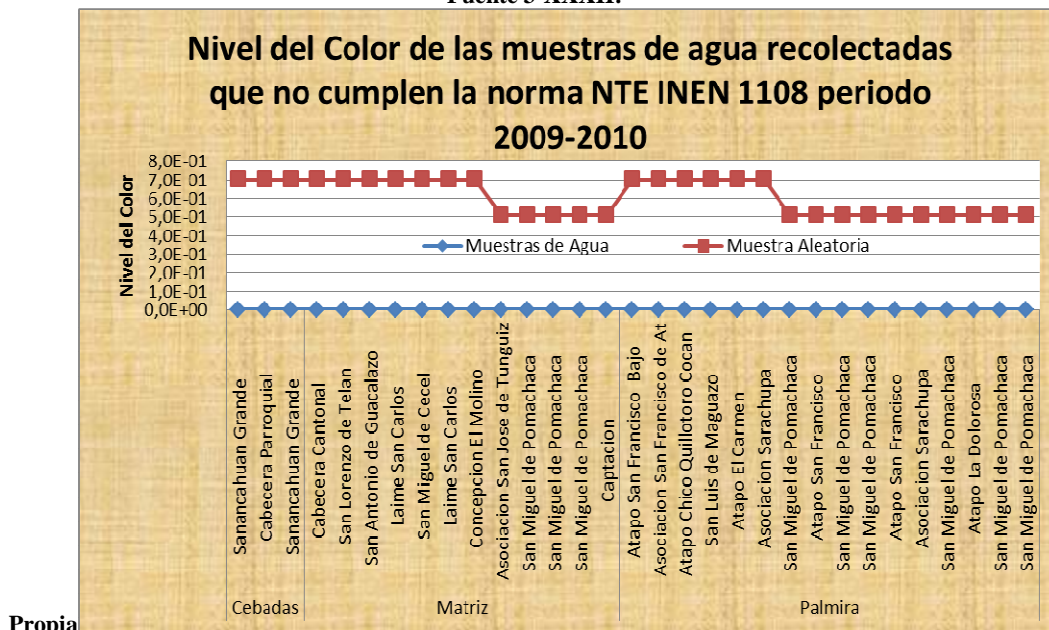


Gráfico 3-22: Nivel de Color que no cumplen la norma NTE-INEN-1108

3.2.3 Nivel de la Turbiedad y la norma NTE-INEN-1108

El total de Muestras de agua recolectadas y analizadas en su característica física nivel de la Turbiedad es de No. 304 muestras de agua; divididas de la siguiente manera: en la Parroquia Cebadas No. 55 muestras; en la parroquia de Palmira tenemos un total de No.77 muestras; y en la matriz del Cantón Guamote 172 muestras de agua recolectadas en el Cantón Guamote de la Provincia de Chimborazo en el periodo 2009-2010.

3.2.3.1 Prueba de Normalidad del nivel de la Turbiedad

Hipótesis:

H₀: Los datos provienen de una distribución normal

H₁: Los datos no provienen de una distribución normal

Tabla 3-xii: Prueba de Kolmogorov-Smirnov para nivel de la Turbiedad

		Turbiedad
N		304
Parámetros normales(a,b)	Media	3,2170
	Desviación típica	6,22413
Diferencias más extremas	Absoluta	,304
	Positiva	,265
	Negativa	-,304
Z de Kolmogorov-Smirnov		5,296
Sig. asintót. (bilateral)		,000

a La distribución de contraste es la Normal.

b Se han calculado a partir de los datos.

Con un nivel de significación de 0,05, nuestra variable nivel de la Turbiedad no sigue una distribución Normal. A la vista de los resultados en el cuadro anterior se puede rechazar la hipótesis nula que la variable nivel de la Turbiedad es normal, ya que el valor $p = 0,000$ nivel crítico (Sig.asintot. bilateral) es, en este caso, menor que el nivel de significación, $\alpha = 0,05$.

Los datos no provienen de una distribución normal; ya que podemos observar mediante nuestro gráfico que los porcentajes del nivel de la Turbiedad de las muestras recolectadas en el cantón Guamote de la Provincia de Chimborazo no se ajustan a una distribución normal tomadas en el periodo 2009-2010.

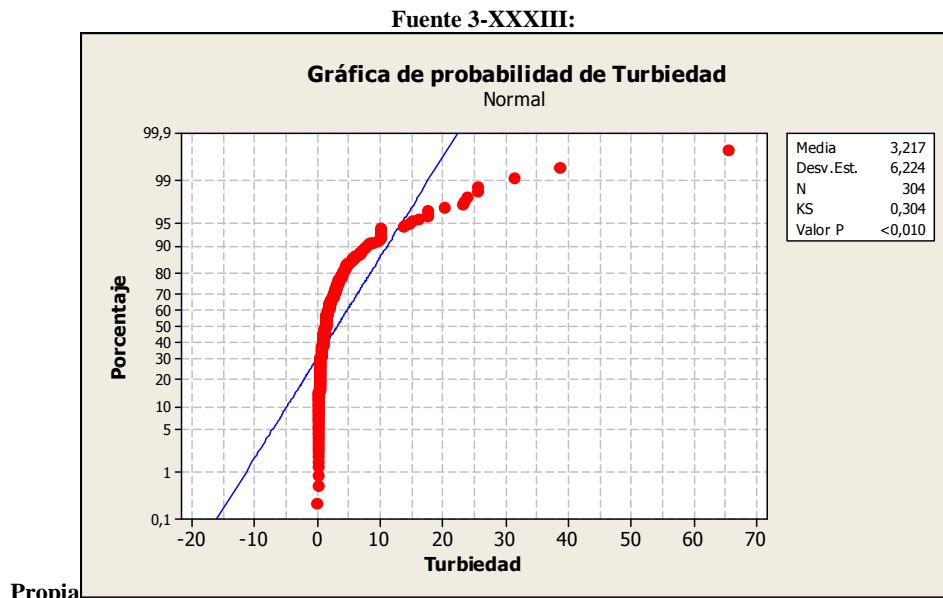


Grafico 3-23: Prueba de Normalidad para el nivel de la Turbiedad

3.2.3.2 Limpieza de datos Atípicos del nivel de la Turbiedad

El total de Muestras de agua recolectadas nos presentaron datos atípicos alejados de nuestro conjunto de datos; por lo que se aplica las técnicas estadísticas adecuadas para la eliminación de los mismos y poder trabajar en nuestro conjunto de datos.

En nuestro conjunto de datos del nivel de la turbiedad se ha eliminado los datos anómalos y se deja limpia nuestra matriz de estos datos bien dispersos a nuestro conjunto de datos para continuar con el proceso estadístico.

Fuente 3-XXXIV: Propia

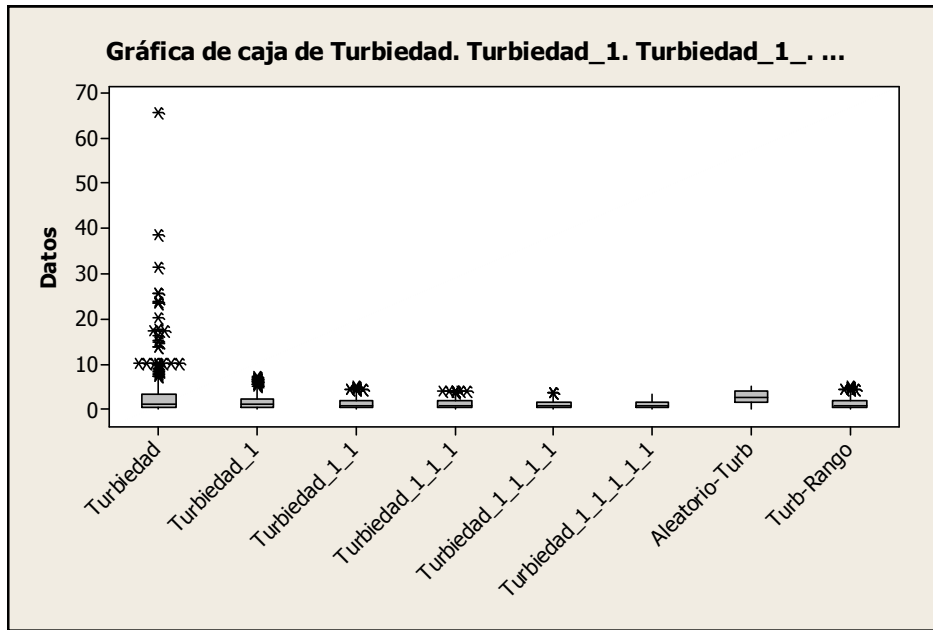


Gráfico 3-24: Diagramas de caja de la presencia de atípicos

En nuestro conjunto de datos de las muestras de agua recolectadas; en el periodo 2009-2010 en el cantón Guamote de la Provincia de Chimborazo; se han detectado una presencia de atípicos o datos sospechosos que se encuentran muy alejados de nuestro grupo de datos de estudio; del análisis del nivel de la turbiedad; los mismos que se han eliminado de nuestro conjunto de datos.

Para nuestro conjunto de datos; tenemos un valor de la media de 3,21 que corresponde al promedio de las muestras de agua recolectadas en el periodo 2009-2010 en el Cantón Guamote de la Provincia de Chimborazo; lo que significa que nuestro conjunto de datos; se encuentra en un punto medio de los límites permisibles de la norma NTE-INEN-1108 de la calidad del agua para consumo doméstico.

Cuadro 3-3: Estadísticos del Nivel de la Turbiedad

Nivel de la Turbiedad			
	Muestras de Agua	Muestra Aleatoria	Turbiedad sin Atípicos
Media	3,2170	2,6654	1,3499
Error típico	0,3570	0,0800	0,0765
Mediana	1,29	2,728	0,885
Moda	0,4	#N/A	0,4
Desviación estándar	6,2241	1,3951	1,2288
Varianza de la muestra	38,7398	1,9463	1,5099
Curtosis	38,9351	-1,1241	0,3855
Coefficiente de asimetría	5,2309	-0,1190	1,1404
Rango	65,58	4,945	4,94
Mínimo	0,02	0,053	0,02
Máximo	65,6	4,998	4,96
Suma	977,97	810,288	348,27
Cuenta	304	304	258
CV	1,9348	0,5234	0,9103

Fuente 3-XXXV: Propia

El coeficiente de asimetría o sesgo es de 5,23 lo que significa que el nivel de la Turbiedad; de las muestras de agua recolectadas en el Cantón Guamote de la provincia de Chimborazo; muestra que su distribución tiene sesgo positivo o a la derecha, además que su polígono de frecuencias tiene la mayor acumulación del nivel de la turbiedad de las muestras de agua recolectadas a la izquierda.

La kurtosis un valor de 38,93 lo que significa; que la distribución del nivel de la turbiedad de las muestras de agua recolectadas son más puntiagudas que la normal por lo que presenta una distribución leptocúrtica

El nivel del color se encuentra en un intervalo de [0 – 5]; en el cual observamos una división estándar de 6,22; que nos dice que nuestro conjunto de datos es variable respecto a su media; al igual que su varianza con un valor de 38,73 nos muestra que los datos son heterogéneos; y un valor del coeficiente de variación de $Cv = 1,93$ lo

que indica que su variación es alta contra las otras muestras; El nivel de la turbiedad es uno de los parámetros físicos, estéticos, indicador primario para la aceptabilidad del agua.

3.2.3.3 Aplicación de la Distribución Normal para el nivel de la Turbiedad

Al tomar las muestras de agua y aplicar la distribución normal o campana de gauss, podemos observar que nuestro conjunto de datos de 304 muestras de agua recolectadas; 258 muestras de agua y analizadas su nivel de la turbiedad están cumpliendo la norma y 46 muestras de agua no se encuentran dentro de los límites permisibles de la Norma NTE-INEN-1108 (Norma Técnica Ecuatoriana NTE-INEN-1108: 2006 Segunda Revisión)¹⁴.

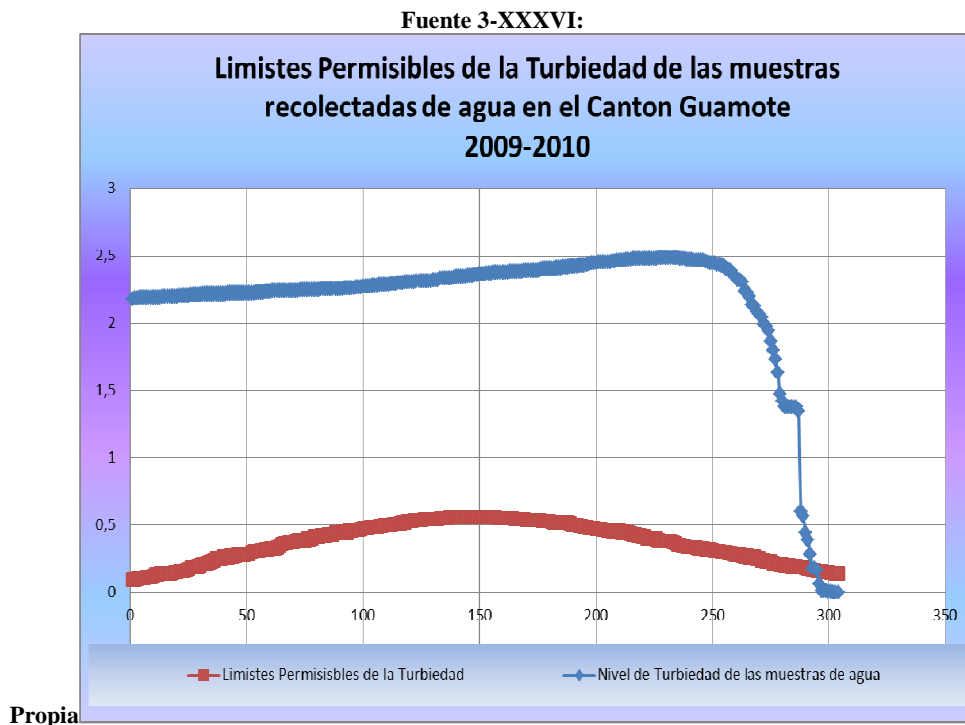


Gráfico 3-25: Nivel de la Turbiedad contra la norma NTE-INEN-1108

¹⁴ Norma Técnica Ecuatoriana NTE-INEN-1108: 2006 Segunda Revisión

Luego de un proceso de eliminación de datos anómalos, en nuestro conjunto de datos acerca del nivel de la turbiedad; de las muestras de agua recolectadas en el Cantón Guamote de la Provincia de Chimborazo en el periodo 2009-2010 se puede observar que existe el 84,87 % de datos que cumplen la norma NTE-INEN-1108 de la calidad de agua para consumo doméstico.

Fuente 3-XXXVII: Propia

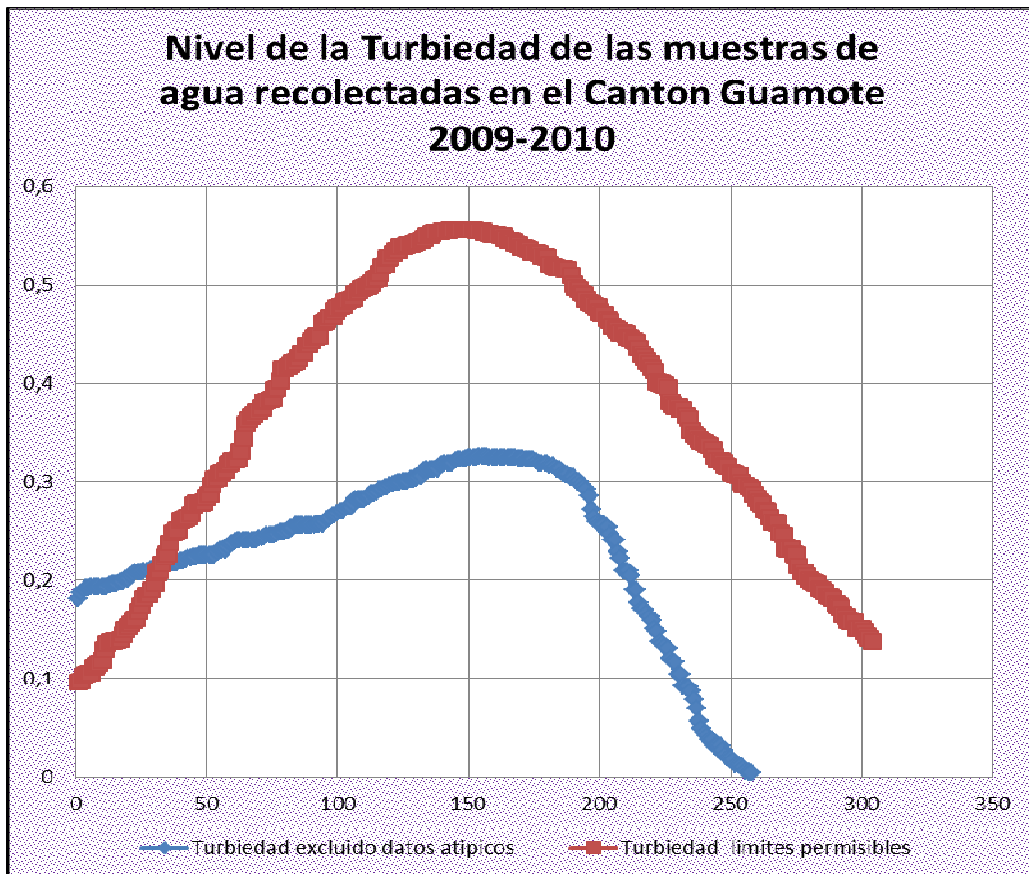


Gráfico 3-26: Nivel de la Turbiedad que cumplen la norma NTE-INEN-1108

En el siguiente gráfico, se muestra los niveles de turbiedad que no cumplen la norma NTE-INEN-1108; en los cuales hay que poner; énfasis y dar soluciones de inmediatos para mantener la turbiedad dentro los límites de la calidad del agua.

Además se puede observar que dé un total de 55 muestras de agua recolectadas y analizadas en su característica física Turbiedad; 4 muestras de agua se encuentran fuera de los límites permisibles ubicados en la parroquia Cebadas.

Fuente 3-XXXVIII: Propia

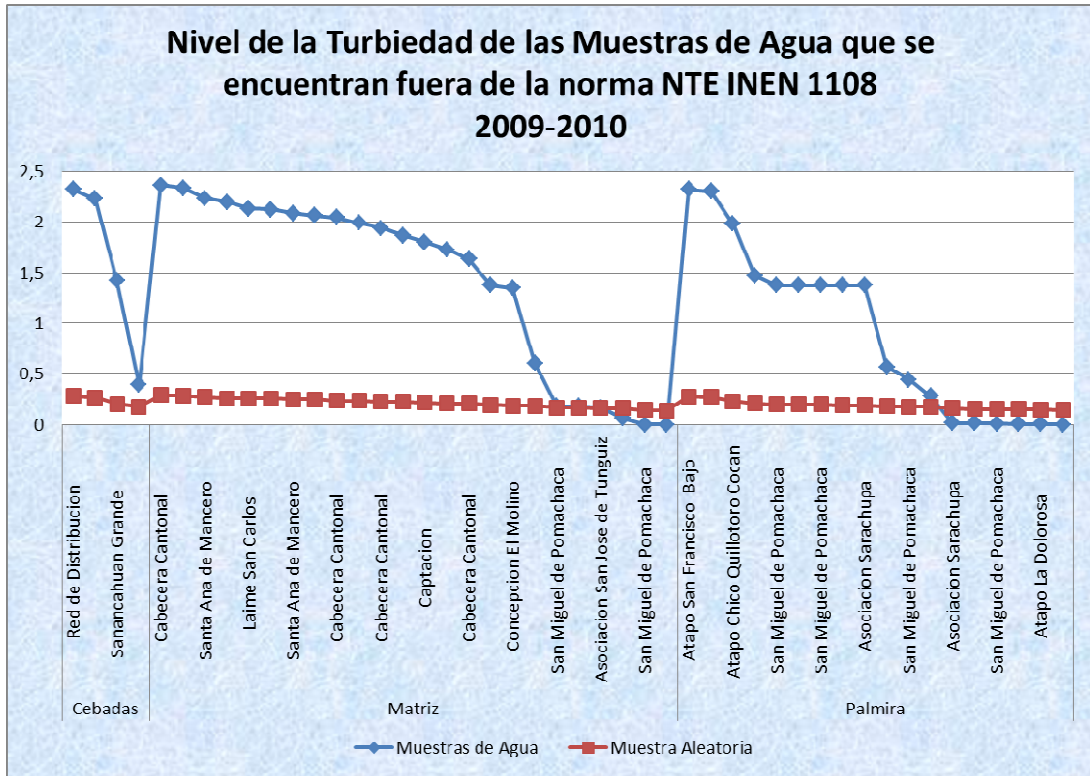


Gráfico 3-27: Nivel de la Turbiedad fuera de los límites permisibles

Se observa que dé un total de 172 muestras de agua recolectadas y analizadas en su característica física Turbiedad; 24 muestras de agua se encuentran fuera de los límites permisibles ubicados en la matriz del Cantón Guamote de la Provincia de Chimborazo durante el periodo 2009-2010.

Se observa que dé un total de 77 muestras de agua recolectadas y analizadas en su característica física Turbiedad; 18 muestras de agua se encuentran fuera de los límites permisibles ubicados en la parroquia Palmira.

3.2.4 Nivel de la Temperatura y la norma NTE-INEN-1108

El total de Muestras de agua recolectadas y analizadas en su característica física Temperatura es de No. 304 muestras de agua; divididas de la siguiente manera: en la Parroquia Cebadas No. 55 muestras; en la parroquia de Palmira tenemos un total de No.77 muestras; y en la matriz del Cantón Guamote 172 muestras de agua recolectadas en el Cantón Guamote de la Provincia de Chimborazo en el periodo 2009-2010.

3.2.4.1 Prueba de Normalidad del nivel de la Temperatura

Hipótesis:

H₀: Los datos provienen de una distribución normal

H₁: Los datos no provienen de una distribución normal

Tabla 3-xiii: Prueba de Kolmogorov-Smirnov para nivel de la Temperatura

		Temperatura
N		304
Parámetros normales(a,b)	Media	14,3105
	Desviación típica	2,70930
Diferencias más extremas	Absoluta	,046
	Positiva	,044
	Negativa	-,046
Z de Kolmogorov-Smirnov		,799
Sig. asintót. (bilateral)		,545

a La distribución de contraste es la Normal.

b Se han calculado a partir de los datos.

Con un nivel de significación de 0,05, nuestra variable nivel de la temperatura sigue una distribución Normal. A la vista de los resultados en el cuadro anterior se puede aceptar que la variable nivel de la temperatura es normal, ya que el valor $p = 0,545$ nivel crítico (Sig.asintot. bilateral) es, en este caso, mayor que el nivel de significación, $\alpha = 0,05$.

Fuente 3-XXXIX: Propia

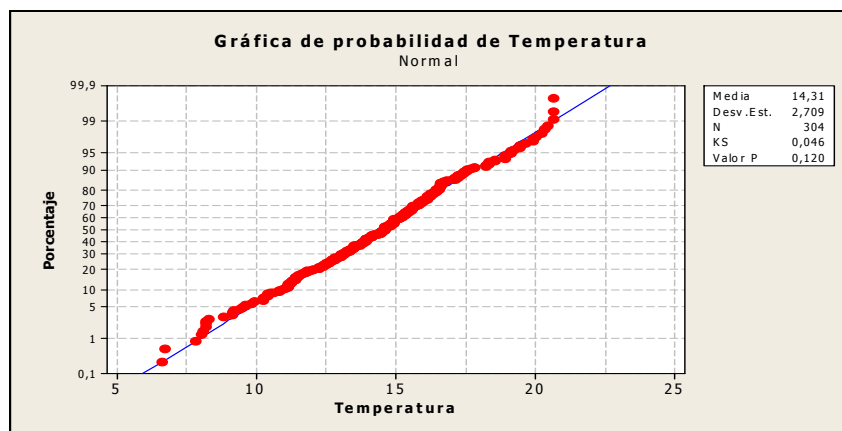


Gráfico 3-28: Prueba de Normalidad del parámetro Temperatura

Las muestras de agua recolectadas y analizadas en su parámetro físico Temperatura presentan una distribución normal; ya que podemos observar mediante nuestro gráfico que los porcentajes del nivel de la Temperatura de las muestras de agua recolectadas en el cantón Guamote de la Provincia de Chimborazo se ajustan a una distribución normal tomadas en el periodo 2009-2010.

3.2.4.2 Limpieza de datos Atípicos del nivel de la Temperatura

El total de Muestras de agua recolectadas nos presentaron datos atípicos alejados de nuestro conjunto de datos; por lo que se aplica las técnicas estadísticas adecuadas para la eliminación de los mismos y poder trabajar en nuestro conjunto de datos.

Fuente 3-XL: Propia

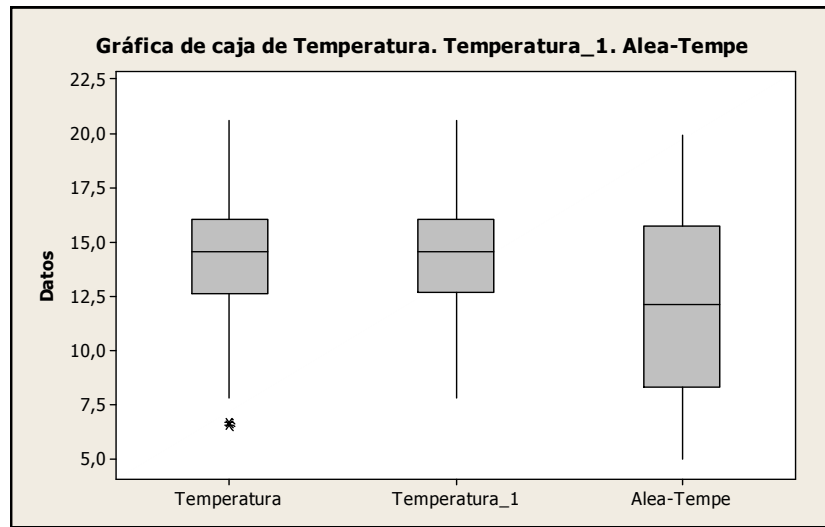


Grafico 3-29: Diagrama de Caja para la Temperatura

Para nuestro conjunto de datos; tenemos un valor de la media de 14,31 que corresponde al promedio de las muestras de agua recolectadas en el periodo 2009-2010 en el Cantón Guamote de la Provincia de Chimborazo; lo que significa que nuestro conjunto de datos se encuentra en un punto medio de los límites permisibles de la norma NTE-INEN-1108 para consumo doméstico de agua.

Tabla 3-xiv: Estadísticos Descriptivos de la Temperatura

CoefVar
18,93
18,42
35,54

	N	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo	Percentiles		
						75	25	50 (Mediana)
Temperatura	304	14,3105	2,70930	6,60	20,60	12,6250	14,6000	16,1000

Fuente 3-XLI: Propia

El mismo nivel de la temperatura que se encuentra en un intervalo de [6,6 – 20,6]; en el cual observamos una desviación estándar de 2,70 que nos dice que nuestro conjunto de datos no es tan variable respecto a su media; y un valor del coeficiente de variación de $Cv = 18,93$; lo que indica que su variación es alta entre las otras muestras; El nivel de la temperatura es uno de los parámetros físicos de la calidad del agua los mismos que se puede observar que cumplen la Norma NTE-INEN-1108 (Norma Técnica Ecuatoriana NTE-INEN-1108: 2006 Segunda Revisión)¹⁵.

El coeficiente de asimetría o sesgo es de -0,157 lo que significa; que el nivel de la Temperatura de las muestras de agua recolectadas en el Cantón Guamote de la provincia de Chimborazo; se identifica que su distribución tiene sesgo negativo o a la izquierda, además que su polígono de frecuencias tiene la mayor acumulación del nivel de la turbiedad de las muestras de agua recolectadas a la derecha.

Tabla 3-xv: Medidas de Dispersión

	N	Asimetría		Curtosis	
	Estadístico	Estadístico	Error típico	Estadístico	Error típico
Temperatura	304	-,157	,140	,071	,279
N válido (según lista)	304				

La kurtosis un valor de 0,071 lo que significa; que la distribución del nivel de la temperatura de las muestras de agua recolectadas son menos puntiagudas que la normal por lo que presenta una distribución platocúrtica

Se observa que nuestro conjunto de datos presentan en el análisis que su nivel de temperatura es normal y cumple la norma NTE-INEN-1108, además siendo el agua

¹⁵ Norma Técnica Ecuatoriana NTE-INEN-1108: 2006 Segunda Revisión

fría más agradable al paladar a diferencia de una temperatura alta que intensifica el desarrollo de microorganismo.

3.2.4.3 Aplicación de la Distribución Normal para el nivel de la Temperatura

Fuente 3-XLII: Propia

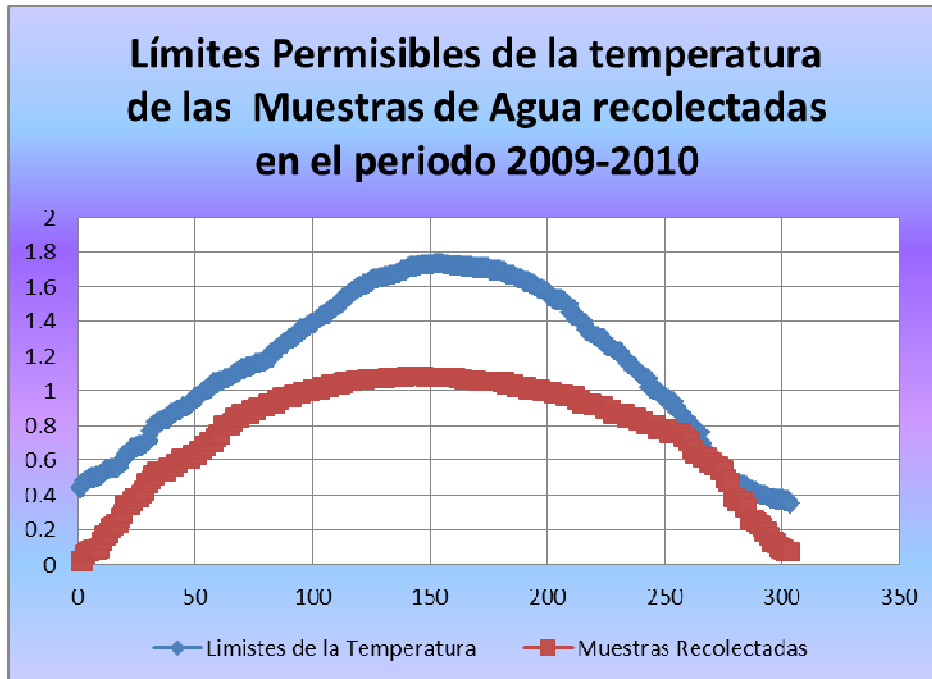


Gráfico 3-30: Nivel de la temperatura que cumplen la norma NTE-INEN-1108

La temperatura del agua para consumo doméstico debe no ser tan alta ya que solo así mantendremos nuestro organismo fuera de microorganismos. Que afectan nuestra salud.

La temperatura está dentro de un intervalo en el cual implica mucho el clima del lugar donde tomemos las muestras de agua, para el análisis.

En nuestro caso en el cantón Guamote ha ido fluctuando en un intervalo de [6,6 – 20,6]; lo que significa que es un clima frío.

Fuente 3-XLIII: Propia

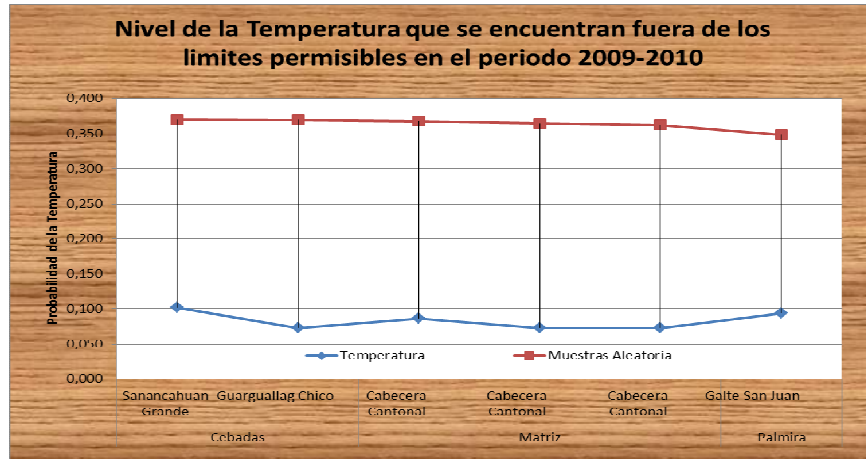


Gráfico 3-31: Nivel de Temperatura que no cumplen la norma

3.2.5 Sólidos Totales Disueltos y la norma NTE-INEN-1108

El total de Muestras de agua recolectadas y analizadas en su característica física Sólidos Totales Disueltos; es de No. 257 muestras de agua; divididas de la siguiente manera: Parroquia Cebadas; parroquia de Palmira; y en la matriz del Cantón Guamote; de la Provincia de Chimborazo en el periodo 2009-2010.

3.2.5.1 Prueba de Normalidad del nivel de los Sólidos Totales Disueltos

Hipótesis:

H₀: Los datos provienen de una distribución normal

H₁: Los datos no provienen de una distribución normal

Con un nivel de significación de 0,05, nuestra variable nivel de los sólidos totales disueltos no sigue una distribución Normal. A la vista de los resultados en el cuadro siguiente se puede rechazar la hipótesis nula; que la variable nivel de los sólidos totales disueltos es normal, ya que el valor $p = 0,000$ nivel crítico (Sig.asintot. bilateral) es, en este caso, menor que el nivel de significación, $\alpha = 0,05$.

Tabla 3-xvi: Prueba de Kolmogorov – Smirnov para nivel de Sólidos Totales D

		Sólidos Totales Disueltos
N		257
Parámetros normales(a,b)	Media	282,1689
	Desviación típica	245,01542
Diferencias más extremas	Absoluta	,156
	Positiva	,156
	Negativa	-,153
Z de Kolmogorov-Smirnov		2,493
Sig. asintót. (bilateral)		,000

a La distribución de contraste es la Normal.

b Se han calculado a partir de los datos.

Fuente 3-XLIV: Propia

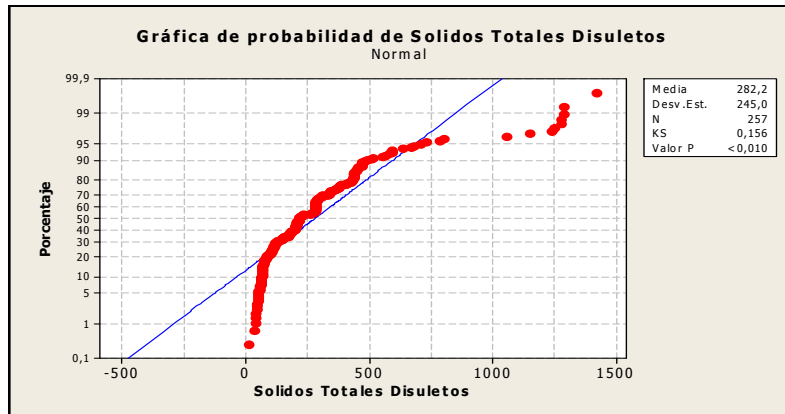


Gráfico 3-32: Prueba de Normalidad para el nivel de los Sólidos Totales Disueltos

Los datos no provienen de una distribución normal; ya que podemos observar mediante nuestro gráfico que los porcentajes de los Sólidos Totales Disueltos de las muestras de agua recolectadas en el cantón Guamote de la Provincia de Chimborazo no se ajustan a una distribución normal tomadas en el periodo 2009-2010.

3.2.5.2 Limpieza de datos Atípicos del nivel de la Temperatura

El total de Muestras de agua recolectadas nos presentaron datos atípicos alejados de nuestro conjunto de datos; por lo que se aplica las técnicas estadísticas adecuadas para la eliminación de los mismos y poder trabajar en nuestro conjunto de datos.

Fuente 3-XLV: Propia

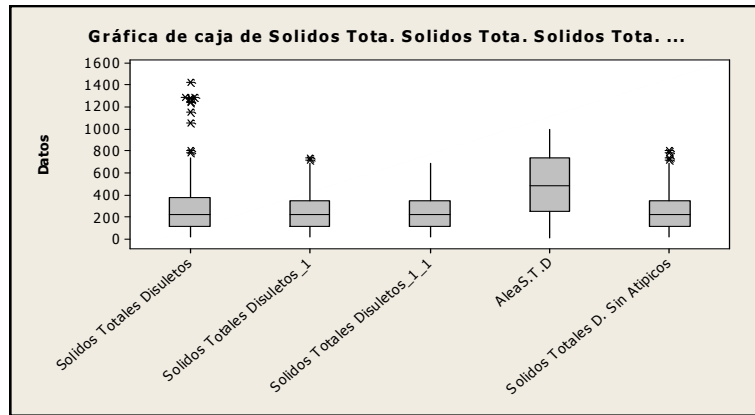


Gráfico 3-33: Diagrama de Caja de los niveles de Solidos Totales Disueltos

Para nuestro conjunto de datos fuera de datos sospechosos que están alejados de nuestro conjunto de datos; tenemos un valor de la media de 247 que corresponde al promedio de las muestras de agua recolectadas en el periodo 2009-2010 en el Cantón Guamote de la Provincia de Chimborazo; lo que significa que nuestro conjunto de datos se encuentra en un punto medio de los límites permisibles de la norma NTE-INEN-1108 para consumo doméstico de agua.

El nivel de los sólidos totales disueltos se encuentra en un intervalo de [0 – 1000]; el cual observamos una desviación estándar de 162,7 que nos dice que nuestro conjunto de datos es variable respecto a su media; al igual que su varianza con un valor de 26482,1 nos muestra que los datos son más homogéneos; y un valor del coeficiente de variación de $Cv = 65,88$ lo que indica que su variación es intermedia entre las otras muestras;

Tabla 3-xvii: Estadísticos Descriptivos del nivel de los Solidos Totales Disueltos

Variable	N	Media	Desv.Est.	Varianza	CoefVar	Mínimo	Máximo
S.T.Disueltos	257	282,2	245	60032,6	86,83	14	1421
S.T.Disueltos 1	246	242,59	155,72	24249,06	64,19	14	729
S.T.Disueltos 1-2	244	238,68	150,2	22560,6	62,93	14	680
Alea-S.T.D	257	493,4	285,8	81678,7	57,92	0,6	999,6
S.T.D. sin Atipicos	248	247	162,7	26482,1	65,88	14	801

Fuente 3-XLVI: Propia

El nivel de los Sólidos Totales Disueltos es uno de los parámetros físicos del agua, el mismo que produce sabor al agua.

El coeficiente de asimetría o sesgo es de 2,306 lo que significa; que el nivel de los sólidos totales disueltos de las muestras de agua recolectadas en el Cantón Guamote de la provincia de Chimborazo; muestran que su distribución tiene sesgo positivo o a la derecha, además que su polígono de frecuencias tiene la mayor acumulación del nivel de los sólidos totales disueltos de las muestras de agua recolectadas a la izquierda.

Tabla 3-xviii: Estadísticos descriptivos

	N	Asimetría		Curtosis	
	Estadístico	Estadístico	Error típico	Estadístico	Error típico
Solidos_totales_disueltos	257	2,306	,152	6,806	,303
N válido (según lista)	257				

La kurtosis un valor de 6,806 lo que significa; que la distribución del nivel de los sólidos totales disueltos de las muestras de agua recolectadas son más puntiagudas que la normal; por lo que presenta una distribución leptocúrtica.

3.2.5.3 Aplicación de la Distribución Normal para los Sólidos Totales Disueltos

Mediante la utilización de la distribución normal o campana de gauss podemos observar; que nuestro conjunto de datos no se encuentran dentro de los límites

permisibles de la Norma NTE-INEN-1108 (Norma Técnica Ecuatoriana NTE-INEN-1108: 2006 Segunda Revisión)¹⁶.

Fuente 3-XLVII: Propia

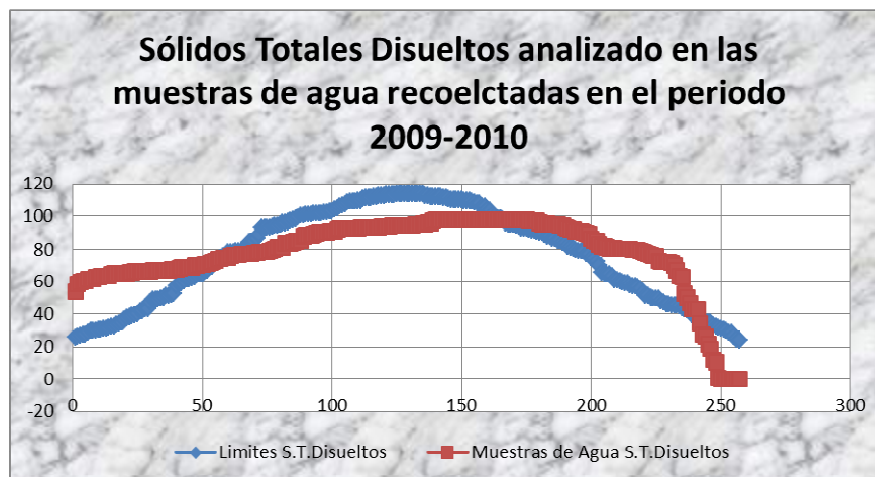


Gráfico 3-34: Sólidos Totales Disueltos respecto a la norma NTE-INEN-1108

El nivel de los Sólidos Totales Disueltos de las muestras de agua recolectadas presenta variabilidad dentro de nuestro conjunto de datos.

El nivel de los Sólidos Totales Disueltos excluidos los datos atípicos, se encuentran dentro de nuestros límites permisibles, estas muestras de agua recolectadas en el periodo 2009-2010 en el Cantón Guamote de la Provincia de Chimborazo.

Fuente 3-XLVIII: Propia

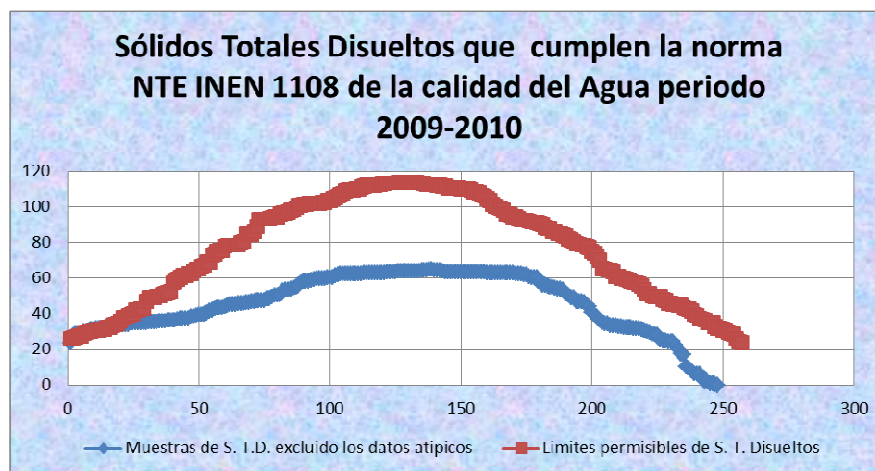


Gráfico 3-35: Sólidos Totales Disueltos que cumplen la norma NTE-INEN-1108

¹⁶ Norma Técnica Ecuatoriana NTE- INEN-1108: 2006 Segunda Revisión

3.2.6 Nivel de la Conductividad y la norma NTE-INEN-1108

El total de Muestras de agua recolectadas y analizadas en su característica física Conductividad es de No. 256 muestras de agua; divididas de la siguiente manera: Parroquia Cebadas; parroquia de Palmira; y en la matriz del Cantón Guamote muestras de agua recolectadas en el periodo 2009-2010 en el Cantón Guamote de la Provincia de Chimborazo.

3.2.6.1 Prueba de Normalidad del nivel de la Conductividad

Hipótesis:

H₀: Los datos provienen de una distribución normal

H₁: Los datos no provienen de una distribución normal

Con un nivel de significación de 0,05, nuestra variable nivel de la Conductividad no sigue una distribución Normal. A la vista de los resultados en la tabla siguiente se puede rechazar; que la variable nivel de la Conductividad es normal, ya que el valor $p = 0,010$ nivel crítico (Sig.asintot. bilateral) es, en este caso, menor que el nivel de significación, $\alpha = 0,05$.

Tabla 3-xix: Prueba de Kolmogorov-Smirnov para nivel de la Conductividad

		Conductividad
N		256
Parámetros normales(a,b)	Media	498,4420
	Desviación típica	370,65880
Diferencias más extremas	Absoluta	,101
	Positiva	,101
	Negativa	-,091
Z de Kolmogorov-Smirnov		1,623
Sig. asintót. (bilateral)		,010

a La distribución de contraste es la Normal.

b Se han calculado a partir de los datos.

Fuente 3-XLIX: Propia

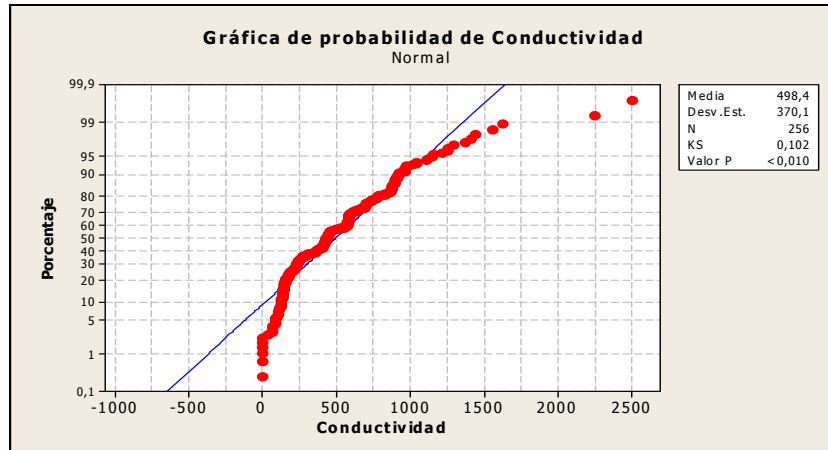


Grafico 3-36: Prueba de normalidad para el nivel de la Conductividad

Los datos no provienen de una distribución normal; ya que podemos observar mediante nuestro gráfico que los porcentajes del nivel de la conductividad de las muestras recolectadas en el cantón Guamote de la Provincia de Chimborazo no se ajustan a una distribución normal tomadas en el periodo 2009-2010.

3.2.6.2 Limpieza de datos Atípicos del nivel de la Conductividad

El total de Muestras de agua recolectadas nos presentaron datos atípicos alejados de nuestro conjunto de datos; por lo que se aplica las técnicas estadísticas adecuadas para la eliminación de los mismos y poder trabajar en nuestro conjunto de datos.

Fuente 3-L: propia

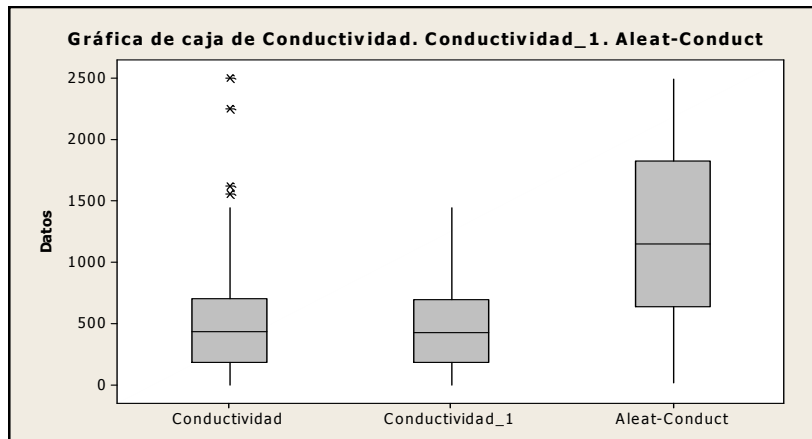


Grafico 3-37: Diagrama de Caja del nivel de la Conductividad

La media del nivel de la conductividad es 498,38 (95% intervalos de confianza asociados de 452,83 y 543,93). La desviación estándar es 370,08 (intervalos de confianza de 95% de 340,56 y 405,24).

Utilizando un nivel de significancia de 0.05, la prueba de normalidad de Anderson-Darling (A-cuadrado = 5.11, valor P < 0,005) indica que los datos del nivel de la Conductividad no siguen una distribución normal.

Fuente 3-LI: Propia

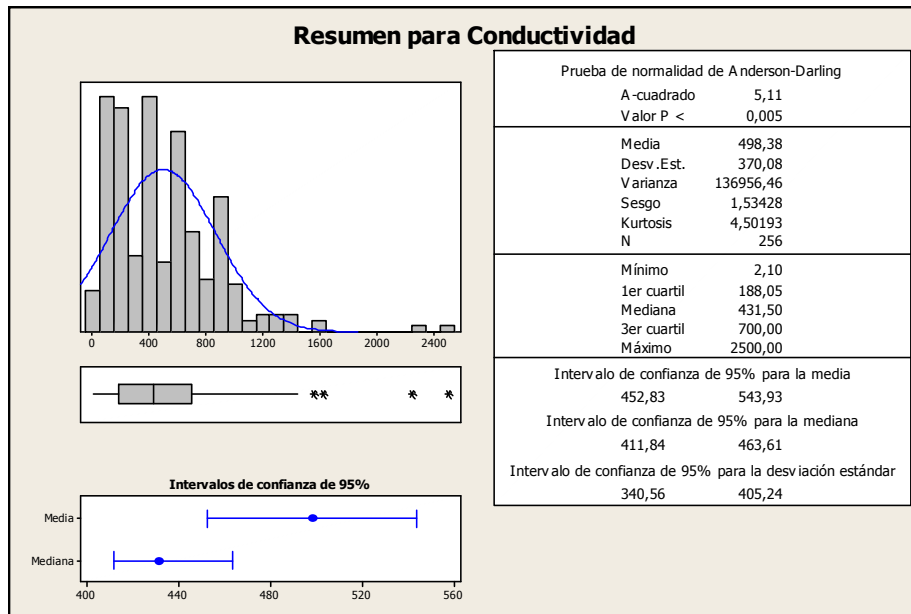


Gráfico 3-38: Estadísticos del nivel de la Conductividad

El coeficiente de asimetría o sesgo es de 1,534 lo que significa; que el nivel de la conductividad de las muestras de agua recolectadas en el Cantón Guamote de la provincia de Chimborazo; muestra que su distribución tiene sesgo positivo o a la derecha, además que su polígono de frecuencias tiene la mayor acumulación del nivel de la conductividad de las muestras de agua recolectadas a la izquierda.

La kurtosis un valor de 4,501 lo que significa que la distribución; del nivel la conductividad de las muestras de agua recolectadas; son más puntiagudas que la normal por lo que presenta una distribución leptocúrtica

3.2.6.3 Aplicación de la Distribución Normal para el nivel de la Conductividad

Mediante la utilización de la distribución normal o campana de gauss podemos observar que nuestro conjunto de datos se encuentran dentro de los límites permisibles de la Norma NTE-INEN-1108 (Norma Técnica Ecuatoriana NTE-INEN-1108: 2006 Segunda Revisión)¹⁷.

Fuente 3-LII: Propia



Gráfico 3-39: Nivel de la Conductividad dentro de los límites permisibles

3.3 Características Químicas del Agua

3.3.1 Nivel del Hierro Total y la norma NTE-INEN-1108

El total de Muestras de agua recolectadas y analizadas en su característica química Hierro Total es de No. 296 muestras de agua; divididas de la siguiente manera:

¹⁷ Norma Técnica Ecuatoriana NTE-INEN-1108: 2006 Segunda Revisión

Parroquia Cebadas; parroquia de Palmira; y en la matriz del Cantón Guamote, muestras de agua recolectadas en el periodo 2009-2010.

3.3.1.1 Prueba de Normalidad del nivel del Hierro Total

Hipótesis: H_0 : Los datos provienen de una distribución normal

H_1 : Los datos no provienen de una distribución normal

Con un nivel de significación de 0,05, nuestra variable nivel del Hierro Total no sigue una distribución Normal. A la vista de los resultados en el cuadro siguiente se puede rechazar que la variable Hierro Total es normal, ya que el valor $p = 0,000$ nivel crítico (Sig.asintot. bilateral) es, en este caso, menor que el nivel de significación, $\alpha = 0,05$.

Tabla 3-xx: Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el Hierro Total

		Hierro_Total
N		296
Parámetros normales(a,b)	Media	,19061
	Desviación típica	,548788
Diferencias más extremas	Absoluta	,380
	Positiva	,380
	Negativa	-,357
Z de Kolmogorov-Smirnov		6,541
Sig. asintót. (bilateral)		,000

a La distribución de contraste es la Normal.

b Se han calculado a partir de los datos.

Fuente 3-LIII: Propia

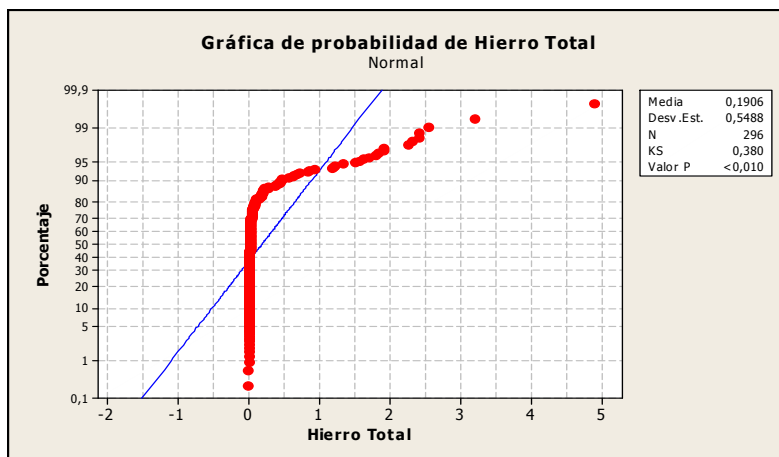


Gráfico 3-40: Prueba de normalidad del nivel del Hierro Total

Los datos no provienen de una distribución normal; ya que podemos observar mediante nuestro gráfico; que los porcentajes del nivel del hierro total de las muestras recolectadas en el cantón Guamote de la Provincia de Chimborazo; no se ajustan a una distribución normal tomadas en el periodo 2009-2010.

3.3.1.2 Limpieza de datos Atípicos del nivel del Hierro Total

El total de Muestras de agua recolectadas nos presentaron datos atípicos alejados de nuestro conjunto de datos; por lo que se aplica las técnicas estadísticas adecuadas para la eliminación de los mismos y poder trabajar en nuestro conjunto de datos.

Fuente 3-LIV: Propia

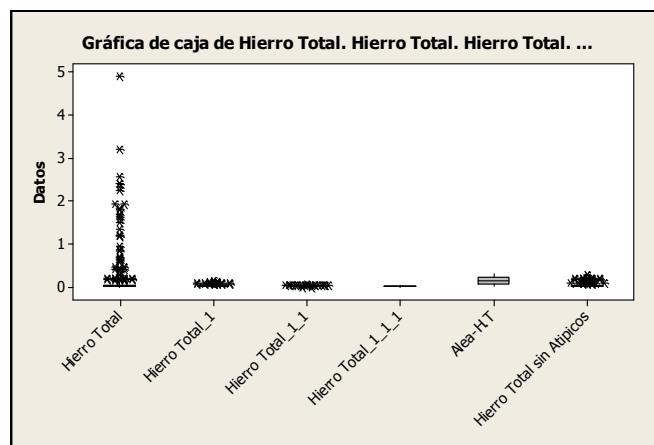


Gráfico 3-41: Detección de datos atípicos

La media del nivel de la conductividad es 0,19 (95% intervalos de confianza asociados de 0,12 y 0,25). La desviación estándar es 0,54 (intervalos de confianza de 95% de 0,50 y 0,59).

Utilizando un nivel de significancia de 0.05, la prueba de normalidad de Anderson-Darling ($A\text{-cuadrado} = 72,61$, valor $P < 0,005$) indica que los datos del nivel de la Conductividad no siguen una distribución normal.

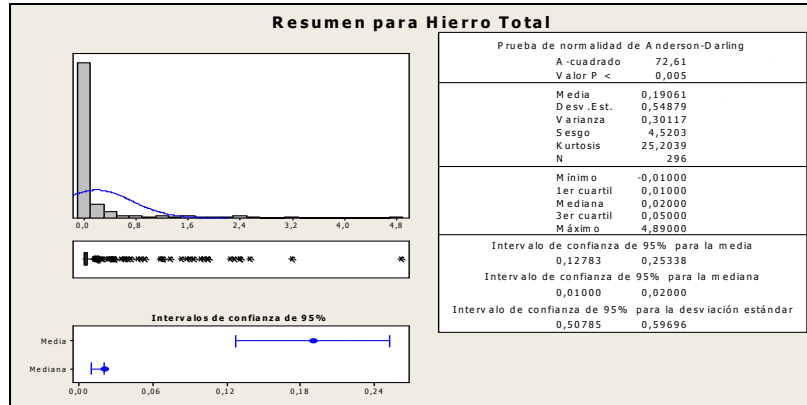


Gráfico 3-42: Resumen del nivel de Hierro Total

El coeficiente de asimetría o sesgo es de 4,520 lo que significa; que el nivel del hierro total de las muestras de agua recolectadas en el Cantón Guamote de la provincia de Chimborazo; muestra que su distribución tiene sesgo positivo o a la derecha, además que su polígono de frecuencias tiene la mayor acumulación del nivel de la conductividad de las muestras de agua recolectadas a la izquierda.

La kurtosis un valor de 25,20 lo que significa que la distribución del nivel del hierro total de las muestras de agua recolectadas son más puntiagudas que la normal por lo que presenta una distribución leptocúrtica.

3.3.1.3 Aplicación de la Distribución Normal para el nivel del Hierro Total

Fuente 3-LV: Propia

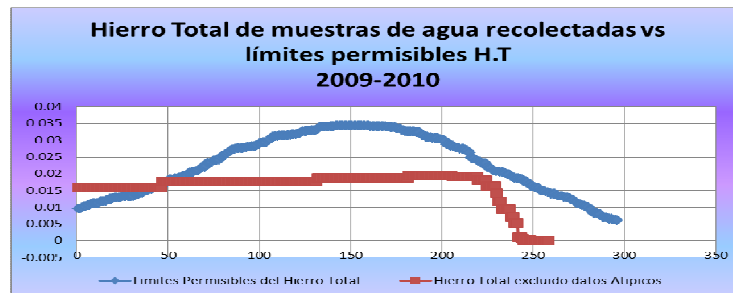


Gráfico 3-43: Nivel del Hierro Total dentro de los límites permisibles

De un total de 296 muestras de agua recolectadas y analizadas su nivel del hierro total el 87,84 % se encuentra dentro del intervalo [0 - 0,3] y se encuentran cumpliendo con la norma NTE-INEN-1108.

Fuente 3-LVI:



Gráfico 3-44: Nivel del Hierro Total que no cumplen la norma NTE-INEN-1108

3.3.2 Nivel del Hierro Soluble y la norma NTE-INEN-1108

El total de Muestras de agua recolectadas y analizadas su característica química hierro soluble es de No. 35 muestras de agua; divididas de la siguiente manera: en las parroquias de Palmira, Cebadas; y en la matriz del Cantón, muestras de agua recolectadas en el periodo 2009-2010.

3.3.2.1 Prueba de Normalidad del nivel del Hierro Soluble

Hipótesis:

H_0 : Los datos provienen de una distribución normal

H_1 : Los datos no provienen de una distribución normal

Tabla 3-xxi: Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el Hierro Soluble

		Hierro_Soluble
N		35
Parámetros normales(a,b)	Media	1,05400
	Desviación típica	,937472
Diferencias más extremas	Absoluta	,154
	Positiva	,154
	Negativa	-,130
Z de Kolmogorov-Smirnov		,910
Sig. asintót. (bilateral)		,041

a La distribución de contraste es la Normal.

b Se han calculado a partir de los datos.

Con un nivel de significación de 0,05, nuestra variable nivel del Hierro Soluble no sigue una distribución Normal. A la vista de los resultados en el cuadro anterior se puede rechazar la hipótesis nula que la variable nivel del Hierro Soluble no es normal; ya que el valor $p = 0,041$ nivel crítico (Sig.asintot. bilateral) es, en este caso, menor que el nivel de significación, $\alpha = 0,05$.

Los datos no provienen de una distribución normal; ya que podemos observar mediante nuestro gráfico que los porcentajes del nivel del Hierro Soluble de las muestras recolectadas en el cantón Guamote de la Provincia de Chimborazo no se ajustan a una distribución normal tomadas en el periodo 2009-2010.

Fuente 3-LVII: Propia

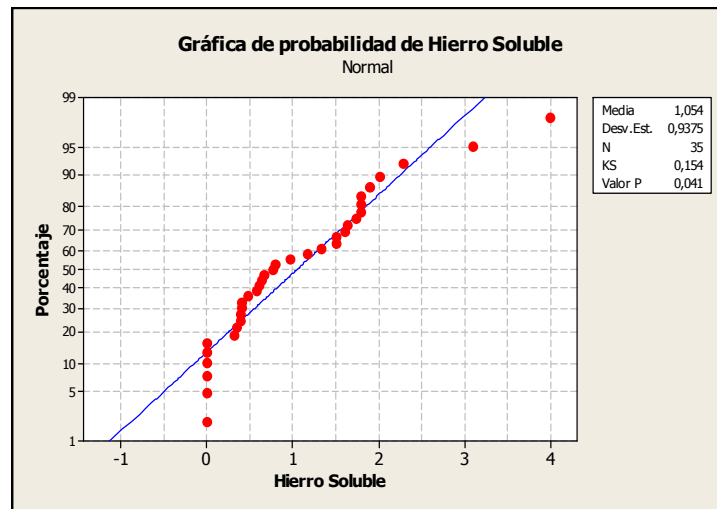


Gráfico 3-45: Prueba de normalidad del Hierro Soluble

3.3.2.2 Limpieza de datos Atípicos del nivel del Hierro Soluble

El total de Muestras de agua recolectadas nos presentaron datos atípicos alejados de nuestro conjunto de datos; por lo que se aplica las técnicas estadísticas adecuadas para la eliminación de los mismos y poder trabajar en nuestro conjunto de datos.

Fuente 3-LVIII: Propia

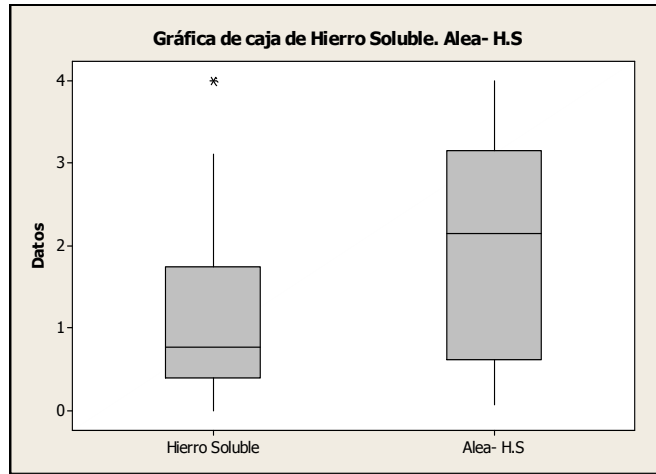


Grafico 3-46: Detección de datos atípicos del Hierro Soluble

La media del nivel del Hierro Soluble es 1,05 (95% intervalos de confianza asociados de 0,73 y 1,37). La desviación estándar es 0,937 (intervalos de confianza de 95% de 0,75 y 1,22).

Utilizando un nivel de significancia de 0.05, la prueba de normalidad de Anderson-Darling (A -cuadrado = 1.01, valor $P < 0,05$) indica que los datos del nivel del Hierro Soluble no siguen una distribución normal.

El coeficiente de asimetría o sesgo es de 1,131 lo que significa que el nivel del Hierro soluble de las muestras de agua recolectadas en el Cantón Guamote de la provincia de Chimborazo; su distribución tiene sesgo positivo o a la derecha, además que su polígono de frecuencias tiene la mayor acumulación del nivel del Hierro Soluble de las muestras de agua recolectadas a la izquierda.

La kurtosis un valor de 1,52 lo que significa que la distribución del nivel hierro soluble de las muestras de agua recolectadas son menos puntiagudas que la normal por lo que presenta una distribución plutocrática

Fuente 3-LIX: Propia

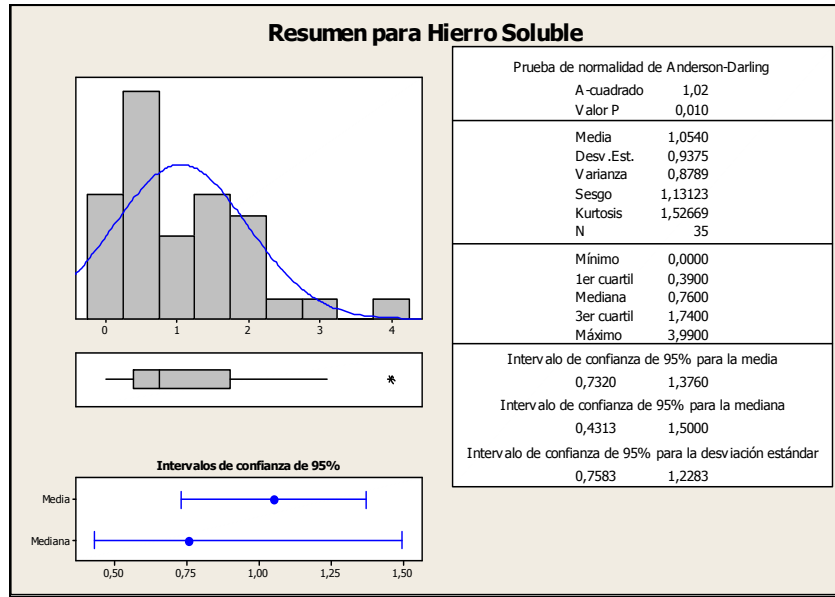


Gráfico 3-47: Resumen Estadístico del Hierro Soluble

3.3.2.3 Aplicación de la Distribución Normal para el nivel del Hierro Soluble

Mediante la utilización de la distribución normal o campana de gauss podemos observar que nuestro conjunto de datos permanece constante en un 17,14 %; y no se encuentran dentro de los límites permisibles de la Norma NTE-INEN-1108 (Norma Técnica Ecuatoriana NTE-INEN-1108: 2006 Segunda Revisión)¹⁸.

Fuente 3-LX: Propia

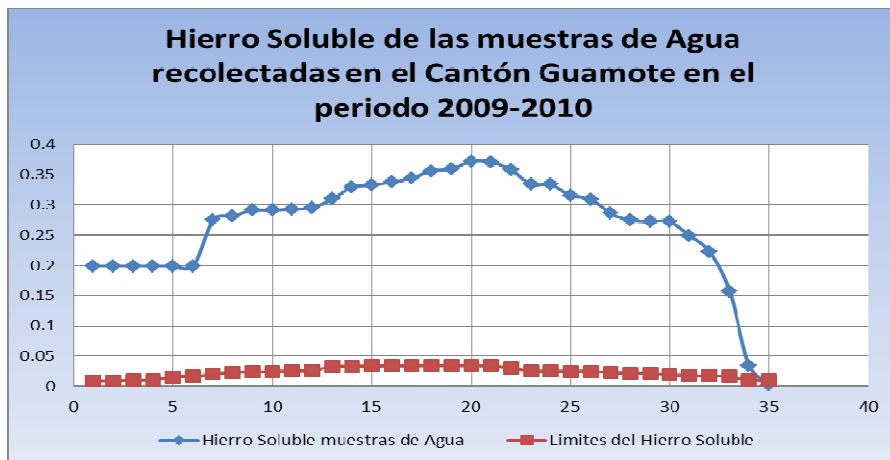


Gráfico 3-48: Nivel del Hierro Soluble de las Muestras de Agua

¹⁸ Norma Técnica Ecuatoriana NTE- INEN-1108: 2006 Segunda Revisión

3.3.3 Nivel del Hierro Coloidal y la norma NTE-INEN-1108

El total de Muestras de agua recolectadas y analizadas en su característica química: el nivel del hierro coloidal es de No. 36 muestras de agua; divididas de la siguiente manera: Parroquia Cebadas; parroquia de Palmira; y en la matriz del Cantón Guamote de la Provincia de Chimborazo en el periodo 2009-2010.

3.3.3.1 Prueba de Normalidad del nivel del Hierro Coloidal

Hipótesis:

H₀: Los datos provienen de una distribución normal

H₁: Los datos no provienen de una distribución normal

Con un nivel de significación de 0,05, nuestra variable nivel del Hierro Coloidal no sigue una distribución Normal. A la vista de los resultados en el cuadro siguiente se puede rechazar la hipótesis nula; que la variable nivel del hierro coloidal es normal, ya que el valor $p = 0,000$ nivel crítico (Sig.asintot. bilateral) es, en este caso, menor que el nivel de significación, $\alpha = 0,05$.

Tabla 3-xxii: Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el nivel del Hierro Coloidal

		Hierro Coloidal
N		36
Parámetros normales(a,b)	Media	,09083
	Desviación típica	,150663
Diferencias más extremas	Absoluta	,310
	Positiva	,310
	Negativa	-,273
Z de Kolmogorov-Smirnov		1,863
Sig. asintót. (bilateral)		,002

a La distribución de contraste es la Normal.

b Se han calculado a partir de los datos.

Fuente 3-LXI: Propia

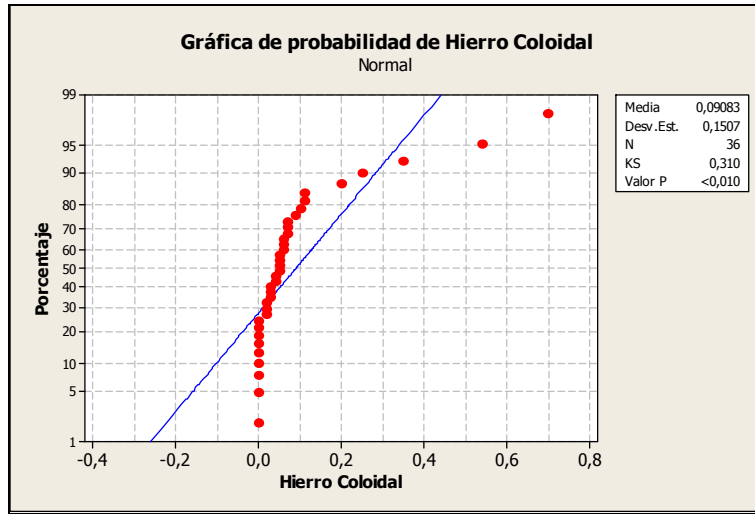


Grafico 3-49: Prueba de Normalidad para Hierro Coloidal

Los datos no provienen de una distribución normal; ya que podemos observar mediante nuestro gráfico que los porcentajes del nivel del hierro coloidal de las muestras recolectadas en el cantón Guamote de la Provincia de Chimborazo no se ajustan a una distribución normal tomadas en el periodo 2009-2010.

3.3.3.2 Limpieza de datos Atípicos del nivel del Hierro Coloidal

El total de Muestras de agua recolectadas nos presentaron datos atípicos alejados de nuestro conjunto de datos; por lo que se aplica las técnicas estadísticas adecuadas para la eliminación de los mismos y poder trabajar en nuestro conjunto de datos.

Fuente 3-LXII: Propia

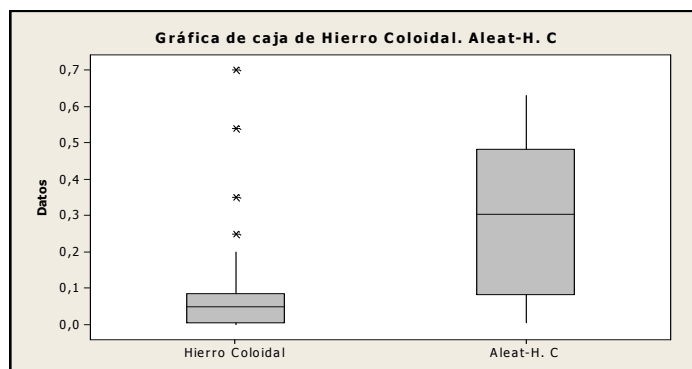


Grafico 3-50: Diagrama de Caja del nivel del Hierro Coloidal

La media del nivel del Hierro Coloidal es 0,090 (95% intervalos de confianza asociados de 0,039 y 0,141). La desviación estándar es 0,150 (intervalos de confianza de 95% de 0,12 y 0,19).

Utilizando un nivel de significancia de 0.05, la prueba de normalidad de Anderson-Darling (A-cuadrado = 5,24, valor P < 0,005) indica que los datos del nivel del Hierro Coloidal no siguen una distribución normal.

El coeficiente de asimetría o sesgo es de 2,921; lo que significa que el nivel del Hierro Coloidal de las muestras de agua recolectadas en el Cantón Guamote de la provincia de Chimborazo; muestra que su distribución tiene sesgo positivo o a la derecha, además que su polígono de frecuencias tiene la mayor acumulación del nivel del Hierro Coloidal de las muestras de agua recolectadas a la izquierda.

Fuente 3-LXIII: Propia

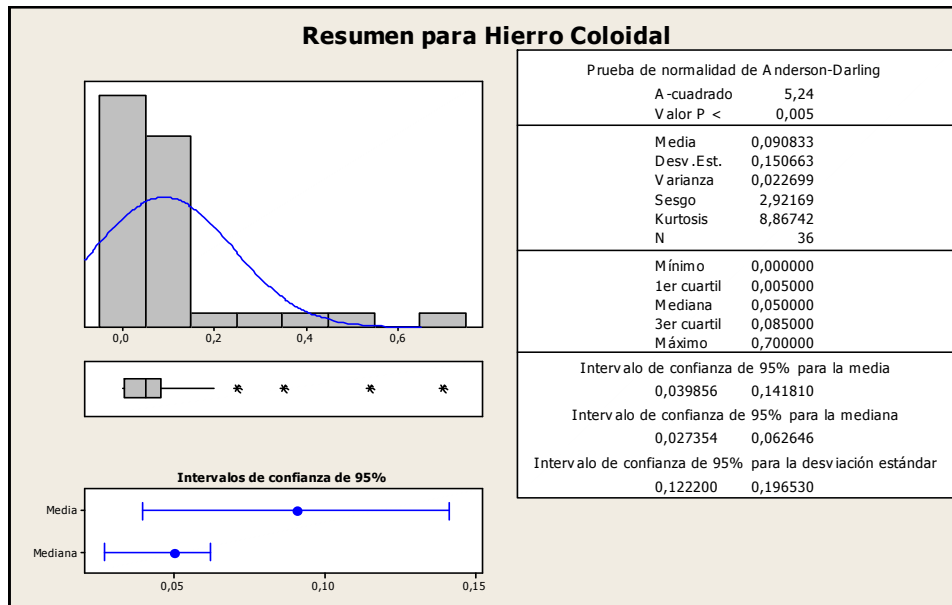


Grafico 3-51: Resumen Estadístico del nivel del Hierro Coloidal

La kurtosis un valor de 8,86 lo que significa que la distribución del nivel del Hierro Coloidal de las muestras de agua recolectadas son más puntiagudas que la normal por lo que presenta una distribución leptocúrtica.

3.3.3.3 Aplicación de la Distribución Normal para el nivel del Hierro Coloidal

En el conjunto de datos de las muestras de agua recolectadas en el periodo 2009-2010 en el Cantón Guamote de la Provincia de Chimborazo; luego de hacer el análisis químico se encuentra que el nivel de Hierro Coloidal permanece constante en un 25% de las muestras tomadas de un total de 36 muestras de agua; las mismas que se encuentra bajo la Norma NTE-INEN-1108 (Norma Técnica Ecuatoriana NTE-INEN-1108: 2006 Segunda Revisión)¹⁹.

Fuente 3-LXIV: Propia

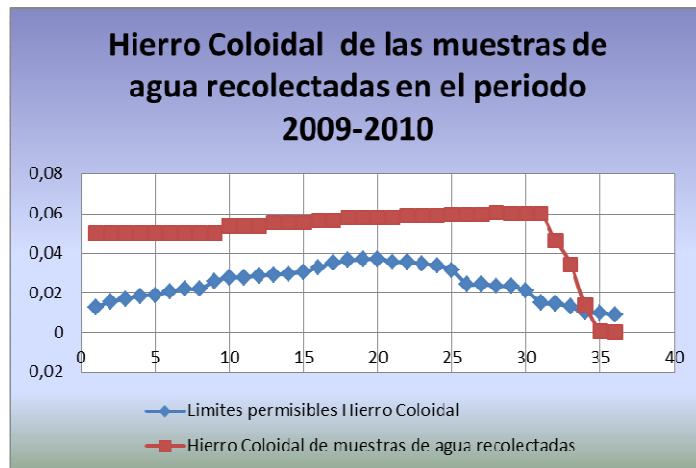


Gráfico 3-52: Nivel del Hierro Coloidal de las muestras de Agua

3.3.4 Nivel de Manganeso y la norma NTE-INEN-1108

El total de Muestras de agua recolectadas y analizadas en su característica química manganeso es de No. 159 muestras de agua; divididas de la siguiente manera: Parroquia Cebadas; parroquia de Palmira; y en la matriz del Cantón de la Provincia de Chimborazo en el periodo 2009-2010.

¹⁹ Norma Técnica Ecuatoriana NTE-INEN-1108: 2006 Segunda Revisión

3.3.4.1 Prueba de Normalidad del Nivel de Manganeso

Hipótesis: H_0 : Los datos provienen de una distribución normal

H_1 : Los datos no provienen de una distribución normal

Tabla 3-xxiii: Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el nivel del Manganeso

		Manganeso
N		159
Parámetros normales(a,b)	Media	,03165
	Desviación típica	,110819
Diferencias más extremas	Absoluta	,384
	Positiva	,377
	Negativa	-,384
Z de Kolmogorov-Smirnov		4,844
Sig. asintót. (bilateral)		,000

a La distribución de contraste es la Normal.

b Se han calculado a partir de los datos.

Con un nivel de significación de 0,05, nuestra variable nivel del Manganeso no sigue una distribución Normal. A la vista de los resultados en el cuadro anterior se puede rechazar la hipótesis nula; que la variable nivel del manganeso es normal, ya que el valor $p = 0,000$ nivel crítico (Sig.asintot. bilateral) es, en este caso, menor que el nivel de significación, $\alpha = 0,05$.

Fuente 3-LXV: Propia

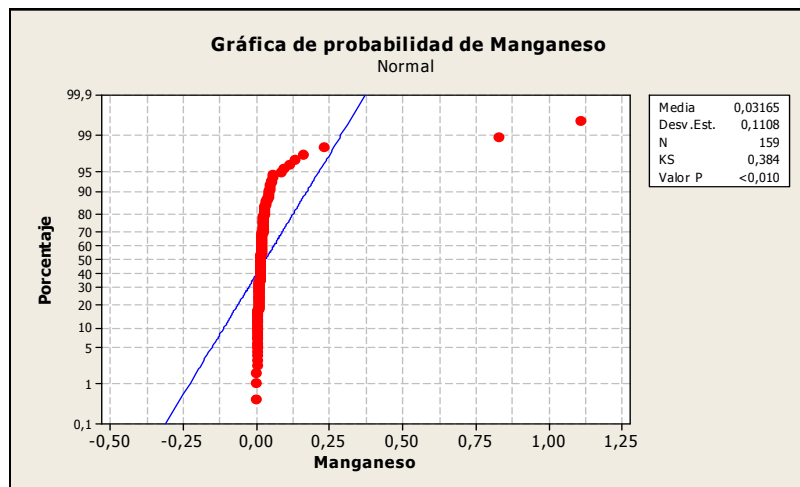


Gráfico 3-53: Prueba de normalidad para el nivel de Manganeso

Los datos no provienen de una distribución normal; ya que podemos observar mediante nuestro gráfico que los porcentajes del nivel de Manganeso de las muestras de agua recolectadas en el cantón Guamote de la Provincia de Chimborazo; no se ajustan a una distribución normal tomadas en el periodo 2009-2010.

3.3.4.2 Limpieza de datos Atípicos del Nivel de Manganeso

El total de Muestras de agua recolectadas nos presentaron datos atípicos alejados de nuestro conjunto de datos; por lo que se aplica las técnicas estadísticas adecuadas para la eliminación de los mismos y poder trabajar en nuestro conjunto de datos.

Fuente 3-LXVI: Propia

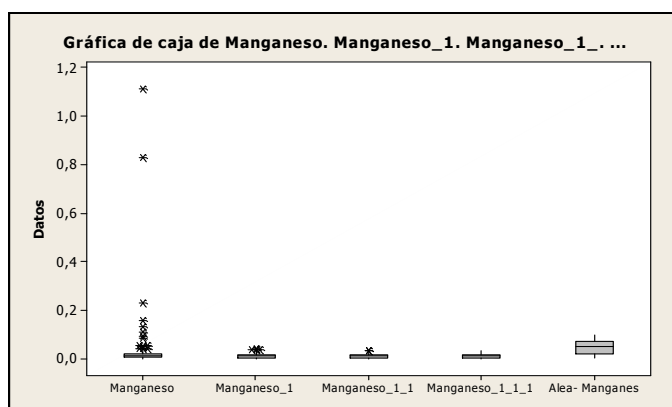


Grafico 3-54: Detección de datos Atípicos del nivel del Manganeso

La media del nivel del Manganeso es 0,031 (95% intervalos de confianza asociados de 0,014 y 0,049). La desviación estándar es 0,110 (intervalos de confianza de 95% de 0,09 y 0,12).

Utilizando un nivel de significancia de 0.05, la prueba de normalidad de Anderson-Darling ($A\text{-cuadrado} = 42,90$, valor $P < 0,005$) indica que los datos del nivel del Manganeso no siguen una distribución normal.

El coeficiente de asimetría o sesgo es de 8,35 lo que significa que el nivel del Manganeso de las muestras de agua recolectadas en el Cantón Guamote de la

provincia de Chimborazo; muestran que su distribución tiene sesgo positivo o a la derecha, además que su polígono de frecuencias tiene la mayor acumulación del nivel del Manganeso de las muestras de agua recolectadas a la izquierda.

Fuente 3-LXVII: Propia

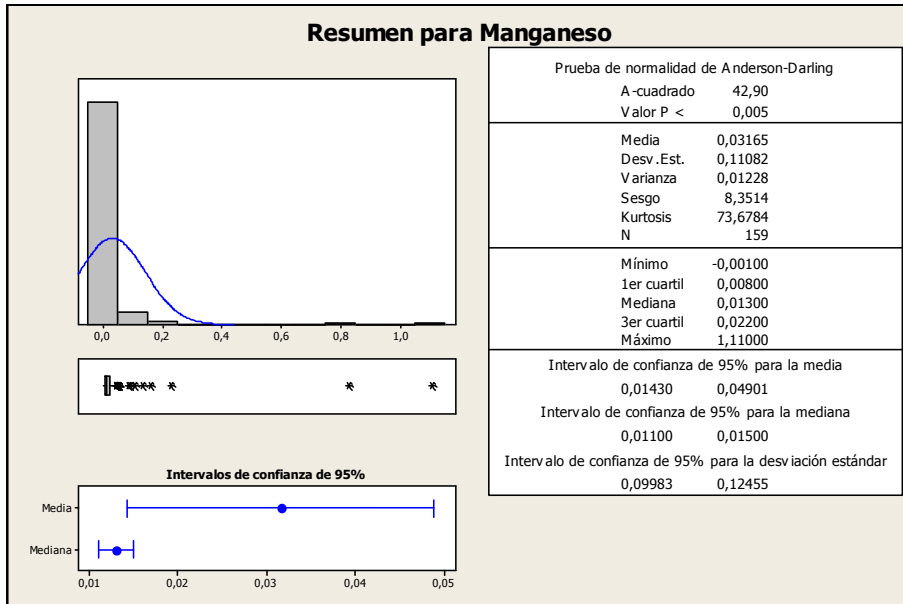


Gráfico 3-55: Resumen Estadístico del nivel de Manganeso

La kurtosis un valor de 73,67 lo que significa; que la distribución del nivel del Manganeso de las muestras de agua recolectadas; son más puntiagudas que la normal por lo que presenta una distribución leptocúrtica.

3.3.4.3 Aplicación de la Distribución Normal para el nivel del Manganeso

Fuente 3-LXVIII: Propia

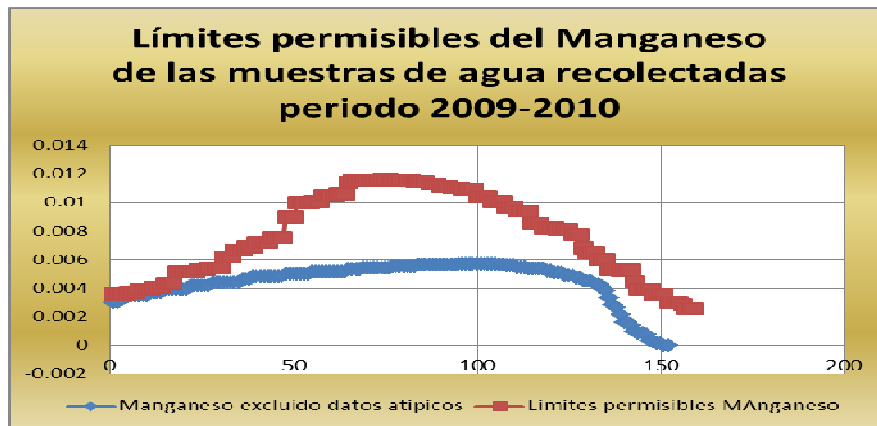


Gráfico 3-56: Límites Permisibles que cumplen la norma NTE-INEN-1108

El 3,77 % de las muestras del nivel de manganeso que están fuera del rango [0 – 0,1] y que no cumplen la Norma NTE-INEN-1108 (Norma Técnica Ecuatoriana NTE-INEN-1108: 2006 Segunda Revisión)²⁰; y son las siguientes:

Tabla 3-xxiv: Nivel de Manganeso que no cumplen las especificaciones

Sistema Agua Potable	Parroquia	Localidad	Manganeso	Aleatorio/ Manganeso
Regional	Matriz	Laime San Carlos	0,0226	0,0028
Comunal		Chacaza San Antonio	0,0344	0,0030
Regional		Laime San Carlos	0,0293	0,0030
Regional		Concepcion El Molino	0,0000	0,0026
Comunal	Palmira	Santa Monica de Tacon	0,0089	0,0026
Comunal		Atapo San Francisco	0,0000	0,0026

Fuente 3-LXIX: Propia

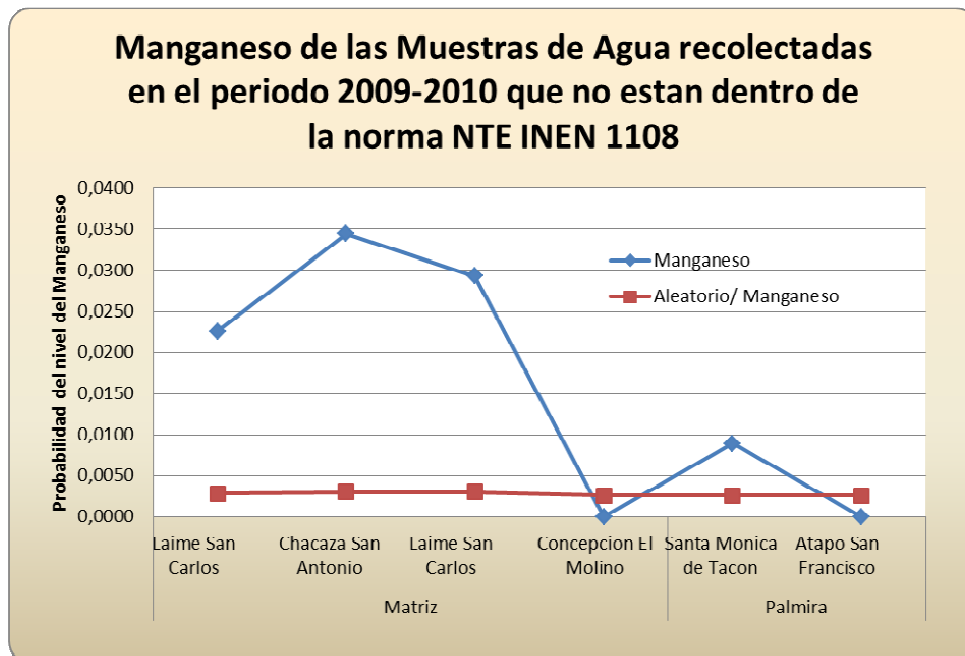


Grafico 3-57: Nivel de Manganeso que no cumplen la norma NTE-INEN-1108

²⁰ Norma Técnica Ecuatoriana NTE-INEN-1108: 2006 Segunda Revisión

3.3.5 Nivel de Amoniacó y la norma NTE-INEN-1108

El total de Muestras de agua recolectadas y analizadas en su característica: química Amoniacó es de No. 180 muestras de agua; divididas de la siguiente manera: Parroquia Cebadas; parroquia Palmira y en la matriz; muestras de agua recolectadas en el Cantón Guamote de la Provincia de Chimborazo en el periodo 2009-2010.

3.3.5.1 Prueba de Normalidad del Nivel de Amoniacó

Hipótesis: H_0 : *Los datos provienen de una distribución normal*

H_1 : *Los datos no provienen de una distribución normal*

Con un nivel de significación de 0,05, nuestra variable nivel del Amoniacó no sigue una distribución Normal. A la vista de los resultados en el cuadro siguiente se puede rechazar la hipótesis nula que la variable nivel del Amoniacó es normal, ya que el valor $p = 0,000$ nivel crítico (Sig.asintot. bilateral) es, en este caso, menor que el nivel de significación, $\alpha = 0,05$.

Tabla 3-xxv: Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el nivel de Amoniacó

		Amoniacó
N		180
Parámetros normales(a,b)	Media	,03128
	Desviación típica	,051481
Diferencias más extremas	Absoluta	,272
	Positiva	,231
	Negativa	-,272
Z de Kolmogorov-Smirnov		3,646
Sig. asintót. (bilateral)		,000

a La distribución de contraste es la Normal.

b Se han calculado a partir de los datos.

Fuente 3-LXX: Fuente

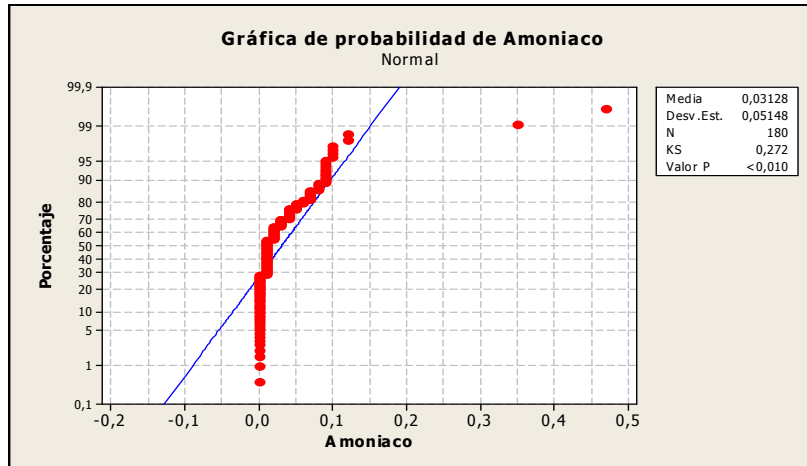


Gráfico 3-58: Prueba de Normalidad para el nivel de Amoniaco

Los datos no provienen de una distribución normal; ya que podemos observar mediante nuestro gráfico que los porcentajes del nivel del Amoniaco de las muestras de agua recolectadas en el cantón Guamote de la Provincia de Chimborazo; no se ajustan a una distribución normal tomadas en el periodo 2009-2010.

3.3.5.2 Limpieza de datos Atípicos del Nivel de Amoniaco

El total de Muestras de agua recolectadas nos presentaron datos atípicos alejados de nuestro conjunto de datos; por lo que se aplica las técnicas estadísticas adecuadas para la eliminación de los mismos y poder trabajar en nuestro conjunto de datos.

Fuente 3-LXXI: Propia

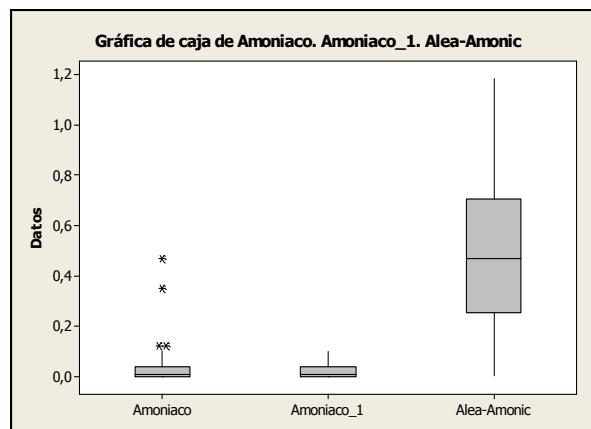


Gráfico 3-59: Detección de datos Atípicos en el nivel de Amoniaco

La media del nivel del Amoniaco es 0,031 (95% intervalos de confianza asociados de 0,023 y 0,038). La desviación estándar es 0,051 (intervalos de confianza de 95% de 0,046 y 0,057).

Utilizando un nivel de significancia de 0.05, la prueba de normalidad de Anderson-Darling (A-cuadrado = 17,19, valor P < 0,005) indica que los datos del nivel del Amoniaco no siguen una distribución normal.

El coeficiente de asimetría o sesgo es de 5,015 lo que significa que el nivel del Amoniaco de las muestras de agua recolectadas en el Cantón Guamote de la provincia de Chimborazo; muestran que su distribución tiene sesgo positivo o a la derecha, además que su polígono de frecuencias tiene la mayor acumulación del nivel del Amoniaco de las muestras de agua recolectadas a la izquierda.

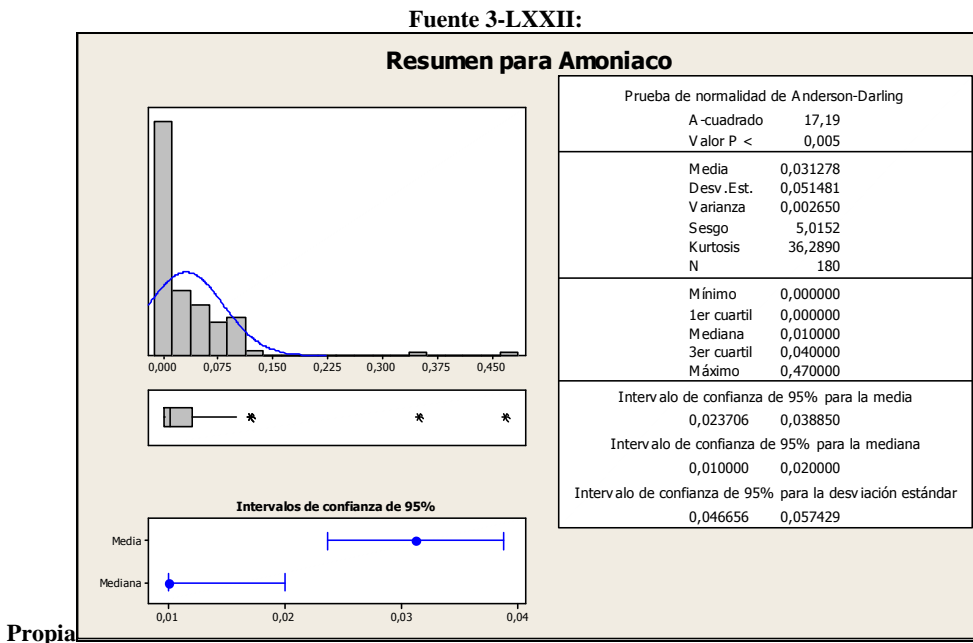


Grafico 3-60: Resumen Estadístico del nivel de Amoniaco

La kurtosis un valor de 36,289 lo que significa que la distribución del nivel del Amoniaco de las muestras de agua recolectadas; son más puntiagudas que la normal por lo que presenta una distribución leptocúrtica.

3.3.5.3 Aplicación de la Distribución Normal para el nivel del Amoniaco

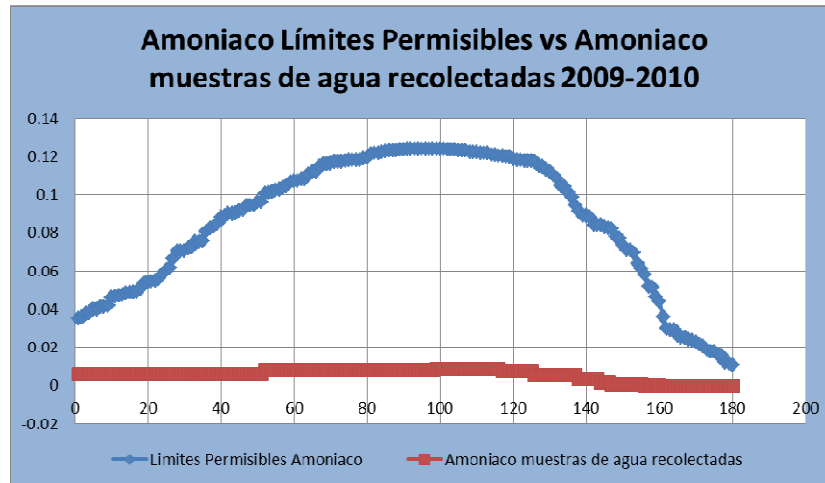


Gráfico 3-61: Nivel de Amoniaco que cumplen la norma NTE-INEN-1108

Las muestras de agua recolectadas y analizadas el nivel de amoníaco, se encuentran dentro del intervalo máximo permisible de $[0 - 1,2]$; el mismo que se encuentra cumpliendo con la Norma NTE-INEN-1108 (Norma Técnica Ecuatoriana NTE-INEN-1108: 2006 Segunda Revisión).

3.3.6 Nivel de Nitratos y la norma NTE-INEN-1108

El total de Muestras de agua recolectadas y analizadas en su característica química Nitratos es de No. 184 muestras de agua; divididas de la siguiente manera: en la Parroquia Cebadas; en la parroquia de Palmira; y en la matriz muestras de agua recolectadas en el Cantón Guamote de la Provincia de Chimborazo en el periodo 2009-2010.

3.3.6.1 Prueba de Normalidad del Nivel de Nitratos

Hipótesis:

H_0 : Los datos provienen de una distribución normal

H_1 : Los datos no provienen de una distribución normal

Tabla 3-xxvi: Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el nivel de Nitratos

		Nitratos
N		184
Parámetros normales(a,b)	Media	1,2109
	Desviación típica	,99259
Diferencias más extremas	Absoluta	,148
	Positiva	,148
	Negativa	-,120
Z de Kolmogorov-Smirnov		2,004
Sig. asintót. (bilateral)		,001

a La distribución de contraste es la Normal.

b Se han calculado a partir de los datos.

Con un nivel de significación de 0,05, nuestra variable nivel de Nitratos no sigue una distribución Normal. A la vista de los resultados en el cuadro anterior se puede rechazar la hipótesis nula; que la variable nivel de Nitratos es normal, ya que el valor $p = 0,000$ nivel crítico (Sig.asintot. bilateral) es, en este caso, menor que el nivel de significación, $\alpha = 0,05$.

Fuente 3-LXXIII: Propia

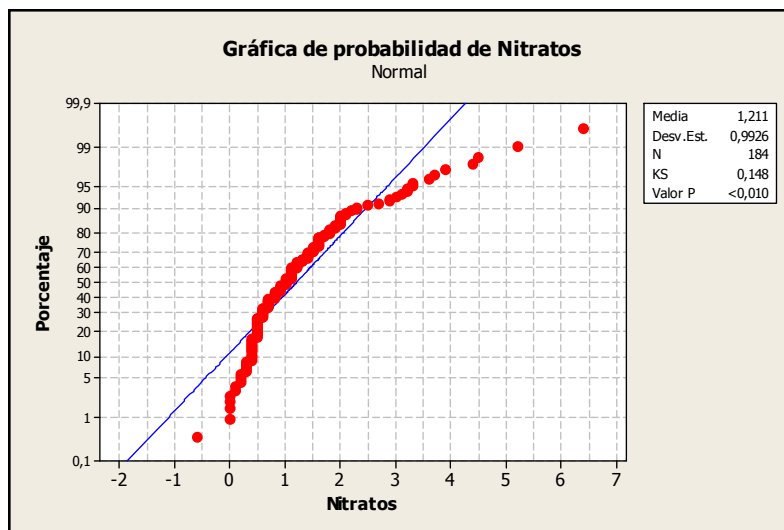


Gráfico 3-62: Prueba de Normalidad para el nivel de Nitratos

Los datos no provienen de una distribución normal; ya que podemos observar mediante nuestro gráfico que los porcentajes del nivel de los nitratos de las muestras recolectadas en el cantón Guamote de la Provincia de Chimborazo no se ajustan a una distribución normal tomadas en el periodo 2009-2010.

3.3.6.2 Limpieza de datos Atípicos del Nivel de Nitratos

El total de Muestras de agua recolectadas nos presentaron datos atípicos alejados de nuestro conjunto de datos; por lo que se aplica las técnicas estadísticas adecuadas para la eliminación de los mismos y poder trabajar en nuestro conjunto de datos.

Fuente 3-LXXIV: Propia

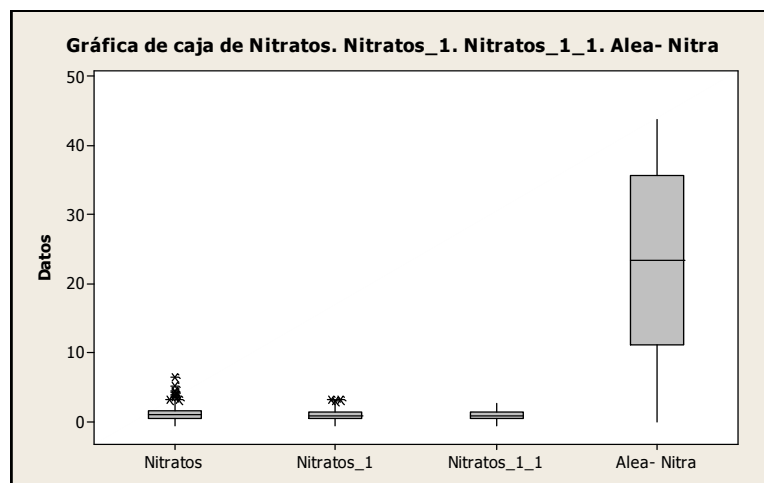


Gráfico 3-63: Presencia de datos Atípicos en el nivel de Nitratos

La media del nivel de Nitratos es 1,21 (95% intervalos de confianza asociados de 1,06 y 1,35). La desviación estándar es 0,99 (intervalos de confianza de 95% de 0,90 y 1,10).

Utilizando un nivel de significancia de 0.05, la prueba de normalidad de Anderson-Darling (A -cuadrado = 7,67, valor $P < 0,005$) indica que los datos del nivel de Nitratos no siguen una distribución normal.

El coeficiente de asimetría o sesgo es de 1,97 lo que significa que el nivel de Nitratos de las muestras de agua recolectadas; en el Cantón Guamote de la provincia de Chimborazo; su distribución tiene sesgo positivo o a la derecha, además que su polígono de frecuencias tiene la mayor acumulación del nivel de Nitratos de las muestras de agua recolectadas a la izquierda.

Fuente 3-LXXV: Propia

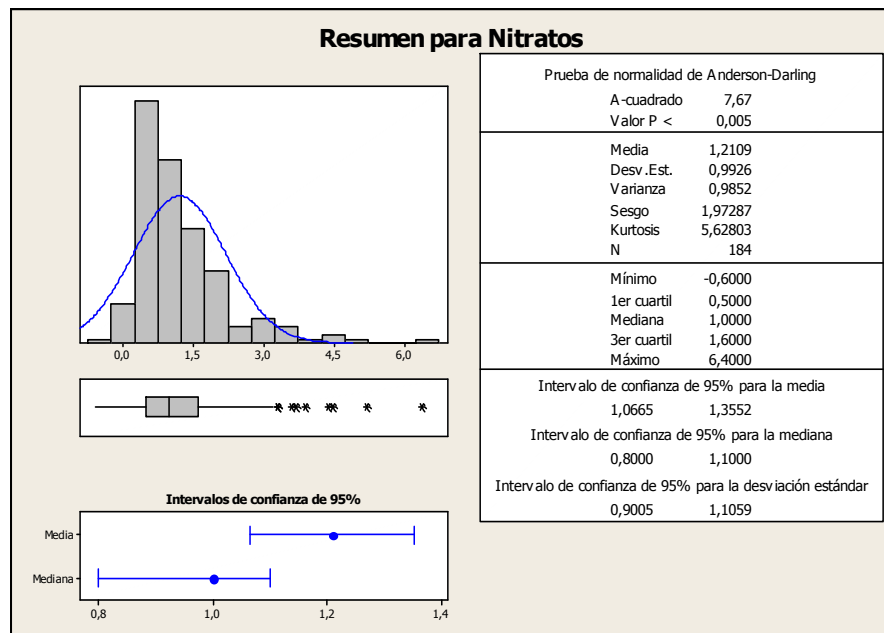


Gráfico 3-64: Resumen Estadístico del nivel de Nitratos

La kurtosis un valor de 5,628 lo que significa que la distribución del nivel de los nitratos de las muestras de agua recolectadas son más puntiagudas que la normal por lo que presenta una distribución leptocúrtica.

3.3.6.3 Aplicación de la Distribución Normal para el nivel de Nitratos

Fuente 3-LXXVI: Propia



Gráfico 3-65: Nivel de Nitratos que cumplen la norma NTE-INEN-1108

Los bebés de menos de seis meses que tomen agua que contenga mayor concentración de nitratos especialmente niveles de nitratos fuera de la norma NTE-INEN-1108 de la calidad del agua; podrían enfermarse gravemente; si no se los tratara, podrían morir. Entre los síntomas se incluye dificultad respiratoria y síndrome de bebé cianótico (azul), lo que observamos en nuestras muestras de agua recolectadas y analizadas su nivel de nitratos están dentro del rango [0 – 44] y se encuentran en su totalidad cumpliendo con la norma NTE-INEN-1108.

3.3.7 Nivel de Nitritos y la norma NTE-INEN-1108

El total de Muestras de agua recolectadas y analizadas en su característica: química Nitritos es de No. 178 muestras de agua; divididas de la siguiente manera: en la Parroquia Cebadas; parroquia Palmira; y en la matriz muestras de agua recolectadas en el Cantón Guamote de la Provincia de Chimborazo en el periodo 2009-2010.

3.3.7.1 Prueba de Normalidad del Nivel de Nitritos

Hipótesis:

H₀: Los datos provienen de una distribución normal

H₁: Los datos no provienen de una distribución normal

Con un nivel de significación de 0,05, nuestra variable nivel de Nitratos no sigue una distribución Normal. A la vista de los resultados en el cuadro siguiente se puede rechazar la hipótesis nula; que la variable nivel de Nitritos es normal, ya que el valor

$p = 0,000$ nivel crítico (Sig.asintot. bilateral) es, en este caso, menor que el nivel de significación, $\alpha = 0,05$.

Tabla 3-xxvii: Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el Nivel de Nitritos

		Nitritos
N		178
Parámetros normales(a,b)	Media	,00465
	Desviación típica	,010224
Diferencias más extremas	Absoluta	,357
	Positiva	,357
	Negativa	-,338
Z de Kolmogorov-Smirnov		4,766
Sig. asintót. (bilateral)		,000

a La distribución de contraste es la Normal.

b Se han calculado a partir de los datos.

Rechazamos la hipótesis nula y aceptamos la alternativa donde; los datos no provienen de una distribución normal; ya que podemos observar mediante nuestro gráfico que los porcentajes del nivel de los Nitritos de las muestras recolectadas en el cantón Guamote de la Provincia de Chimborazo; no se ajustan a una distribución normal tomadas en el periodo 2009-2010.

Fuente 3-LXXVII: Propia

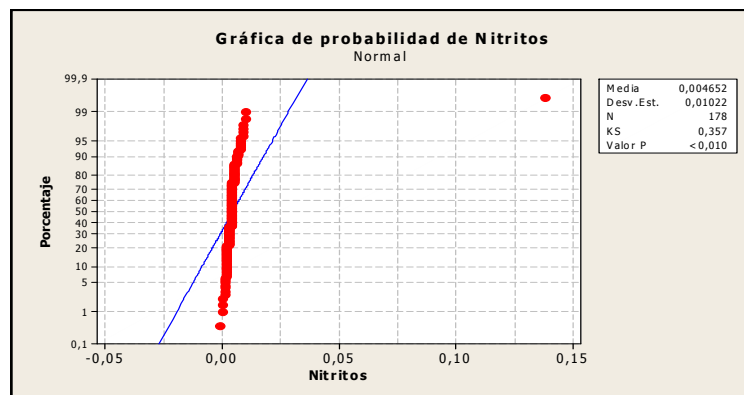


Gráfico 3-66: Prueba de normalidad del nivel de los Nitritos

3.3.7.2 Limpieza de datos Atípicos del Nivel de Nitritos

El total de Muestras de agua recolectadas nos presentaron datos atípicos alejados de nuestro conjunto de datos; por lo que se aplica las técnicas estadísticas adecuadas para la eliminación de los mismos y poder trabajar en nuestro conjunto de datos.

Fuente 3-LXXVIII: Propia

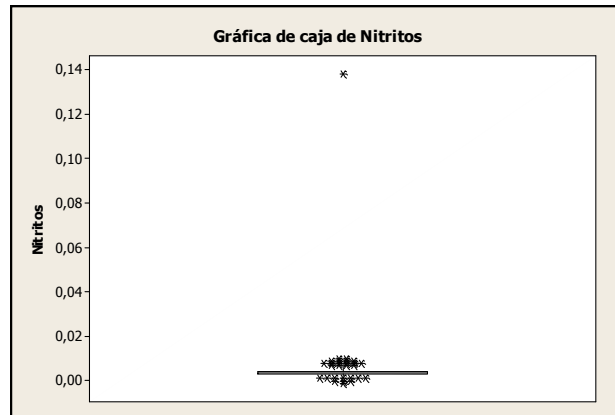


Grafico 3-67: Diagrama de Caja del nivel de Nitritos

La media del nivel de Nitritos es 0,0046 (95% intervalos de confianza asociados de 0,003 y 0,006). La desviación estándar es 0,010 (intervalos de confianza de 95% de 0,009 y 0,011).

Utilizando un nivel de significancia de 0.05, la prueba de normalidad de Anderson-Darling (A -cuadrado = 44,86, valor $P < 0,005$) indica que los datos del nivel de Nitritos no siguen una distribución normal.

El coeficiente de asimetría o sesgo es de 12,67 lo que significa; que el nivel de Nitritos de las muestras de agua recolectadas en el Cantón Guamote de la provincia de Chimborazo; muestran que su distribución tiene sesgo positivo o a la derecha, además que su polígono de frecuencias tiene la mayor acumulación del nivel de Nitritos de las muestras de agua recolectadas a la izquierda.

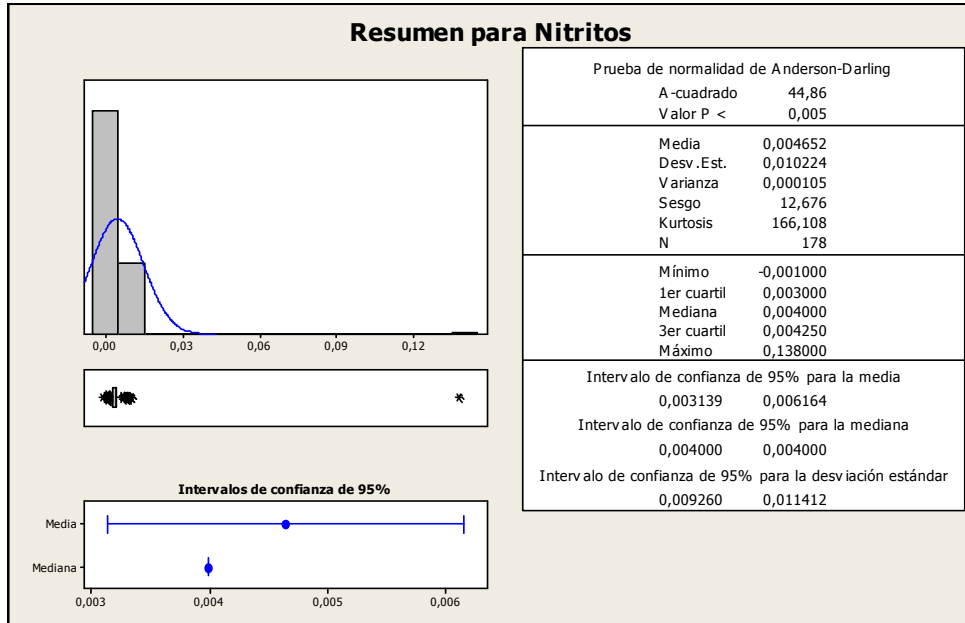


Gráfico 3-68: Resumen Estadístico del nivel de Nitritos

La kurtosis un valor de 166,108 lo que significa; que la distribución del nivel de nitritos de las muestras de agua recolectadas son más puntiagudas que la normal por lo que presenta una distribución leptocúrtica.

3.3.7.3 Aplicación de la Distribución Normal para el nivel de Nitritos

En el siguiente gráfico se presentan las muestras; del nivel de Nitritos que están dentro del intervalo [0 - 0] y que cumplen en su totalidad con la Norma NTE-INEN-1108 (Norma Técnica Ecuatoriana NTE-INEN-1108: 2006 Segunda Revisión)²¹.

Fuente 3-LXXIX: Propia

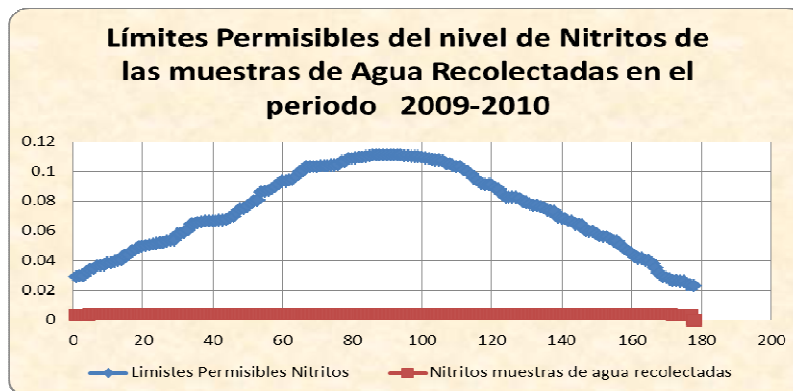


Gráfico 3-69: Límite permisibles del nivel de Nitritos

²¹ Norma Técnica Ecuatoriana NTE-INEN-1108: 2006 Segunda Revisión

3.3.8 Nivel de Sulfatos y la norma NTE-INEN-1108

El total de Muestras de agua recolectadas y analizadas en su característica: química del nivel de sulfatos es de No. 300 muestras de agua; divididas de la siguiente manera: Parroquia Cebadas; en la parroquia de Palmira; y en la matriz muestras de agua recolectadas en el Cantón Guamote de la Provincia de Chimborazo en el periodo 2009-2010.

3.3.8.1 Prueba de Normalidad del Nivel de Sulfatos

Los datos no provienen de una distribución normal; ya que podemos observar mediante nuestro gráfico que los porcentajes del nivel los sulfatos de las muestras recolectadas en el cantón Guamote de la Provincia de Chimborazo no se ajustan a una distribución normal tomadas en el periodo 2009-2010.

Hipótesis: H_0 : *Los datos provienen de una distribución normal*

H_1 : *Los datos no provienen de una distribución normal*

Tabla 3-xxviii: Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el nivel de Sulfatos

		Sulfatos
N		300
	Media	48,3267
Parámetros normales(a,b)	Desviación típica	91,12210
Diferencias más extremas	Absoluta	,298
	Positiva	,271
	Negativa	-,298
Z de Kolmogorov-Smirnov		5,160
Sig. asintót. (bilateral)		,000

a La distribución de contraste es la Normal.

b Se han calculado a partir de los datos.

Con un nivel de significación de 0,05, nuestra variable nivel de Sulfatos no sigue una distribución Normal. A la vista de los resultados en el cuadro anterior se puede rechazar la hipótesis nula; que la variable nivel de Sulfatos es normal, ya que el

valor $p = 0,000$ nivel crítico (Sig.asintot. bilateral) es, en este caso, menor que el nivel de significación, $\alpha = 0,05$.

Fuente 3-LXXX: Propia

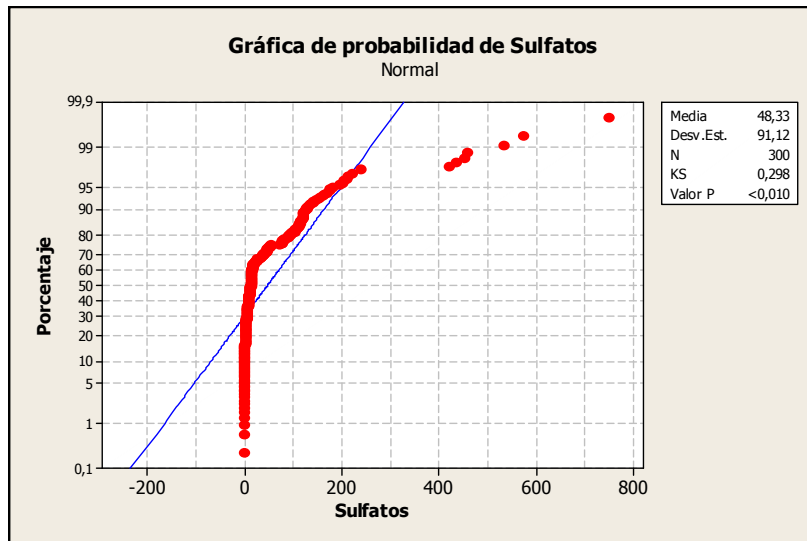


Gráfico 3-70: Prueba de normalidad para el nivel de Sulfatos

3.3.8.2 Limpieza de datos Atípicos del Nivel de Sulfatos

El total de Muestras de agua recolectadas nos presentaron datos atípicos alejados de nuestro conjunto de datos; por lo que se aplica las técnicas estadísticas adecuadas para la eliminación de los mismos y poder trabajar en nuestro conjunto de datos.

Fuente 3-LXXXI: Propia

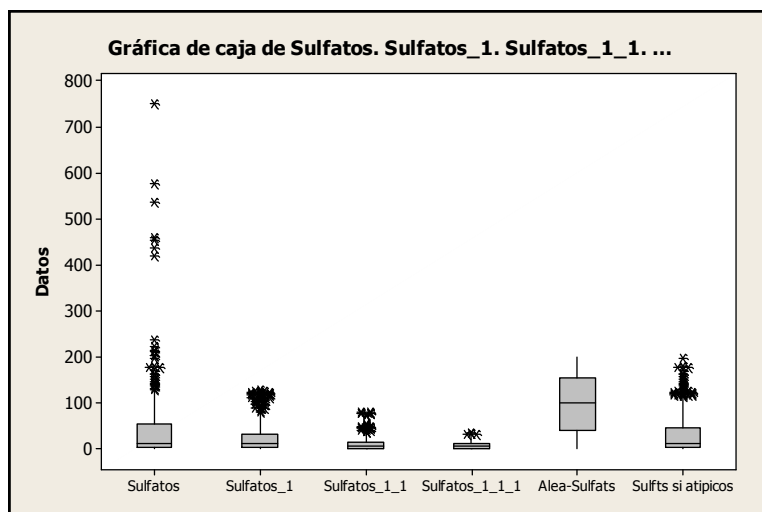


Gráfico 3-71: Presencia de datos Atípicos en el nivel de Sulfatos

La media del nivel de Sulfatos es 48,32 (95% intervalos de confianza asociados de 37,97 y 58,68). La desviación estándar es 91,12 (intervalos de confianza de 95% de 84,36 y 99,06).

Utilizando un nivel de significancia de 0,05, la prueba de normalidad de Anderson-Darling (A-cuadrado = 39,99, valor P < 0,005) indica que los datos del nivel de sulfatos no siguen una distribución normal.

El coeficiente de asimetría o sesgo es de 3,98 lo que significa que el nivel de sulfatos de las muestras de agua recolectadas en el Cantón Guamote de la provincia de Chimborazo; su distribución tiene sesgo positivo o a la derecha, además que su polígono de frecuencias tiene la mayor acumulación del nivel de sulfatos de las muestras de agua recolectadas a la izquierda.

Fuente 3-LXXXII:

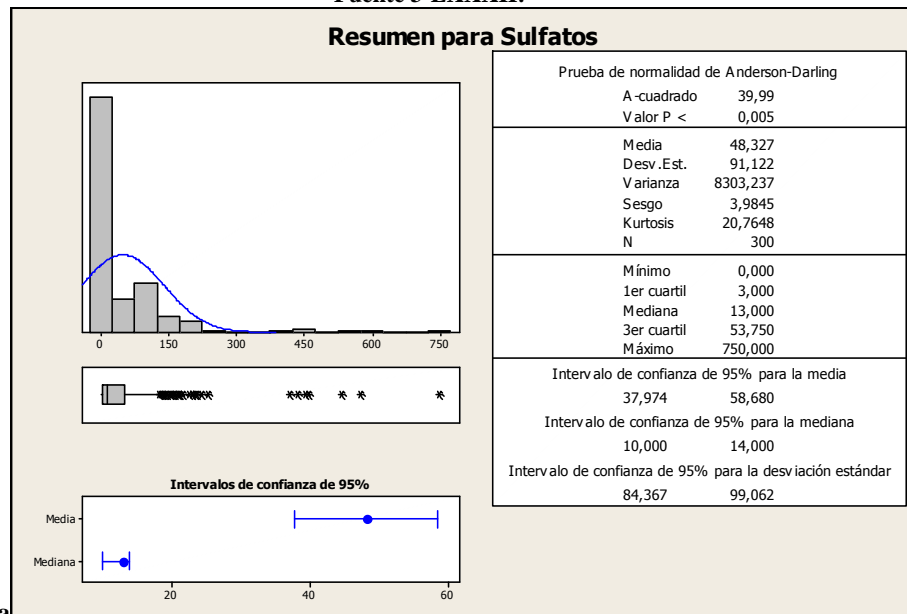


Gráfico 3-72: Resumen Estadístico del nivel de Sulfatos

La kurtosis un valor de 20,76 lo que significa que la distribución del nivel de Sulfatos de las muestras de agua recolectadas son más puntiagudas que la normal por lo que presenta una distribución leptocúrtica.

3.3.8.3 Aplicación de la Distribución Normal para el nivel de Sulfatos

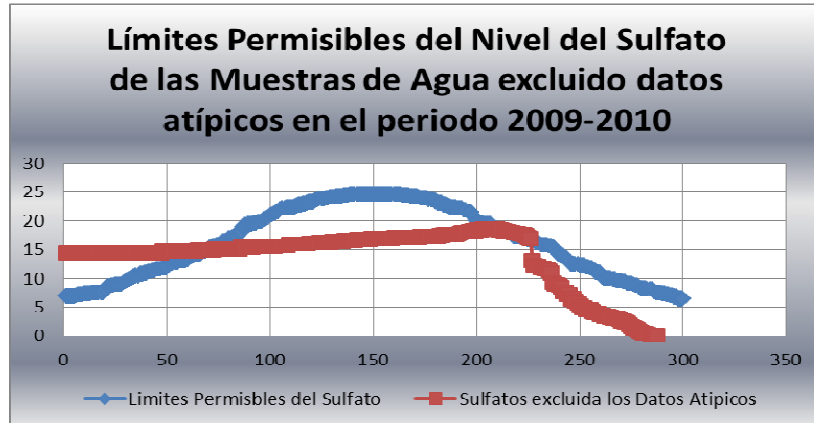


Gráfico 3-73: Nivel de Sulfatos que cumplen la norma NTE-INEN-1108

El 4,33 % se encuentra fuera del rango [0 – 200] y no cumplen con la norma NTE-INEN-1108; por lo que se muestra en la siguiente tabla las localidades correspondientes:

Tabla 3-xxix: Nivel de Sulfatos fuera de los límites permisibles

Sistema Agua Potable	Parroquia	Localidad	Sulfatos	Aleatorio Sulfatos
Comunal	Cebadas	Milmaguanchi	8,44821384	7,51814695
Comunal		Tres Aguas	2,3248E-05	6,44228089
Planta San Juan Alto	Matriz	Cabecera Cantonal	7,53302093	7,33190978
Bidon Domiciliario		Santa Rosa de Guadalupe	6,96187049	7,33190978
Red de Distribución		Santa Lucia Bravo	5,91192436	7,14841048
Comunal		Santa Lucia Bravo	4,16574146	7,14841048
Agua Cruda de Captación		Santa Teresita	0,00886868	6,9676756
Comunal, Sistema2		Santa Ana de Mancero	0,00447068	6,9676756
Comunal, Sistema2		Santa Ana de Mancero	0,00199066	6,78972886
Comunal,		Santa Ana de	0,00134404	6,78972886

Sistema2		Mancero		
Regional		Chacaza San Antonio Alto	2,0246E-06	6,44228089
Comunal		Santa Rosa de Guadalupe	4,838E-12	6,44228089
Tanque de Reserva	Palmira	Cabecera Parroquial	8,76889842	7,51814695

Fuente 3-LXXXIII: Propia

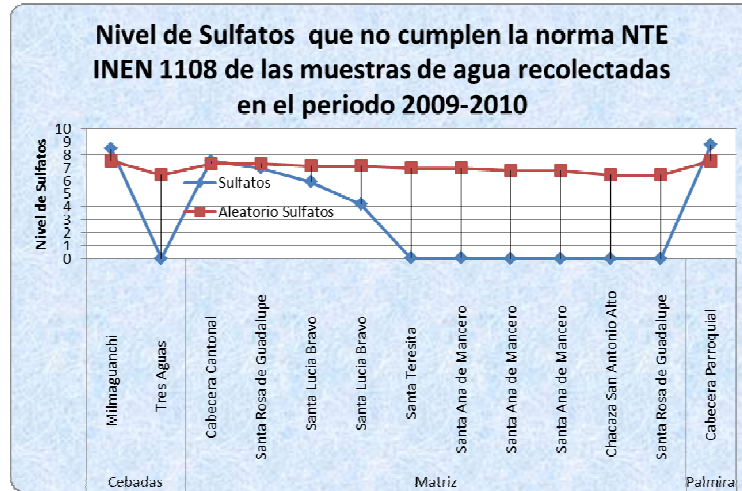


Grafico 3-74: Nivel de Sulfatos que no cumplen la norma NTE-INEN-1108

3.3.9 Nivel del Flúor y la norma NTE-INEN-1108

El total de Muestras de agua recolectadas y analizadas en su característica química: flúor es de No. 297 muestras de agua; divididas de la siguiente manera: Parroquia Cebadas; en la parroquia de Palmira; y en la matriz muestras de agua recolectadas en el Cantón Guamote de la Provincia de Chimborazo en el periodo 2009-2010.

3.3.9.1 Prueba de Normalidad del Nivel del Flúor

Hipótesis:

H₀: Los datos provienen de una distribución normal

H₁: Los datos no provienen de una distribución normal

Tabla 3-xxx: Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el nivel de Flúor

	Flúor
N	297
Parámetros normales(a,b) Media	1,1471

	Desviación típica	,90923
Diferencias más extremas	Absoluta	,104
	Positiva	,094
	Negativa	-,104
Z de Kolmogorov-Smirnov		1,784
Sig. asintót. (bilateral)		,003

a La distribución de contraste es la Normal.

b Se han calculado a partir de los datos.

Con un nivel de significación de 0,05, nuestra variable nivel de Flúor no sigue una distribución Normal. A la vista de los resultados en el cuadro anterior se puede rechazar la hipótesis nula que la variable nivel de Flúor es normal, ya que el valor $p = 0,000$ nivel crítico (Sig.asintot. bilateral) es, en este caso, menor que el nivel de significación, $\alpha = 0,05$.

Fuente 3-LXXXIV: Propia

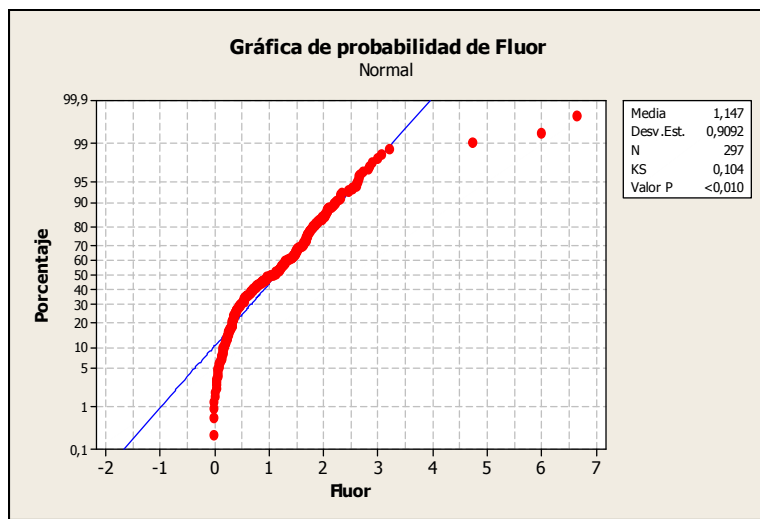


Gráfico 3-75: Prueba de normalidad del nivel de Flúor

Los datos no provienen de una distribución normal; por lo que se rechaza la hipótesis nula ya que podemos observar mediante nuestro gráfico que los porcentajes del nivel de flúor de las muestras recolectadas en el cantón Guamoto de la Provincia de Chimborazo; no se ajustan a una distribución normal tomadas en el periodo 2009-2010.

3.3.9.2 Limpieza de datos Atípicos del Nivel de Flúor

El total de Muestras de agua recolectadas nos presentaron datos atípicos alejados de nuestro conjunto de datos; por lo que se aplica las técnicas estadísticas adecuadas para la eliminación de los mismos y poder trabajar en nuestro conjunto de datos.

Fuente 3-LXXXV: Propia

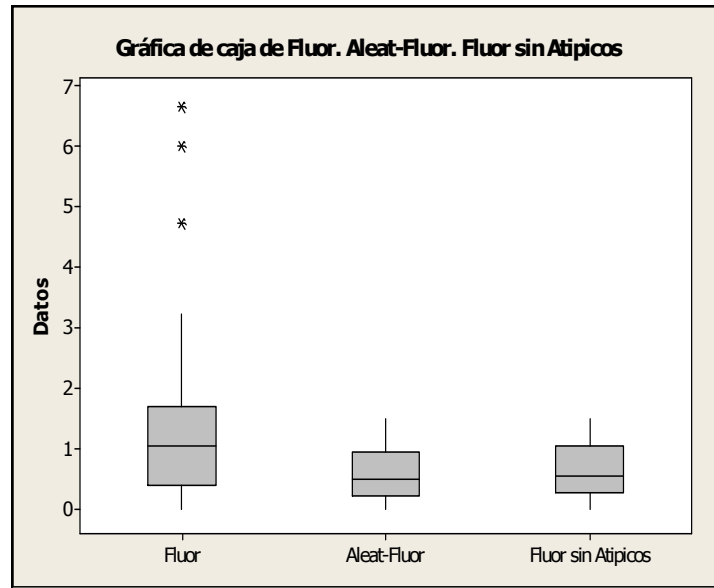


Gráfico 3-76: Detección de datos Atípicos del nivel de Flúor

La media del nivel de Flúor es 1,14 (95% intervalos de confianza asociados de 1,04 y 1,25). La desviación estándar es 0,90 (intervalos de confianza de 95% de 0,84 y 0,98).

Utilizando un nivel de significancia de 0,05, la prueba de normalidad de Anderson-Darling (A -cuadrado = 4,92, valor $P < 0,005$) indica que los datos del nivel de Flúor no siguen una distribución normal.

El coeficiente de asimetría o sesgo es de 3,98 lo que significa que el nivel de Flúor de las muestras de agua recolectadas en el Cantón Guamote de la provincia de Chimborazo; muestran que su distribución tiene sesgo positivo o a la derecha,

además que su polígono de frecuencias tiene la mayor acumulación del nivel de Flúor de las muestras de agua recolectadas a la izquierda.

Fuente 3-LXXXVI: Propia

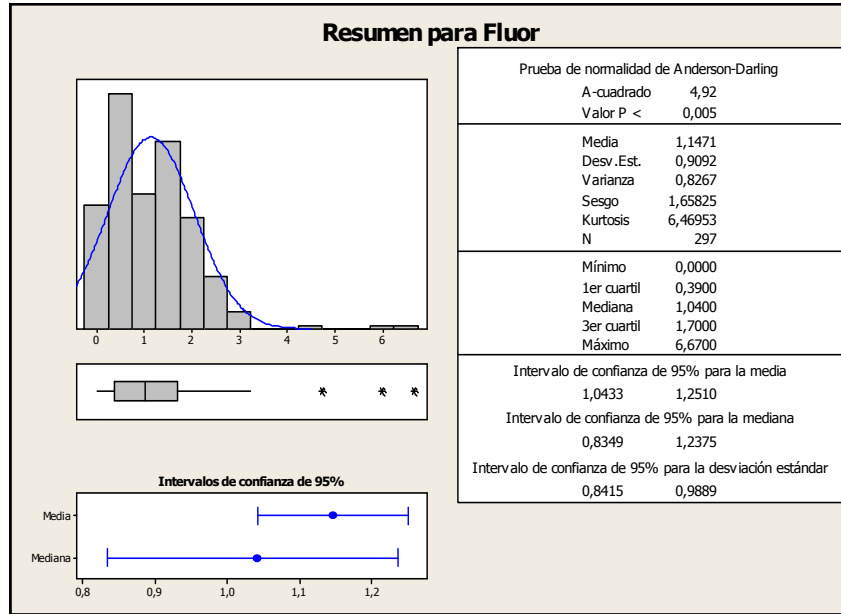


Grafico 3-77: Resumen estadístico del nivel de Flúor

La kurtosis un valor de 6,469 lo que significa que la distribución del nivel de Flúor de las muestras de agua recolectadas; son más puntiagudas que la normal por lo que presenta una distribución leptocúrtica.

3.3.9.3 Aplicación de la Distribución Normal para el nivel de Flúor

Fuente 3-LXXXVII: Propia

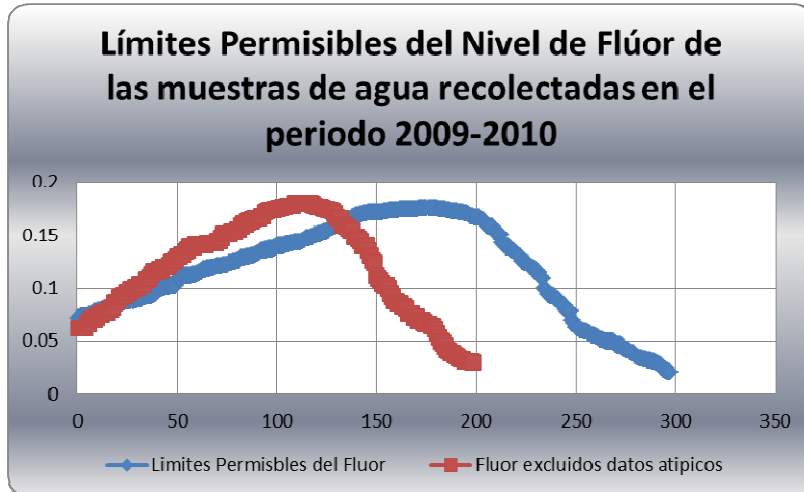


Gráfico 3-78: Nivel de Flúor que no cumplen la norma NTE-INEN-1108

De un total de 297 muestras de agua; analizadas su nivel de flúor la cantidad de 999 muestras en un porcentaje de 33,33 % se encuentran fuera del rango [0 – 1,5] y no cumplen con la norma NTE-INEN-1108, por lo que pueden presentar enfermedades óseas (dolor y fragilidad ósea). Los niños podrían sufrir de dientes manchados.

Fuente 3-LXXXVIII: Propia

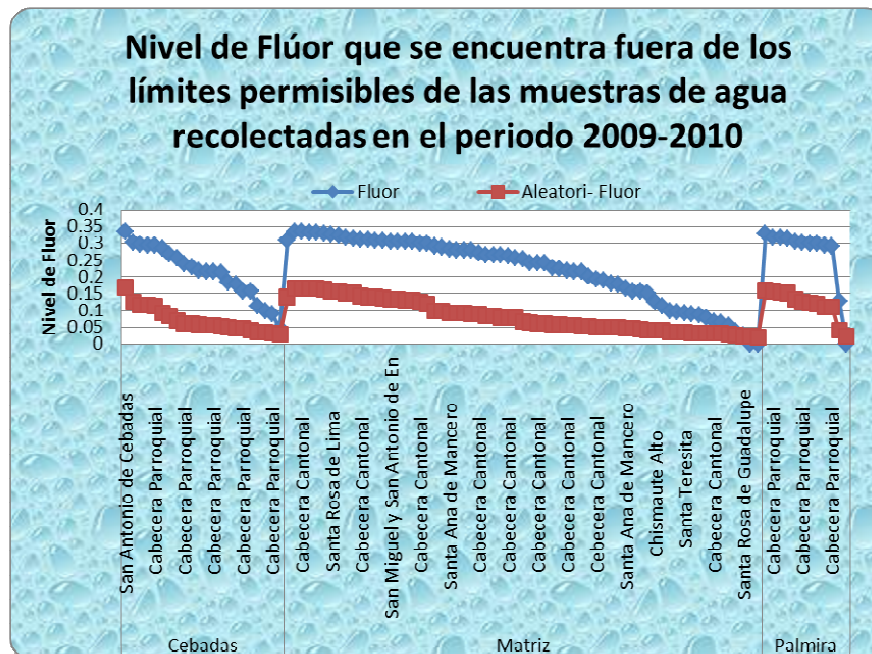


Gráfico 3-79: Nivel de Flúor que no cumplen la norma NTE-INEN-1108

3.3.10 Nivel del Fosfato y la norma NTE-INEN-1108

El total de Muestras de agua recolectadas y analizadas en su característica química: fosfato es de No. 300 muestras de agua; divididas de la siguiente manera: Parroquia Cebadas; en la parroquia de Palmira; y en la matriz muestras de agua recolectadas en el Cantón Guamote de la Provincia de Chimborazo en el periodo 2009-2010.

3.3.10.1 Prueba de Normalidad del nivel del Fosfato

Hipótesis:

H₀: Los datos provienen de una distribución normal

H₁: Los datos no provienen de una distribución normal

Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el nivel del fosfato

		Fosfatos
N		300
Parámetros normales(a,b)	Media	,4248
	Desviación típica	,29436
Diferencias más extremas	Absoluta	,124
	Positiva	,124
	Negativa	-,076
Z de Kolmogorov-Smirnov		2,142
Sig. asintót. (bilateral)		,000

a La distribución de contraste es la Normal.

b Se han calculado a partir de los datos.

Con un nivel de significación de 0,05, nuestra variable nivel de Fosfatos no sigue una distribución Normal. A la vista de los resultados en el cuadro anterior se puede rechazar la hipótesis nula; que la variable nivel de Fosfatos es normal, ya que el valor $p = 0,000$ nivel crítico (Sig.asintot. bilateral) es, en este caso, menor que el nivel de significación, $\alpha = 0,05$.

Fuente 3-LXXXIX: Propia

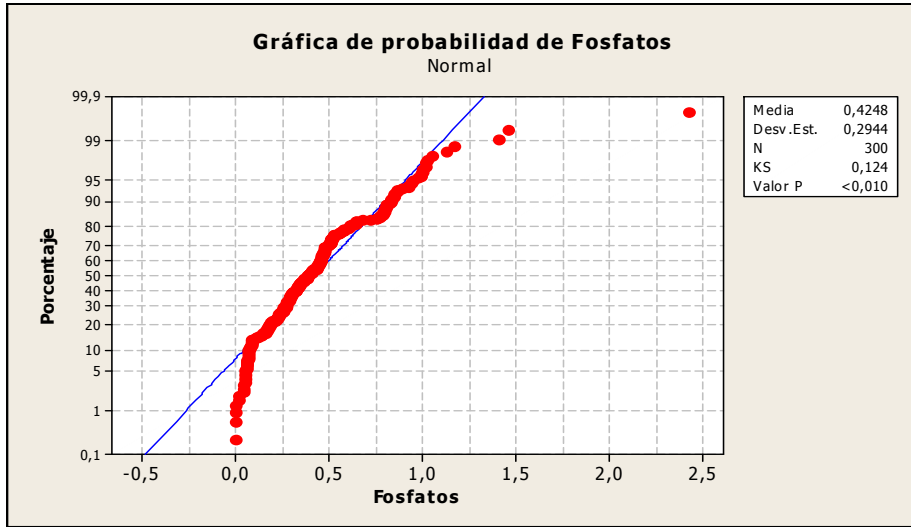


Gráfico 3-80: Prueba de Normalidad para el nivel de Fosfato

Los datos no provienen de una distribución normal; ya que podemos observar mediante nuestro gráfico que los porcentajes del nivel de fosfato de las muestras de agua recolectadas en el cantón Guamote de la Provincia de Chimborazo no se ajustan a una distribución normal tomadas en el periodo 2009-2010.

3.3.10.2 Limpieza de datos Atípicos del nivel del Fosfato

El total de Muestras de agua recolectadas nos presentaron datos atípicos alejados de nuestro conjunto de datos; por lo que se aplica las técnicas estadísticas adecuadas para la eliminación de los mismos y poder trabajar en nuestro conjunto de datos.

Fuente 3-XC: Propia

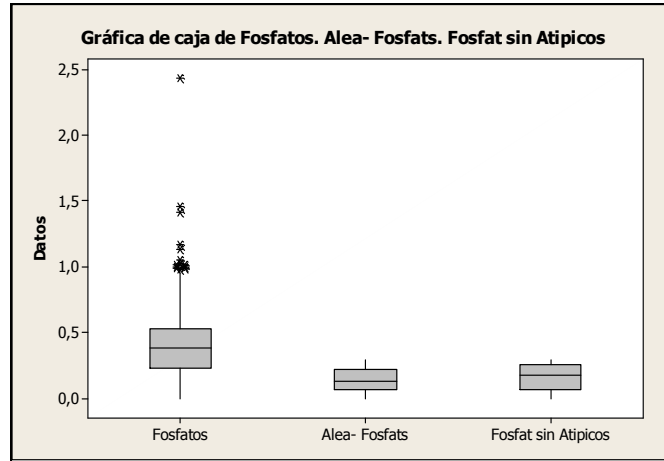


Gráfico 3-81: Diagrama de Caja para el nivel de Fosfato

La media del nivel de Fosfatos es 0,424 (95% intervalos de confianza asociados de 0,391 y 0,458). La desviación estándar es 0,294 (intervalos de confianza de 95% de 0,27 y 0,32).

Utilizando un nivel de significancia de 0,05, la prueba de normalidad de Anderson-Darling (A -cuadrado = 5,21, valor $P < 0,005$) indica que los datos del nivel de Fosfatos no siguen una distribución normal.

El coeficiente de asimetría o sesgo es de 1,66 lo que significa que el nivel de Fosfatos de las muestras de agua recolectadas en el Cantón Guamote de la provincia de Chimborazo; muestra que su distribución tiene sesgo positivo o a la derecha, además que su polígono de frecuencias tiene la mayor acumulación del nivel de Fosfatos de las muestras de agua recolectadas a la izquierda.

El coeficiente de asimetría o sesgo es de 1,66 lo que significa que el nivel de Fosfatos de las muestras de agua recolectadas en el Cantón Guamote de la provincia de Chimborazo; muestra que su distribución tiene sesgo positivo o a la derecha, además que su polígono de frecuencias tiene la mayor acumulación del nivel de Fosfatos de las muestras de agua recolectadas a la izquierda.

Fuente 3-XCI: Propia

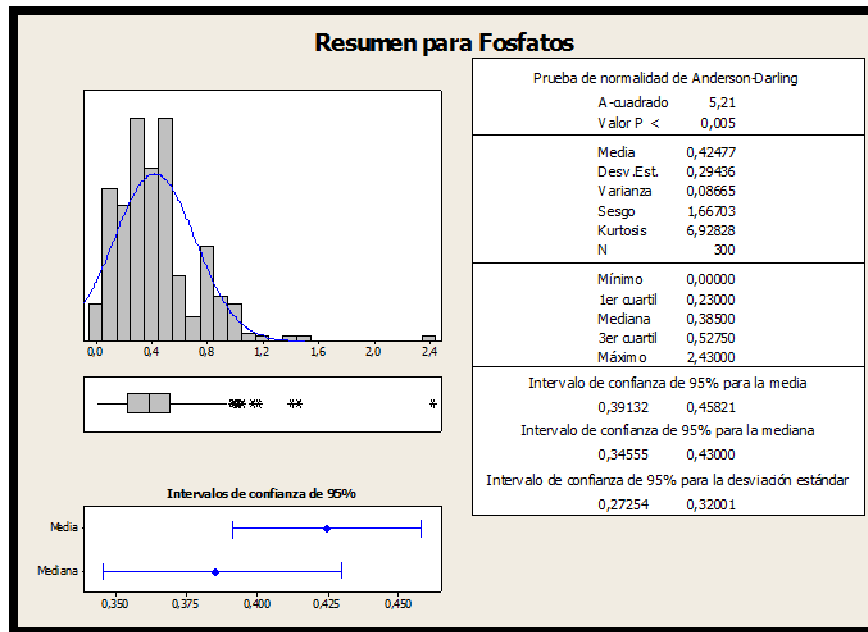


Grafico 3-82: Resumen Estadístico del nivel de Fosfatos

La kurtosis un valor de 6,928 lo que significa que la distribución del nivel de Fosfatos de las muestras de agua recolectadas son más puntiagudas que la normal por lo que presenta una distribución leptocúrtica.

3.3.10.3 Aplicación de la Distribución Normal para el nivel de Fosfato

Fuente 3-XCII: Propia

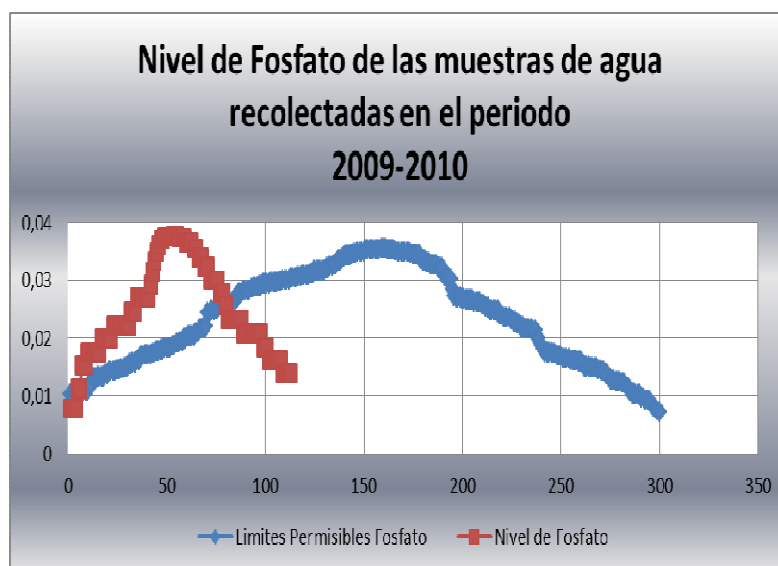


Grafico 3-83: Nivel de Fosfato de las muestras de agua recolectas

De un total de 300 muestras de agua recolectadas y analizadas el nivel de fosfato. El 37,67 % del nivel de Fosfato se encuentra dentro del rango [0 – 0,3] y de la norma NTE-INEN-1108; las concentraciones altas de Fosfatos puede ser por una contaminación; de algún fertilizante fosfatado en el agua. El mismo que proviene de un ácido débil por lo que contribuye a la alcalinidad del agua.

3.3.11 Nivel del Cloro Residual y la norma NTE-INEN-1108

El total de Muestras de agua recolectadas y analizadas en su característica química: cloro libre residual es de No. 162 muestras de agua; divididas de la siguiente manera: Parroquia Cebadas; en la parroquia de Palmira; y en la matriz muestras de agua recolectadas en el Cantón Guamote de la Provincia de Chimborazo en el periodo 2009-2010.

3.3.11.1 Prueba de Normalidad del nivel del Cloro Residual

Hipótesis:

H₀: Los datos provienen de una distribución normal

H₁: Los datos no provienen de una distribución normal

Con un nivel de significación de 0,05, nuestra variable nivel del Cloro libre residual no sigue una distribución Normal. A la vista de los resultados en el cuadro siguiente se puede rechazar la hipótesis nula que la variable nivel del cloro libre Residual es normal, ya que el valor $p = 0,000$ nivel crítico (Sig.asintot. bilateral) es, en este caso, menor que el nivel de significación, $\alpha = 0,05$.

Tabla 3-xxxi: Prueba de Kolmogorov-Smirnov del Cloro Libre Residual

		CloroLR
N		162
Parámetros normales(a,b)	Media	1,3149
	Desviación típica	1,98545
Diferencias más extremas	Absoluta	,309
	Positiva	,309
	Negativa	-,254
Z de Kolmogorov-Smirnov		3,927
Sig. asintót. (bilateral)		,000

a La distribución de contraste es la Normal.

b Se han calculado a partir de los datos.

Los datos no provienen de una distribución normal; ya que podemos observar mediante nuestro gráfico que los porcentajes del nivel del cloro libre residual de las muestras recolectadas en el cantón Guamote de la Provincia de Chimborazo no se ajustan a una distribución normal tomadas en el periodo 2009-2010.

Fuente 3-XCIII: Propia

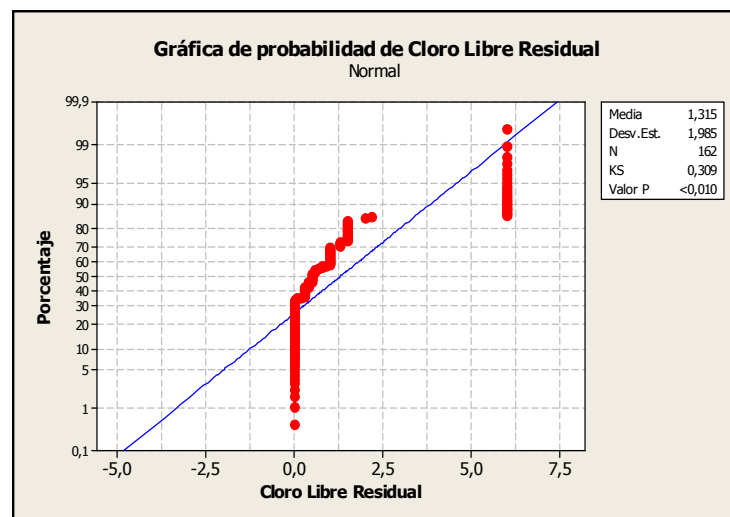


Gráfico 3-84: Prueba de normalidad para el nivel de Cloro Residual

3.3.11.2 Limpieza de datos Atípicos del nivel del Cloro Residual

El total de Muestras de agua recolectadas nos presentaron datos atípicos alejados de nuestro conjunto de datos; por lo que se aplica las técnicas estadísticas adecuadas para la eliminación de los mismos y poder trabajar en nuestro conjunto de datos.

En la primera corrida se detectaron los siguientes datos atípicos:

Fuente 3-XCIV: Propia

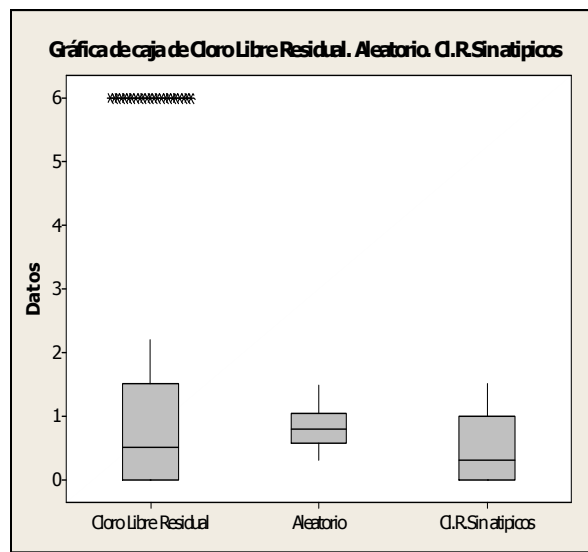


Grafico 3-85: Detección de datos Atípicos del nivel de Cloro Residual

La media del nivel del Cloro Libre Residual es 1,31 (95% intervalos de confianza asociados de 1,006 y 1,62). La desviación estándar es 1,98 (intervalos de confianza de 95% de 1,79 y 2,22).

Utilizando un nivel de significancia de 0,05, la prueba de normalidad de Anderson-Darling (A -cuadrado = 24,14; valor $P < 0,005$) indica que los datos del nivel del cloro libre residual no siguen una distribución normal.

El coeficiente de asimetría o sesgo es de 1,777 lo que significa que el nivel del cloro libre residual de las muestras de agua recolectadas en el Cantón Guamote de la provincia de Chimborazo; su distribución tiene sesgo positivo o a la derecha, además

que su polígono de frecuencias tiene la mayor acumulación del nivel del cloro libre residual de las muestras de agua recolectadas a la izquierda.

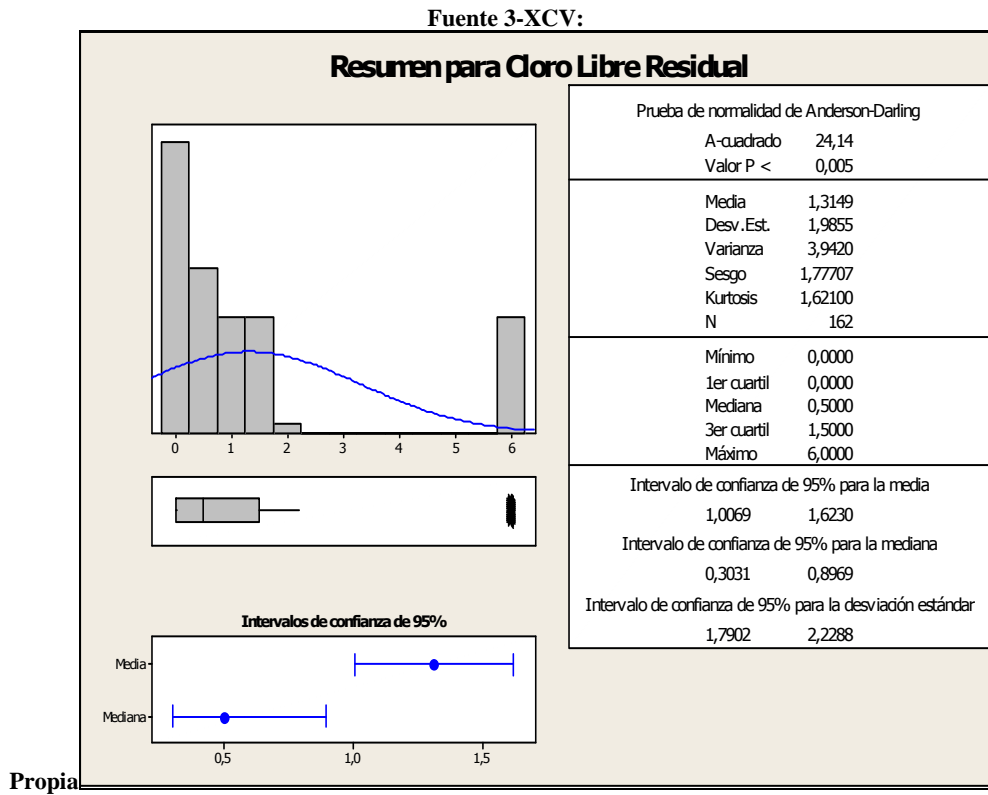


Gráfico 3-86: Resumen Estadístico del nivel de Cloro Libre Residual

La kurtosis un valor de 1,621 lo que significa que la distribución del nivel del cloro libre residual de las muestras de agua recolectadas son menos puntiagudas que la normal por lo que presenta una distribución platocúrtica

3.3.11.3 Aplicación de la Distribución Normal para el nivel del Cloro Residual

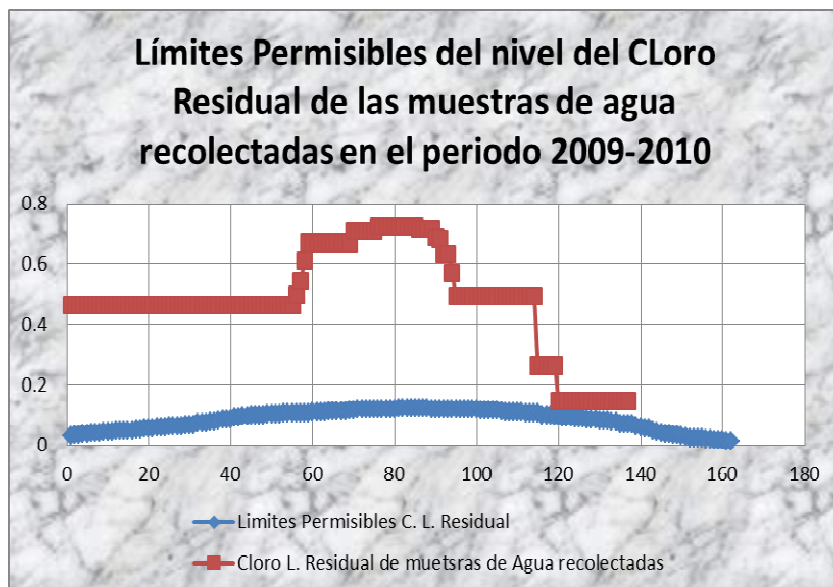


Grafico 3-87: Límites permisibles del nivel de Cloro Residual

De un total de 162 muestras de agua; recolectadas y analizadas el nivel del cloro libre residual, 79 muestras, equivalente a un 48,77 % que se encuentran dentro del rango de [0,3 – 1,5] y cumplen con la norma NTE-INEN-1108.

3.4 Características Bacteriológicas del Agua

El total de muestras recolectadas, analizadas y entregadas por: el Área de Salud No. 3-Guamote; Gobierno-Municipal, Guamote; MIDUVI- Riobamba; en el Cantón Guamote de la Provincia de Chimborazo son No. 305 muestras de agua; las mismas que luego de ser analizadas no presentan características bacteriológicas como: Coliformes Totales; Coliformes Fecales. En algunas muestras de agua recolectadas presentan Ausencia tales como:

Tabla 3-xxxii: Características bacteriológicas de las muestras de agua

Sistema Agua Potable	Parroquia	Localidad	Coliformes Totales	Coliformes Fecales
Regional	Matriz	San Miguel y San Antonio de Encalada	.	Ausencia
Red de Distribución Escuela Patria	Cebadas	Cabecera Parroquial	.	Ausencia
Tanque de Reserva	Cebadas	Cabecera Parroquial	.	Ausencia
Red de Distribución Junta Parroquial	Palmira	Cabecera Parroquial	.	Ausencia
Tanque de Reserva	Palmira	Cabecera Parroquial	.	Ausencia
Red de Distribución Gasolinera Panamerica	Matriz	Cabecera Cantonal	.	Ausencia

Sur				
Red de Distribución CDH	Matriz	Cabecera Cantonal	.	Ausencia
Tanque de Reserva	Matriz	Cabecera Cantonal	.	Ausencia
Tanque de Reserva	Matriz	Cabecera Cantonal	.	Ausencia
Red de Distribución Escuela Patria	Cebadas	Cabecera Parroquial	.	Ausencia
Tanque de Reserva	Cebadas	Cabecera Parroquial	.	Ausencia
Red de distribución Junta Parroquial	Palmira	Cabecera Parroquial	.	Ausencia
Tanque de Reserva	Palmira	Cabecera Parroquial	.	Ausencia
Red de Distribución Gasolinera Panamerica Sur	Matriz	Cabecera Cantonal	.	Ausencia
Red de Distribución CDH	Matriz	Cabecera Cantonal	.	Ausencia
Tanque de Reserva	Matriz	Cabecera Cantonal	.	Ausencia
Tanque de Reserva	Matriz	Cabecera Cantonal	.	Ausencia
Red de Distribución Escuela Patria	Cebadas	Cabecera Parroquial	.	Ausencia
Tanque de Reserva	Cebadas	Cabecera Parroquial	.	Ausencia
Red de distribución Junta Parroquial	Palmira	Cabecera Parroquial	.	Ausencia
Tanque de Reserva	Palmira	Cabecera Parroquial	.	Ausencia
Red de Distribucion Gasolinera Panamerica Sur	Matriz	Cabecera Cantonal	.	Ausencia
Red de Distribucion CDH	Matriz	Cabecera Cantonal	.	Ausencia
Tanque de Reserva	Matriz	Cabecera Cantonal	.	Ausencia
Red de Distribucion Mercado Central	Cebadas	Cabecera Parroquial	.	Ausencia
Tanque de Reserva	Cebadas	Cabecera Parroquial	.	Ausencia
Red de Distribucion Junta Parroquial	Palmira	Cabecera Parroquial	.	Ausencia
Tanque de Reserva	Palmira	Cabecera Parroquial	.	Ausencia
Red de Distribucion Gasolinera Panamericana Sur	Matriz	Cabecera Cantonal	0,00	Ausencia
Red de Distribucion: CDH	Matriz	Cabecera Cantonal	0,00	Ausencia
Tanque de Reserva	Matriz	Cabecera Cantonal	0,00	Ausencia
Red de Distribucion, Mercado Central	Cebadas	Cabecera Parroquial	.	Ausencia
Red de Distribucion, Vivienda	Palmira	Cabecera Parroquial	.	Ausencia
Tanque de Reserva	Palmira	Cabecera Parroquial	.	Ausencia
Red de Distribucion, Gasolinera Panamericana Sur	Matriz	Cabecera Cantonal	.	Ausencia
Red de Distribucion,CDH	Matriz	Cabecera Cantonal	.	Ausencia
Tanque de Reserva	Matriz	Cabecera Cantonal	.	Ausencia
Red de Distribucion Mercado Central	Cebadas	Cabecera Parroquial	.	Ausencia
Tanque de Reserva	Cebadas	Cabecera Parroquial	.	Ausencia
Red de Distribucion Junta Parroquial	Palmira	Cabecera Parroquial	.	Ausencia
Tanque de Reserva	Palmira	Cabecera Parroquial	.	Ausencia
Red de Distribucion Gasolinera Panamericana Sur	Matriz	Cabecera Cantonal	.	Ausencia
Red de Distribucion Empresa Electrica	Matriz	Cabecera Cantonal	.	Ausencia
Tanque de Reserva	Matriz	Cabecera Cantonal	.	Ausencia
Tanque de Reserva	Matriz	Cabecera Cantonal	.	Ausencia
Red de Distribucion Mercado Central	Cebadas	Cabecera Parroquial	.	Ausencia
Tanque de Reserva	Cebadas	Cabecera Parroquial	.	Ausencia
Regional Sistema Sarachupa Guarderia Centro tres	Palmira	San Miguel de Pomachaca	.	Ausencia
Regional Sistema Sarachupa Tanque de Reserva	Palmira	San Miguel de Pomachaca	.	Ausencia
Red de Distribucion Vivienda punto extremo	Palmira	Cabecera Parroquial	.	Ausencia
Red de Distribucion Sub Centro de Salud	Palmira	Cabecera Parroquial	.	Ausencia
Tanque de Reserva	Palmira	Cabecera Parroquial	.	Ausencia
Red de Distribucion Puesto de Comidas Linea Ferrea	Matriz	Cabecera Cantonal	.	Ausencia
Red de Distribucion Casa Barrial San Juan Alto	Matriz	Cabecera Cantonal	.	Ausencia
Tanque de Reserva	Matriz	Cabecera Cantonal	.	Ausencia
Tanque de Reserva	Matriz	Cabecera Cantonal	.	Ausencia
Comunal, Captacion	Palmira	Cabecera Parroquial	.	Ausencia
Comunal, Captacion	Cebadas	Cabecera Parroquial	.	Ausencia
Comunal, Captacion	Cebadas	Cabecera Parroquial	.	Ausencia
Red de Distribucion, Tienda Comunal	Matriz	Pull Chico	.	Ausencia
Comunal, Tanque de Distribucion	Matriz	Pull Chico	.	Ausencia
Red de Distribucion, centro Infantil " CORDERITOS"	Matriz	Chanchan	.	Ausencia
Comunal, Tanque de Distribucion	Matriz	Chanchan	.	Ausencia
Red de Distribucion Escuela "Patria"	Cebadas	Cabecera Parroquial	.	Ausencia

Red de Distribucion Guarderia	Matriz	Cabecera Cantonal	.	Ausencia
Tanque de Reserva	Matriz	Cabecera Cantonal	.	Ausencia
Red de distribucion Barrio la Victoria	Matriz	Cabecera Cantonal	.	Ausencia
Red de Distribucion Guarderia Barrio San Juan	Matriz	Cabecera Cantonal	.	Ausencia
Tanque de Reserva	Matriz	Cabecera Cantonal	.	Ausencia
Tanque de Reserva	Matriz	Cabecera Cantonal	.	Ausencia
Red de Distribucion Primero de agosto y manabi	Matriz	Cabecera Cantonal	.	Ausencia
Red de Distribucion Via al cementerio	Matriz	Cabecera Cantonal	.	Ausencia
Tanque de reserva	Matriz	Cabecera Cantonal	.	Ausencia
Tanque de reserva	Matriz	Cabecera Cantonal	.	Ausencia

Fuente 3-XCVI: Propia

Los mismos que se encuentran dentro de la Norma NTE-INEN-1108 (Norma Técnica Ecuatoriana NTE-INEN-1108: 2006 Segunda Revisión)²².

Lo que significa que no hay presencia bacteriológica en las muestras de agua recolectadas en el Cantón Guamote de la Provincia de Chimborazo en el periodo 2009-2010.

Estos coliformes se presentan naturalmente en el medio ambiente. Los coliformes fecales y la E. Coli provienen de heces fecales de humanos y de animales

3.5 Índice de la calidad del agua (ICAD)

El total de Muestras de agua recolectadas y analizadas en su Índice de Calidad; de Agua Distribuida (ICAD) es de No. 109 muestras de agua; divididas de la siguiente manera: Parroquia Cebadas; en la parroquia de Palmira; y en la matriz del Cantón Guamote; de la Provincia de Chimborazo en el periodo 2010.

3.5.1 Prueba de Normalidad del nivel del ICAD

Hipótesis:

H₀: Los datos provienen de una distribución normal

H₁: Los datos no provienen de una distribución normal

²² Norma Técnica Ecuatoriana NTE- INEN-1108: 2006 Segunda Revisión

Con un nivel de significación de 0,05, nuestra variable ICAD índice de calidad del agua no sigue una distribución Normal. A la vista de los resultados en el cuadro siguiente se puede rechazar la hipótesis nula que la variable ICAD índice de calidad del agua es normal, ya que el valor $p = 0,003$ nivel crítico (Sig.asintot. bilateral) es, en este caso, menor que el nivel de significación, $\alpha = 0,05$.

Tabla 3-xxxiii: Prueba de Kolmogorov-Smirnov para el ICAD

		ICAD Porcentaje
N		109
Parámetros normales(a,b)	Media	71,4606
	Desviación típica	19,71913
Diferencias más extremas	Absoluta	,180
	Positiva	,110
	Negativa	-,180
Z de Kolmogorov-Smirnov		1,880
Sig. asintót. (bilateral)		,002

a La distribución de contraste es la Normal.

b Se han calculado a partir de los datos.

Los datos no provienen de una distribución normal; ya que podemos observar mediante nuestro gráfico que los porcentajes del nivel del Índice de Calidad de Agua Distribuida (ICAD) de las muestras recolectadas en el cantón Guamote de la Provincia de Chimborazo no se ajustan a una distribución normal tomadas en el periodo 2010.

Fuente 3-XCVII: Propia

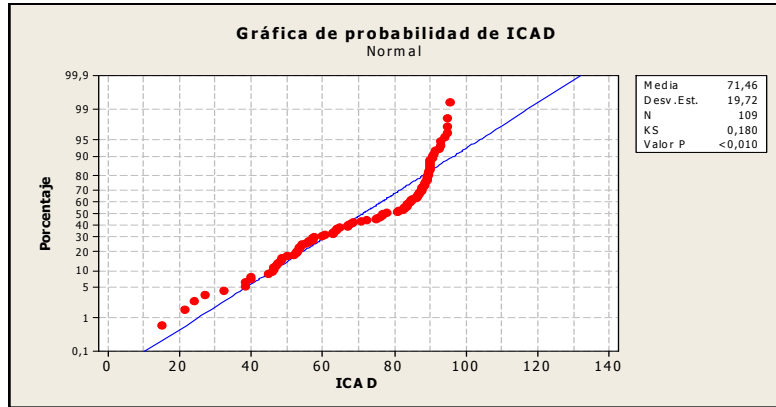


Grafico 3-88: Prueba de Normalidad para el nivel del Índice ICAD

3.5.2 Limpieza de datos Atípicos del nivel del ICAD

El total de Muestras de agua recolectada y calculada el Índice de Calidad de Agua Distribuida ICAD; no presentaron datos atípicos alejados de nuestro conjunto de datos; por lo cual se empieza a trabajar en nuestro conjunto de datos.

Fuente 3-XCVIII: Propia

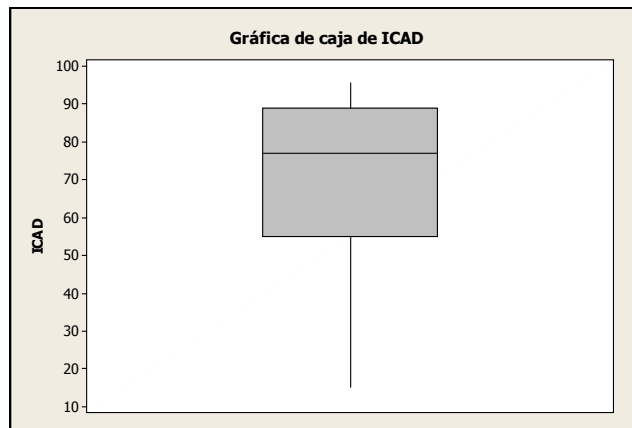


Grafico 3-89: Diagrama de Caja del nivel del Índice ICAD

El nivel del Índice (ICAD) de la calidad del agua calculada en las muestras de agua recolectadas presenta una media de 71,46; lo que significa que el nivel de la calidad del agua tiene un porcentaje de 71,46% en promedio; el mismo que está dentro del rango calificado como “BUENA”; lo que significa que de un total de 109 muestras de agua recolectadas y calculadas su índice de calidad estas están calificadas como “BUENA” en promedio.

Tabla 3-xxxiv: Estadísticos descriptivos

	N	Media	Desviación típica	Mínimo	Máximo	Percentiles		
						75	25	50 (Mediana)
ICAD Porcentaje	109	71,4606	19,71913	15,21	95,60	54,9450	77,0000	88,7000

Fuente 3-XCIX: Propia

La media del índice de calidad del agua ICAD es 71.46 (95% intervalos de confianza asociados de 67.717 y 75.204). La desviación estándar es 19.719 (intervalos de confianza de 95% de 17.404 y 22.751).

Utilizando un nivel de significancia de 0.05, la prueba de normalidad de Anderson-Darling (A -cuadrado = 4.01, valor $P < 0,005$) indica que los datos del índice de calidad del agua ICAD no siguen una distribución normal.

El coeficiente de asimetría o sesgo es de -0,744 lo que significa que el índice de calidad del agua ICAD; de las muestras de agua recolectadas en el Cantón Guamote de la provincia de Chimborazo; muestran que su distribución tiene sesgo negativo o a la izquierda, además que su polígono de frecuencias tiene la mayor acumulación del índice de calidad del agua (ICAD); de las muestras de agua recolectadas a la derecha.

La kurtosis un valor de -0,38 lo que significa que la distribución del índice del índice de calidad de las muestras de agua recolectadas son menos puntiagudas que la normal por lo que presenta una distribución platocúrtica.

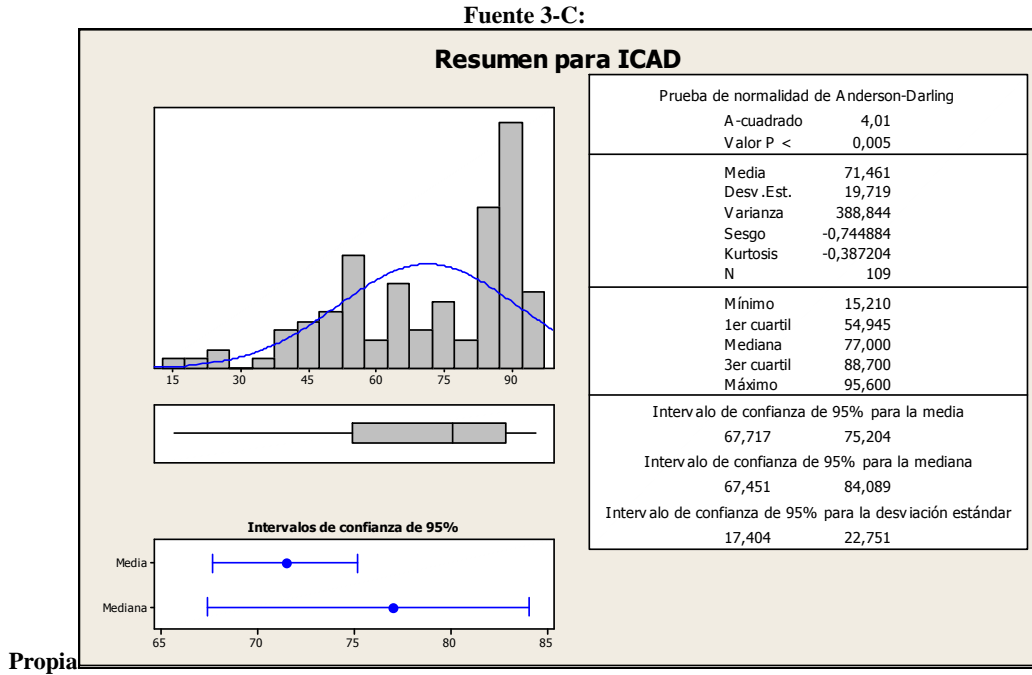


Gráfico 3-90: Porcentaje del nivel del ICAD de las muestras de agua

3.5.3 Aplicación de Promedios Móviles del nivel del ICAD

Las muestras de agua recolectadas; y calculadas su índice de calidad ICAD es variante con respecto al tiempo; ya que al ir tomando las muestras y calculando su índice de calidad del agua, estas toman calificaciones de “Deficiente”, “Regular”, “Buena”, “Muy Buena”, y “Optima”; lo que nos lleva a concluir que el agua del Cantón Guamote de la Provincia de Chimborazo en el año 2010; calculadas su índice de calidad del agua toman los calificativos de:

Tabla 3-xxxv: Porcentaje de Índice de Calidad del Agua

Categoría	Cantidad	Porcentaje
Optimo	11	10,09174312
Muy Buena	42	38,53211009
Buena	22	20,18348624
Regular	25	22,93577982
Deficiente	9	8,256880734
Sin Limite	0	0
	109	100,00

Fuente 3-CI: Propia

Tomando un criterio global de todas las muestras; de agua recolectadas; el 38,53% es “Muy Buena”; el 22,93 % es “Regular”; el 20,18% es “Buena”; 10,09% es “Optima” y el 8,25% es “Deficiente”.

Lo que implica que el agua que se consume en el Cantón Guamote de la Provincia de Chimborazo; tiene problemas en sus parámetros de calidad del agua; lo que se recomienda que se siga clorando; los diferentes puntos de tratamientos de agua; para así poder contrarrestar los porcentajes bajos de la calidad del agua; ya que se ven afectados por los diferentes parámetros: físicos, químicos y bacteriológicos; que no se encuentran dentro de la norma NTE-IENE-1108; tomando en cuenta que agua tratada es agua segura.

Fuente 3-CII: Propia

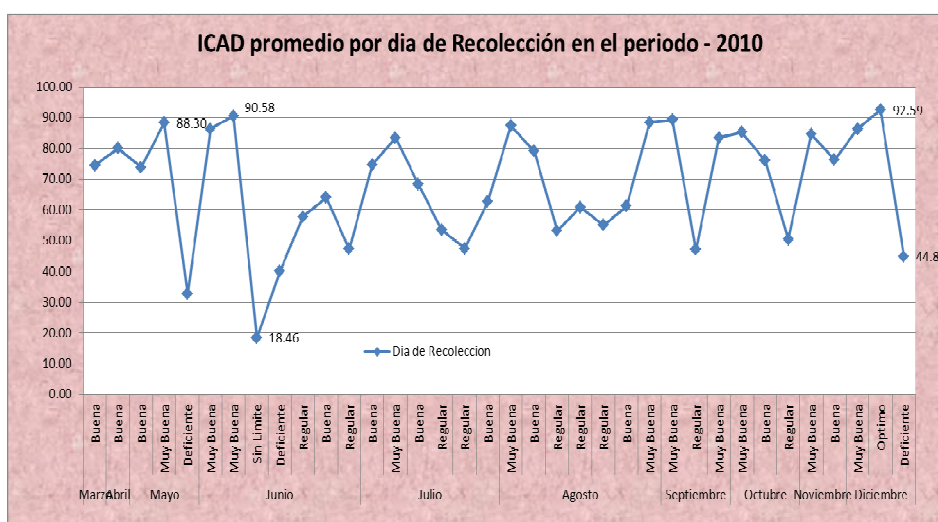


Grafico 3-91: ICAD por trimestres de las muestras de agua recolectadas

Al sacar un promedio por día de recolección; de las muestras de agua en el Cantón Guamote de la Provincia de Chimborazo en el periodo 2010; se obtiene un total de 36 muestras en el año y valorado en porcentajes; se obtiene el siguiente resultado:

Tabla 3-xxxvi: Porcentajes por días de recolección de las muestras de Agua

Categoría	Cantidad	Porcentaje
Optimo	1	2,777777778
Muy Buena	11	30,55555556
Buena	11	30,55555556
Regular	9	25
Deficiente	3	8,333333333
Sin Limite	1	2,777777778
	36	100,00

Fuente 3-CIII: Propia

Con un 30,55% es “Muy Buena”; el 30,55 % es “Buena”; el 25% es “Regular”; el 8,33% es “Deficiente”; un 2,77% es “Optima” y un 2,77% es “Fuera de las categorías”.

Fuente 3-CIV: Propia

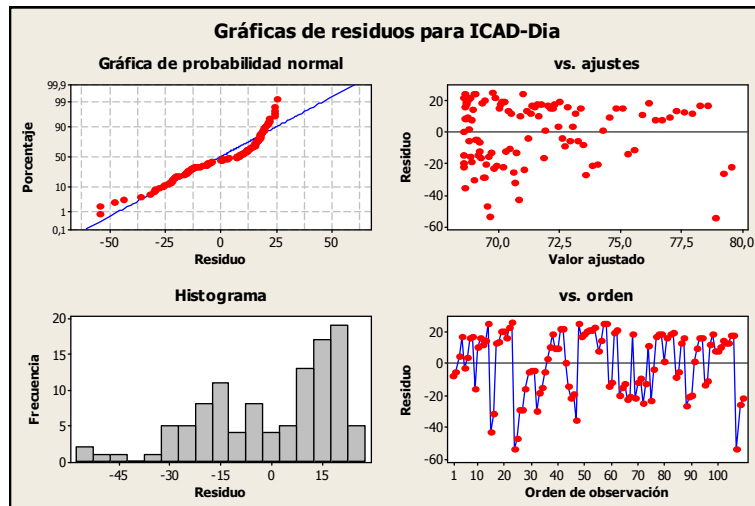


Gráfico 3-92: Gráfica de los Residuos de ICAD

Al aplicar un promedio móvil; de las muestras recolectadas de agua es variante en el tiempo; lo que se puede observar mediante nuestro grafico siguiente:

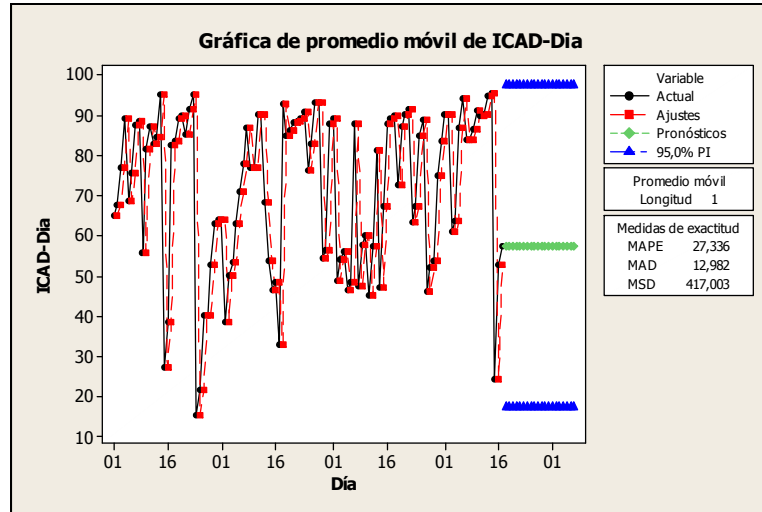


Gráfico 3-93: Promedio Móvil de las muestras de agua recolectadas

Este modelo aplicado a nuestro conjunto de datos del índice de calidad del agua, presenta pronósticos para las muestras de agua tomadas en los periodos siguientes; los mismo que se encuentran en un promedio de 57,43 % dentro del intervalo de 17,40% como límite inferior y 97,45% como límite superior.

Fuente 3-CV: Propia

Período	Pronóstico	Inferior	Superior
18	57,43	17,4063	97,4537
19	57,43	17,4063	97,4537
20	57,43	17,4063	97,4537
21	57,43	17,4063	97,4537
22	57,43	17,4063	97,4537
23	57,43	17,4063	97,4537
24	57,43	17,4063	97,4537
25	57,43	17,4063	97,4537
26	57,43	17,4063	97,4537
27	57,43	17,4063	97,4537
28	57,43	17,4063	97,4537
29	57,43	17,4063	97,4537
30	57,43	17,4063	97,4537

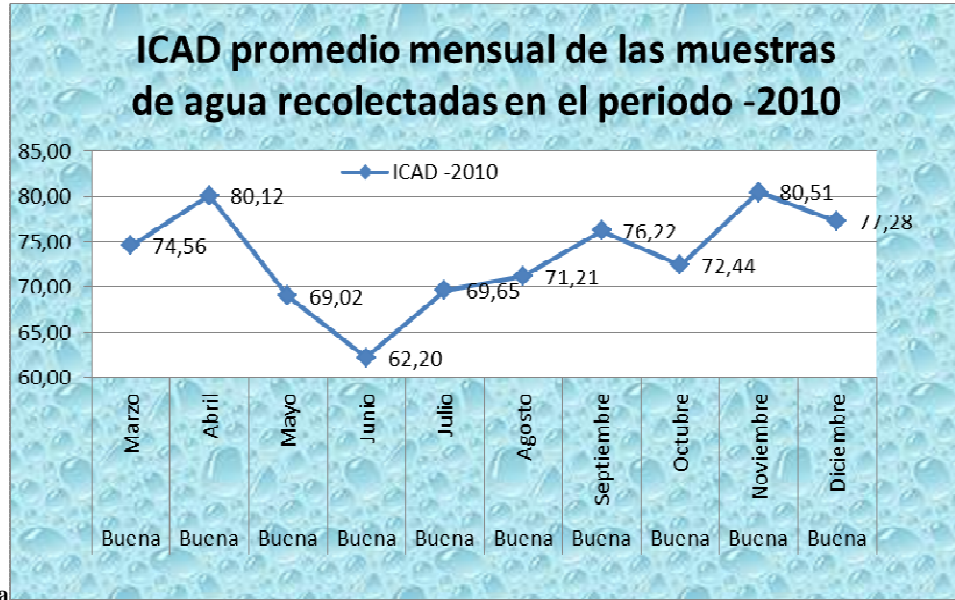
Tabla 3-xxxvii: Pronósticos de las muestras de agua recolectadas

Al sacar un promedio mensual de las muestras de agua recolectadas en el periodo 2010; se obtiene que el Índice de Calidad del agua durante el año 2010'; se mantiene constante con un calificativo de "BUENA".

En el mes de Junio del 2010 se ha detectado un nivel bajo del 62,20% del Índice de la calidad del agua; y un índice alto de 80,51 % en el mes de noviembre dentro de su

calificativo de “BUENA” la calidad de agua para consumo doméstico en el Cantón Guamate de la Provincia de Chimborazo.

Fuente 3-CVI:



Propia

Gráfico 3-94: Promedio mensual del nivel del ICAD

3.5.4 Pronósticos del nivel del ICAD mensual

Fuente 3-CVII: Propia

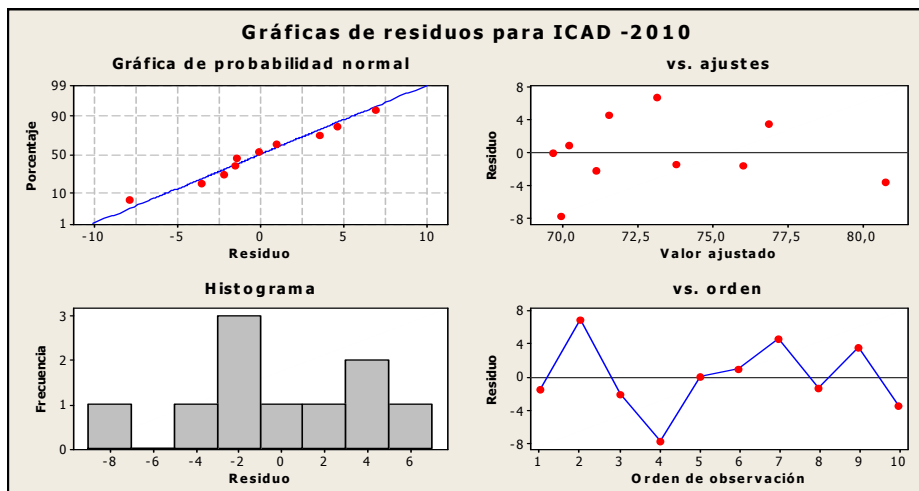


Gráfico 3-95: Gráfica de los residuos del ICAD mensual

Nuestra grafica presenta una distribución normal al graficar los residuos; presentan aleatoriedad. En la gráfica del histograma parece mostrar un valor atípico dentro de nuestro conjunto de datos.

Fuente 3-CVIII: Propia

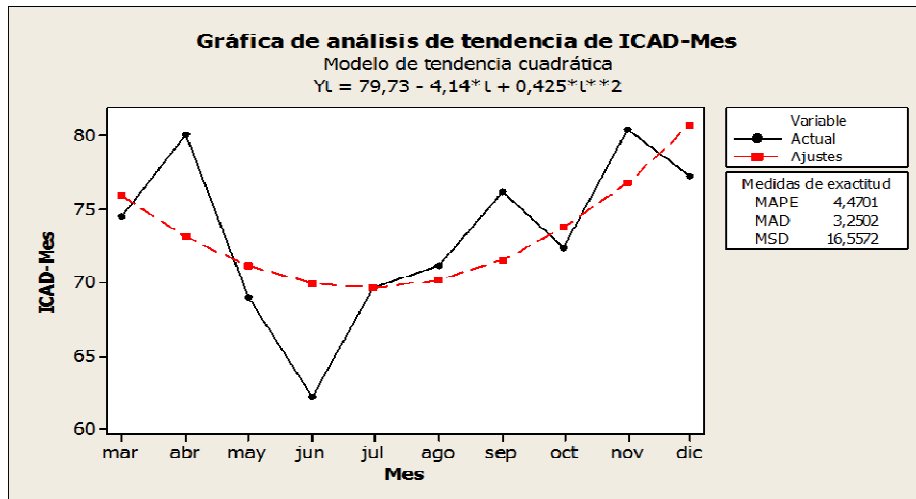


Gráfico 3-96: Pronósticos del índice de calidad del agua Mensual

La gráfica de los datos mensuales de la calidad del agua se ajusta a una distribución cuadrática. Además en el grafico se puede observar tres mediciones de exactitud; para ayudar a determinar la exactitud de los valores ajustados: EPAM, DAM y DSM. Los datos del índice de calidad del agua ICAD. El modelo de tendencia cuadrática aparece para ajustar apropiadamente la tendencia general.

Las tres medidas de exactitud del modelo ajustado: MAPE = 4,47; MAD= 3,25 y MSD = 16,55. Las tres medidas no son muy informativas por sí solas, pero se las ha utilizado para comparar los ajustes obtenidos utilizando diferentes métodos. Para las tres medidas, los valores más pequeños generalmente indican un modelo de ajuste más adecuado; que en nuestro caso del índice de calidad del agua ha sido el modelo cuadrático.

- Error porcentual absoluto medio (MAPE) = 4,47. Expresa la exactitud como un porcentaje del error. Debido a que este número es un porcentaje, puede ser más fácil de entender que las otras estadísticas. En nuestro caso, el MAPE es 4,47, en promedio, el pronóstico está errado por un 4,47% en el promedio mensual de las muestras de agua recolectadas en el Cantón Guamote.
- Desviación absoluta de la media (MAD) = 3,25. Expresa exactitud en las mismas unidades que los datos, lo que ayuda a conceptualizar la cantidad del error. Los valores atípicos tienen menos efecto en MAD que en MSD.
- Desviación cuadrática media (MSD) = 16,55. Medida de exactitud de valores de series de tiempo ajustados comúnmente utilizada. Los valores atípicos tienen más influencia en MSD que en MAD.

Fuente 3-CIX: Propia

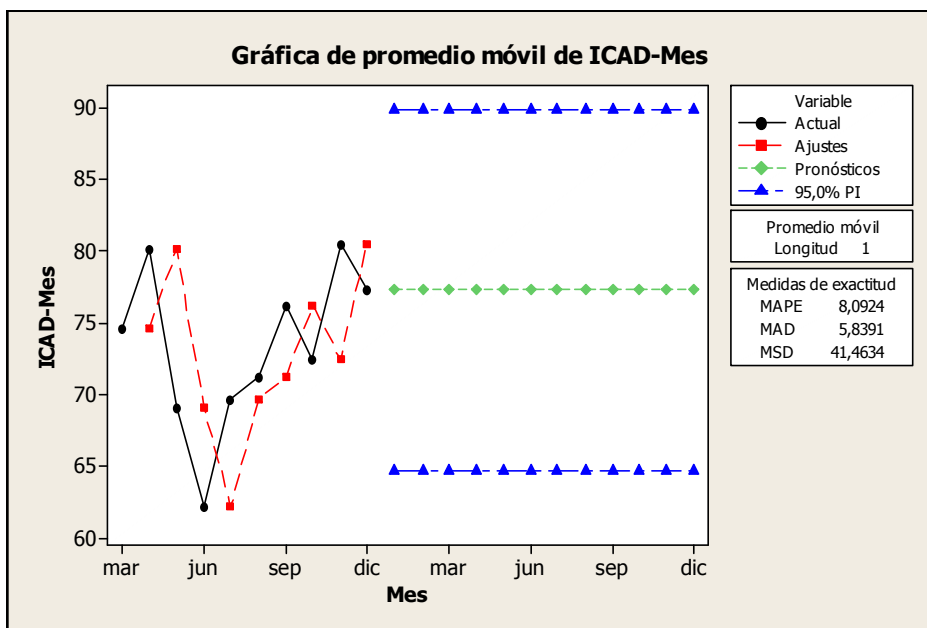


Gráfico 3-97: Promedio Móvil del nivel de ICAD-2010

Al aplicar el modelo de promedio móvil, y pronosticando al futuro nos muestra, que el índice de calidad para los meses futuros, se mantendrá constante o variara de alguna manera dentro de los límites de:

Pronósticos

Período	Pronóstico	Inferior	Superior
ene	77,2809	64,6603	89,9015
feb	77,2809	64,6603	89,9015
mar	77,2809	64,6603	89,9015
abr	77,2809	64,6603	89,9015
may	77,2809	64,6603	89,9015
jun	77,2809	64,6603	89,9015
jul	77,2809	64,6603	89,9015
ago	77,2809	64,6603	89,9015
sep	77,2809	64,6603	89,9015
oct	77,2809	64,6603	89,9015
nov	77,2809	64,6603	89,9015
dic	77,2809	64,6603	89,9015

Los pronósticos para el índice de calidad del agua ICAD; en los meses de: Enero a Diciembre del 2011; las muestras de recolección de agua en el Cantón Guamote se mantendrán en un promedio mensual de 77,28 % dentro del intervalo de [64,66; 89,90]; lo que significa que la calidad del agua en los siguientes periodos podría mejorar siempre y cuando se la siga clorando y dando el tratamiento adecuado al mismo en los diferentes puntos de distribución del agua para consumo doméstico en el Cantón Guamote de la Provincia de Chimborazo.

Lo que significa que la calidad del agua para estos meses mejorara de “BUENA” a “MUY BUENA” para los meses siguientes en el Cantón Guamote de la Provincia de Chimborazo; pero tomando en cuenta que los parámetros: físicos, químicos y bacteriológicos; se encuentran; cumpliendo con la norma NTE-INEN-1108, pero que sin embargo, por no cumplir en su totalidad con esta norma; la calidad del agua se encuentra afectada; por sus pesos ponderados; lo que nos muestra que debemos corregir estos parámetros que no se encuentran dentro de los límites permisibles; en todos y cada uno de los lugares detectados en el estudio inicial por cada parámetro de la calidad del agua; en el Cantón Guamote de la Provincia de Chimborazo.

CAPÍTULO IV

4. CONCLUSIONES

- El estudio de los parámetros del agua: físicos, químicos y bacteriológicos, a través de su medición; se ha hecho posible detectar su grado de contaminación del agua a nivel de cada parámetro en el Cantón Guamote de la provincia de Chimborazo con las muestras de agua recolectadas en el periodo 2009 - 2010.
- Es importante reconocer las características físicas, químicas y bacteriológicas del agua, a fin de mantener un estricto control de calidad en el proceso de purificación del agua; que cumpla las especificaciones establecidas de la Norma NTE-INEN-1108 (Norma Técnica Ecuatoriana NTE-INEN-1108: 2006 Segunda Revisión)²³.
- Mediante la aplicación de la prueba no paramétrica de Kolmogorov-Smirnov, se identificó que las muestras de agua recolectadas en el Cantón guamote de la Provincia de Chimborazo en el periodo 2009 - 2010 siguen una distribución normal, los parámetros pH y temperatura y los parámetros Color, Turbiedad, Sólidos Totales, Conductividad, Hierro Total, Hierro Soluble, Hierro Coloidal, Manganeso, Amoníaco, Nitratos, Nitritos, Sulfatos, Flúor, Fosfatos y Cloro Residual no siguen una distribución Normal.

²³ Norma Técnica Ecuatoriana NTE-INEN-1108: 2006 Segunda Revisión

- La Norma NTE-INEN-1108 (Norma Técnica Ecuatoriana NTE-INEN-1108: 2006 Segunda Revisión); indica que los parámetros del agua para consumo doméstico, en nuestras muestras de agua recolectadas en el Cantón Guamote de la provincia de Chimborazo; en su mayoría se encuentran dentro de los límites permisibles de esta norma.
- Al tomar ponderaciones de nuestros parámetros químicos, físicos; de la calidad del agua de las muestras recolectadas y analizadas en el cantón Guamote de la provincia de Chimborazo; se obtiene que la calidad del agua que consume la población, se encuentra dentro del calificativo de “BUENA”.
- Mediante la utilización de pronósticos en el tiempo se puede identificar que el índice de calidad del agua en el Cantón Guamote de la Provincia de Chimborazo tiene un calificativo de “BUENA” la misma que mejorara al calificativo de “MUY BUENA” en los meses futuros; siempre y cuando se tome las soluciones inmediatas en los lugares donde la calidad del agua no es buena.

CAPÍTULO V

5. RECOMENDACIONES

- Protejamos los: ríos, lagos, vertientes y árboles que nos ayudan a mantener las fuentes de agua, para consumo doméstico del Cantón Guamote de la Provincia de Chimborazo.
- El agua del Cantón Guamote de la Provincia de Chimborazo puede estar clara y limpia, pero si no es desinfectada puede ser causa de muchas enfermedades: Cólera, Fiebre, Tifoidea, Diarrea. Por eso antes de beber el agua de los ríos, tanques y pozos debemos desinfectarla, hervir o Clorarla.
- Las instalaciones de tratamiento y reserva de agua de las localidades rurales del Cantón Guamote de la Provincia de Chimborazo, deben tener requerimientos técnicos (mano de obra, instalaciones, insumos energéticos, reactivos químicos, operación y mantenimiento) y económicos (costos de inversión, operación y mantenimiento) acordes a la capacidad de la comunidad y al nivel de apoyo de instituciones responsables del agua y la salud. Además, se debe involucrar a la comunidad en la planeación, selección, diseño, construcción, administración, operación y mantenimiento de los sistemas de tratamiento para que éstos sean apropiados y sustentables.
- La vida en la Tierra no sería posible sin la presencia de agua. Este recurso natural debe ser considerado como no renovable, pues la constante contaminación y desperdicio por parte de los seres humanos la vuelven cada vez más escasa.

CAPÍTULO VI

6. RESUMEN

En el laboratorio, de Análisis de agua microbiológico del Cantón Guamote; se realizó el análisis estadístico, de la calidad del agua para consumo doméstico en sus características: físicas, químicas y bacteriológicas del sector rural del Cantón Guamote de la Provincia de Chimborazo en el periodo 2009 - 2010.

Al aplicar el método analítico, en una muestra aleatoria, de 305 muestras de agua; recolectadas durante el periodo 01 de Octubre del 2009 – 15 de Diciembre del 2010, y aplicando el método experimental, en el análisis de las muestras puntuales de agua recolectadas y aplicando las técnicas estadísticas adecuadas, se ha podido verificar la calidad del agua para consumo doméstico, con ayuda del equipo de análisis físico, químico, etc.

En un total de 305 muestras de agua recolectadas. El 70% de las muestras de agua; fueron aptas para consumo doméstico; ya que las características físicas, químicas y bacteriológicas de la calidad del agua se mantienen en un 60% cumpliendo con la Norma Técnica Ecuatoriana INEN-1108.

Se concluye que la calidad del agua, es apta para consumo doméstico, ya que se encuentran cumpliendo la norma NTE-INEN-1108.

Es necesario desarrollar medidas que mejoren la Calidad del Agua y campañas de educación que incrementen el uso de agua hervida y cloración, su manejo adecuado y el cuidado de las fuentes de abastecimiento comunitarias.

SUMMARY

At the Microbiological Water Analysis Lab of Guamote Canton, the statistical analysis of the water quality for domestic consumption was carried out in its physical, chemical and bacteriological characteristics in the rural sector of the Guamote Canton, Chimborazo Province over the 2009-2010 period.

Upon applying the analytical method in an at random sample of 305 water samples collected during the first of October 2009- fifteenth of December 2010 period and applying the experimental method in the analysis of punctual collected water samples and applying the adequate statistical techniques, it has been possible to verify the water quality for domestic consumption with the help of the equipment of physical, chemical analysis, etc.

In a total of 305 collected water samples, 70% water samples were suitable for domestic consumption as the physical, chemical and bacteriological characteristics of the water quality is maintained by a 60% according to the Ecuadorian Technical Norm INEN-1108.

It is concluded that the water quality is suitable for domestic consumption as it accomplishes the NTE-INEN-1108 norm.

It is necessary to develop measures improving the water Quality and educational campaigns increasing the use of boiled water and chlorine, an adequate handling and care of the community supply sources.

CAPÍTULO VII

7. BIBLIOGRAFÍA

1. D. M, B. A., Assessing the environmental quality status in estuarine and Coastal., s.l., Ecological indicators 8., Pp:331-337.
2. GUTIÉRREZ - ÁVILA H, B. W., Calidad del agua potable., México-México., 1989., P.
3. HANKE, JHON E., Pronósticos de los negocios., 8a. ed., México-México., 2006., Pp:15-155.
4. INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN., Norma Técnica Ecuatoriana INEN-1108 Agua Potable Requisitos., segunda revisión., Quito-Ecuador., 2006., Pp:1-3.
5. R. BALL, AND R. CHURCH., “Water quality indexing and scoring”, Journal of the Enviromental Engineering. Division, American Society of Civil Engineers., vol. 106., 1980., Pp:757-771.
6. UNEP., Global Drinking Wáter Quality Index Development and Sensitivity Analysis Report. Ontario., Canada., 2007., P.
7. WALPOLE, RONALD E., Probabilidad y estadística para ingenieros., 6a. ed., México-México., 1999., Pp:5-8,143-153.

BIBLIOGRAFÍA INTERNET

8. AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN EL ECUADOR
http://es.wikipedia.org/wiki/Agua_potable_y_saneamiento_en_Ecuador
2011-01-02
9. WATER SANITATION HEALTH
http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/facts2004/es/index.htm
2011-01-14
10. INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA
www.INe.es
2010-12-20

ANEXOS

8. ANEXOS

Anexo A

		MUESTRA #	
DATOS DE LA MUESTRA			
FUENTE:		HORA:	
FECHA DE RECOLECCION:		RECOLECCION POR:	
SISTEMA DE AGUA POTABLE:		FECHA DE ANALISIS:	
PARROQUIA:		LOCALIDAD:	
ANALISIS FISICO - QUIMICO			
1) CARACTERISITCAS FISICAS			
PARAMETRO	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADO
PH	Unidades	6,5 - 8,5	
COLOR	Pt - Co	15	
TURBIEDAD	U.N.T	5	
TEMPERATURA	C		
SOLIDOS TOTALES DISUELTOS	mg/l	1000	
CONDUCTIVIDAD	uS/cm		
2) CARACTERISTICAS QUIMICAS			
PARAMETRO ICAD	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADO
HIERRO TOTAL	Fe 3+	0,3	
HIERRO SOLUBLE	Fe 3+		
HIERRO COLOIDAL	Fe 3+		
MANGANESO	Mn 2+	0,1	
AMONIACO	NH3	1,2	
NITRATOS	NO3-	44	
NITRITOS	NO2-	0	
SULFATOS	SO4 2-	200	
FLUOR	F-	1,5	
FOSFATOS	PO4 3-	0,3	
COLOR LIBRE RESUDUAL	mg/l	0,3 - 1,5	
ANALISIS BACTERIOLOGICO			
PARAMETRO	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADO
COLIFORMES TOTALES	U.F.C/100ml	Ausencia	
COLIFORMES FECALES	U.F.C/100ml	Ausencia	
INDICE DE CALIDAD DE AGUA DISTRIBUIDA			
ICAD	EXPRESADO COMO	%	Q
	U.C.P		

Fuente 8-I: Área de Salud No. 3 Guamate; Gobierno Municipal Guamate; MIDUVI - Chimborazo - Ecuador

Anexo B

Mes de Mayo del 2010		MUESTRA #	014-05-10
DATOS DE LA MUESTRA			
FUENTE:	Quillocaca	HORA:	10H30
FECHA DE RECOLECCION:	12/05/2010	RECOLECCION POR:	EMS
SISTEMA DE AGUA POTABLE:	Comunal	FECHA DE ANALISIS:	13/05/2010
PARROQUIA:	Palmira	LOCALIDAD:	Atapo Santa Elena
ANALISIS FISICO - QUIMICO			
1) CARACTERISITCAS FISICAS			
PARAMETRO	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADO
PH	Unidades	6,5 - 8,5	7,56
COLOR	Pt - Co	15	0,00
TURBIEDAD	U.N.T	5	0,75
TEMPERATURA	C		13,20
SOLIDOS TOTALES DISUELTOS	mg/l	1000	122,1
CONDUCTIVIDAD	uS/cm		252
2) CARACTERISTICAS QUIMICAS			
PARAMETRO ICAD	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADO
HIERRO TOTAL	Fe 3+	0,3	0,020
HIERRO SOLUBLE	Fe 3+		
HIERRO COLOIDAL	Fe 3+		
MANGANESO	Mn 2+	0,1	0,015
AMONIACO	NH3	1,2	0,010
NITRATOS	NO3-	44	1,6
NITRITOS	NO2-	0	0,004
SULFATOS	SO4 2-	200	4,00
FLUOR	F-	1,5	0,48
FOSFATOS	PO4 3-	0,3	0,720
CLORO LIBRE RESUDUAL	mg/l	0,3 - 1,5	NO CLORAN
ANALISIS BACTERIOLOGICO			BIDONES
PARAMETRO	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADO
COLIFORMES TOTALES	U.F.C/100ml	Ausencia	
COLIFORMES FECALES	U.F.C/100ml	Ausencia	
INDICE DE CALIDAD DE AGUA DISTRIBUIDA			
ICAD	EXPRESADO COMO	%	Q
	U.C.P		

Fuente 8-II: Área de Salud No. 3 Guamate; Gobierno Municipal Guamate; MIDUVI - Chimborazo - Ecuador

Anexo C

Mes de Agosto del 2010		MUESTRA #	010-08-10
DATOS DE LA MUESTRA			
FUENTE:		HORA:	09H20
FECHA DE RECOLECCION:	16/08/2010	RECOLECCION POR:	EMS
SISTEMA DE AGUA POTABLE:	R.D: SEGURO CAMPESINO	FECHA DE ANALISIS:	17/08/2010
PARROQUIA:	MATRIZ	LOCALIDAD:	CHAUZAN TOTORILLAS
ANALISIS FISICO - QUIMICO			
1) CARACTERISITCAS FISICAS			
PARAMETRO	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADO
PH	Unidades	6,5 - 8,5	8,55
COLOR	Pt - Co	15	0,00
TURBIEDAD	U.N.T	5	1,59
TEMPERATURA	C		11,10
SOLIDOS TOTALES DISUELTOS	mg/l	1000	109,9
CONDUCTIVIDAD	uS/cm		229
2) CARACTERISTICAS QUIMICAS			
PARAMETRO ICAD	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADO
HIERRO TOTAL	Fe 3+	0,3	0,110
HIERRO SOLUBLE	Fe 3+		
HIERRO COLOIDAL	Fe 3+		
MANGANESO	Mn 2+	0,1	
AMONIACO	NH3	1,2	
NITRATOS	NO3-	44	
NITRITOS	NO2-	0	
SULFATOS	SO4 2-	200	4,00
FLUOR	F-	1,5	0,54
FOSFATOS	PO4 3-	0,3	0,26
COLORO LIBRE RESUDUAL	mg/l	0,3 - 1,5	Coloracion Domiciliaria
ANALISIS BACTERIOLOGICO			BIDONES
PARAMETRO	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADO
COLIFORMES TOTALES	U.F.C/100ml	Ausencia	
COLIFORMES FECALES	U.F.C/100ml	Ausencia	
INDICE DE CALIDAD DE AGUA DISTRIBUIDA			
ICAD	EXPRESADO COMO	%	Q
	U.C.P	87,86	MUY BUENA

Fuente 8-III: Área de Salud No. 3 Guamote; Gobierno Municipal Guamote; MIDUVI - Chimborazo - Ecuador

Anexo D

Mes de Septiembre del 2010		MUESTRA #	018-09-10
DATOS DE LA MUESTRA			
FUENTE:	Chayguazo, Tabillas	HORA:	11H00
FECHA DE RECOLECCION:	20/09/2010	RECOLECCION POR:	EMS
SISTEMA DE AGUA POTABLE:	R.D: Mercado Central	FECHA DE ANALISIS:	20/09/2010
PARROQUIA:	Cebadas	LOCALIDAD:	Cabecera Parroquial
ANALISIS FISICO - QUIMICO			
1) CARACTERISITCAS FISICAS			
PARAMETRO	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADO
PH	Unidades	6,5 - 8,5	8,14
COLOR	Pt - Co	15	0,00
TURBIEDAD	U.N.T	5	0,40
TEMPERATURA	C		12,70
SOLIDOS TOTALES DISUELTOS	mg/l	1000	369,00
CONDUCTIVIDAD	uS/cm		716,00
2) CARACTERISTICAS QUIMICAS			
PARAMETRO ICAD	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADO
HIERRO TOTAL	Fe 3+	0,3	0,000
HIERRO SOLUBLE	Fe 3+		
HIERRO COLOIDAL	Fe 3+		
MANGANESO	Mn 2+	0,1	
AMONIACO	NH3	1,2	
NITRATOS	NO3-	44	
NITRITOS	NO2-	0	
SULFATOS	SO4 2-	200	78,000
FLUOR	F-	1,5	1,980
FOSFATOS	PO4 3-	0,3	0,440
CLORO LIBRE RESUDUAL	mg/l	0,3 - 1,5	0,5
ANALISIS BACTERIOLOGICO			BIDONES
PARAMETRO	EXPRESADO COMO	LIMITE PERMISIBLE	RESULTADO
COLIFORMES TOTALES	U.F.C/100ml	Ausencia	
COLIFORMES FECALES	U.F.C/100ml	Ausencia	Ausencia
INDICE DE CALIDAD DE AGUA DISTRIBUIDA			
ICAD	EXPRESADO COMO	%	Q
	U.C.P	89,65	MUY BUENA

Fuente 8-IV: Área de Salud No. 3 Guamote; Gobierno Municipal Guamote; MIDUVI - Chimborazo - Ecuador



Fotografía 8-1: Tanque de Reserva



Fotografía 8-3: Tanque de Reserva



Fotografía 8-2: Tanque de Reserva



Fotografía 8-4: Preparación de Cloro



Fotografía 8-5: Aplicación de la sal en grano



Fotografía 8-6: Mezcla de agua y sal en grano



Fotografía 8-7: Red de Distribución



Fotografía 8-8: Reposo de 24 horas de Cloro



Fotografía 8-9: Red de Distribución



Fotografía 8-13: Equipo de laboratorio



Fotografía 8-10: Toma de Muestras de Agua



Fotografía 8-14: Equipando el Laboratorio para análisis Físico del Agua



Fotografía 8-11: Planificando



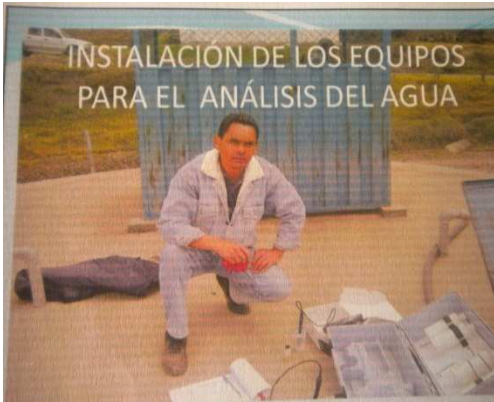
Fotografía 8-15: Máquina para Elaboración del Cloro



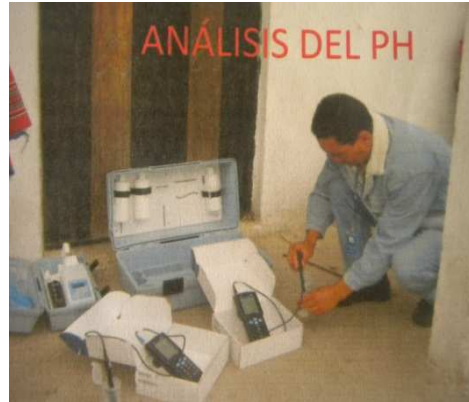
Fotografía 8-12: Laboratorio para Preparación del Cloro



Fotografía 8-16: Equipos para realizar el análisis Físico, Químico del Agua



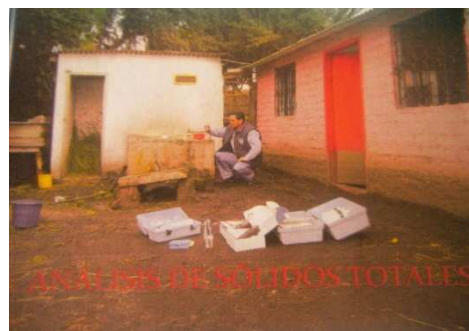
Fotografía 8-17: Instalación de los equipos para análisis del Agua



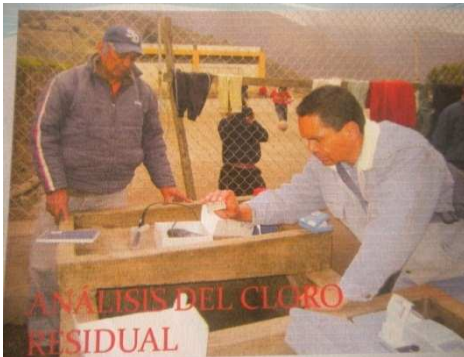
Fotografía 8-21: Análisis del PH



Fotografía 8-18: Recolección de las muestras de Agua en el Cantón Guamote



Fotografía 8-22: Análisis de Sólidos Totales



Fotografía 8-19: Análisis de Cloro Residual



Fotografía 8-23: Análisis de la Turbiedad del Agua



Fotografía 8-20: Análisis de la Conductividad del Agua en el Cantón Guamote.



Fotografía 8-24: Control de la Temperatura del Agua



Fotografía 8-25: Trabajando en conjunto con el Municipio del Cantón Guamote



Fotografía 8-29: Laboratorio para análisis Químico



Fotografía 8-26: Falta de sistemas de Agua para el consumo humano



Fotografía 8-30: Monitoreo de los Sistemas de Agua por el Miduvi, Municipio y Área de Salud.



Fotografía 8-27: Agua para consumo humano no aptas



Fotografía 8-31: Supervisión de los tanque de Captación



Fotografía 8-28: Entrega de las muestras de agua al municipio de Guamote para análisis Químico.



Fotografía 8-32: Capacitación a las Juntas Administradoras del Agua de las comunidades del Cantón Guamote.



Fotografía 8-33: Capacitación sobre el Caudal del Agua



Fotografía 8-37: Dosificación de Cloro en los bidones para tener agua segura.



Fotografía 8-34: Capacitación sobre el uso y manejo de los equipos de elaboración del cloro



Fotografía 8-38: Socialización sobre el Consumo del Agua Segura



Fotografía 8-35: Manejo y Administración de las juntas administradoras del Agua



Fotografía 8-39: Participación en la feria de la Salud en la comunidad Laime Capulispungo



Fotografía 8-36: Estrategia de Intervención Nutricional Territorial Integral INTI.



Fotografía 8-40: Capacitación y entrega de Bidones a los Jefes de Familia del Cantón Guamote.



Fotografía 8-41: Autoridades Provinciales y del área de Salud en el Cantón Guamote



Fotografía 8-45: Recolección y vista en el Proceso de la toma de muestras de Agua en el Cantón Guamote



Fotografía 8-42: Capacitación de como consumo agua segura



Fotografía 8-46: Elaboración del Cloro para distribuir a las diferentes comunidades del Cantón Guamote



Fotografía 8-43: Entrega de Bidones a las comunidades que pertenecen al Cantón Guamote



Fotografía 8-47: Queremos crecer con una agua limpia y segura.



Fotografía 8-44: Verificación del Buen Uso de los bidones en las comunidades del Cantón Guamote



Fotografía 8-48: Recolección de las muestras de Agua en las diferentes Comunidades



Fotografía 8-49: Equipos para análisis de las características del Agua para consumo Humano



Fotografía 8-51: El Agua es indispensable para sobrevivir



Fotografía 8-50: Trabajando en equipo para el análisis del Agua en el Cantón Guamote



Fotografía 8-52: Los equipos son muy necesarios para el análisis del agua en el Cantón Guamote



Fotografía 8-53: Toda mi vida quiero saber que ingiero una aguasegura



Fotografía 8-55: Visita a los tanques de Agua



Fotografía 8-54: Yo todavía no entiendo si lo que tomo es agua segura



Fotografía 8-56: Recolección de Muestras de Agua en Cebadas



Fotografía 8-57: Recorridos a Cebadas para monitoreo de agua



Fotografía 8-61: Socialización del Proceso y Tratamiento del Agua



Fotografía 8-58: Analisis Físico de las muestras de Agua



Fotografía 8-62: Agua segura y Saludable



Fotografía 8-59: Equipo para análisis físico de agua



Fotografía 8-63: Equipo de medición del PH



Fotografía 8-60: Equipo de Cloración para Tratamiento del Agua



Fotografía 8-64: Proceso del Agua



Fotografía 8-65: Estudiantes de las diferentes escuelas del Cantón Guamote



Fotografía 8-66: Aplicación del Proceso del Agua



Fotografía 8-67: Tanques de Reserva de Agua en el Cantón Guamote



Fotografía 8-70: Medidor de las características físicas del Agua



Fotografía 8-68: Tanques de Reserva de Agua



Fotografía 8-71: Tanque de Cloración del Agua



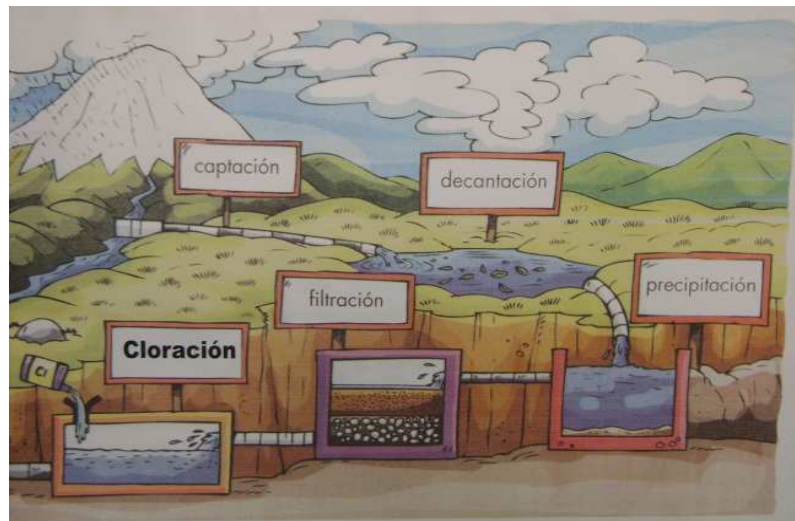
Fotografía 8-69: Recolección de la muestra de Agua en la Red de Distribución



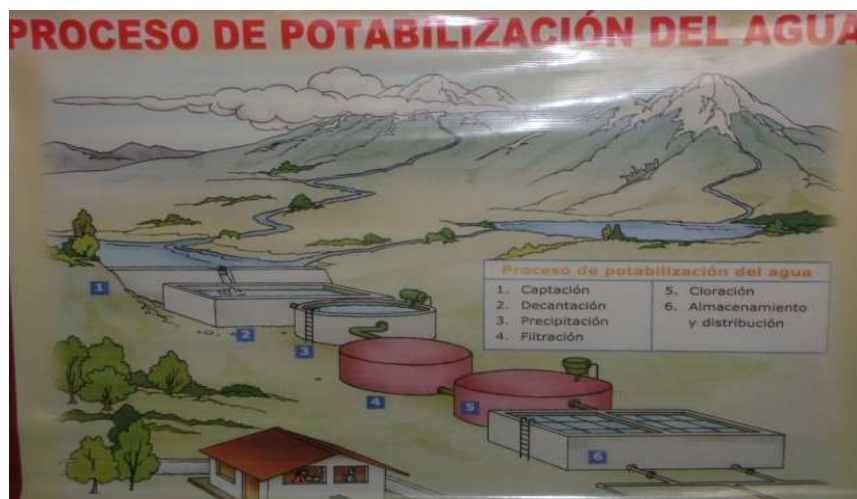
Fotografía 8-72: Resultados de las características físicas del Agua



Fotografía 8-73: Sistema de Agua Potable Guamote



Fotografía 8-74: Proceso del Agua para consumo doméstico



Fotografía 8-75: Proceso de Potabilización del Agua