ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

ESCUELA DE FORMACIÓN DE TECNÓLOGOS

MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, CENTRO POBLADO NONO UBICADO EN LA ZONA NOROCCIDENTE DE LA CIUDAD DE QUITO PARROQUIA NONO.

PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE TECNÓLOGO EN AGUA Y SANEAMIENTO AMBIENTAL

HENRY NELSON VACA NUÑEZ
henry.vaca@aguaquito.gob.ec

SANTIAGO JAVIER MONTALVÁN SAMANIEGO
santin_javo@hotmail.com

DIRECTOR: ING. LUIS JARAMILLO
luis.jaramillo@epn.edu.ec

Quito, Mayo 2016

DECLARACIÓN

Nosotros, Henry Nelson Vaca Nuñez y Santiago Javier Montalván Samaniego declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos nuestros derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

Henry Nelson Vaca Nuñez

Santiago Javier Montalván Samaniego

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Henry Nelson Vaca Nuñez y Santiago Javier Montalván Samaniego, bajo mi supervisión.

Ing. Luis Jaramillo
DIRECTOR DE PROYECTO

AGRADECIMIENTO

Queremos expresar nuestro agradecimiento a todas las personas que nos ayudaron a que este proyecto concluya de manera satisfactoria en especial a:

Dios por darnos las fuerzas necesarias para continuar luchando día a día, y continuar rompiendo barreras que se nos presentan.

Nuestros padres, por su apoyo incondicional, ejemplo de lucha, sacrificio y honradez que nos enseñaron a romper paradigmas y luchar por cada uno de nuestros sueños, sin sus consejos y ánimos nada sería igual; Nuestra carrera universitaria ha concluido por ustedes y para ustedes, inmensamente gracias.

Nuestros hermanos mayores, por su apoyo incondicional, sus consejos, sus acciones y su vida ya que nos dieron los ejemplos necesarios para dirigirnos por el camino correcto, llenándonos de sueños e iluminando nuestra vida.

Nuestros hermanos menores, por su apoyo incondicional, por sus ocurrencias, por sus consejos y sus ganas de salir adelante, cada uno de nuestros días fueron más alegres en su compañía. Esperamos mucho más de ustedes.

Ing. Luis Jaramillo director del presente proyecto de titulación, gracias por la confianza depositada en nosotros, por lo consejos, por la dedicación tanto personal como profesional, para que este trabajo saliera adelante.

Nuestro particular Agradecimiento a la Empresa Publica Metropolitana de Agua Potable y Saneamiento, su Departamento de Tratamiento de Aguas Residuales a todos sus profesionales que pudieron orientarnos y brindarnos información oportuna. Un sincero agradecimiento al Ing. Franklin Palacios quien a lo largo de este tiempo nos ayudó con la elaboración de cada una de las secciones del manual de operación demostrando sus capacidades y conocimientos.

Ing. Esteban Espinoza, por cada uno de sus consejos y criterios técnicos para la correcta operación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales.

Un agradecimiento inmenso a cada uno de nuestros amigos y compañeros por su compañía, consejos y su amistad sincera, sin cada uno de ustedes nuestro logro no sería tan gratificante.

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de titulación y toda mi vida estudiantil a los mentores de mi formación personal y espiritual, lámpara de sabiduría que guiaron cada paso que doy en mi largo caminar hacia la vida de la verdad y el éxito, a mis queridos padres Nelson Vaca y Anita Núñez y mis hermanas Carina y Cynthia, que con su ejemplo de lucha perseverante y ganas de superación me enseñaron a no desmayar y a dar todo de mi para superar cualquier obstáculo que se me presente en la vida.

A toda mi familia que siempre me brindó su apoyo y comprensión y que con su cariño y consejos me han mostrado el camino correcto para conseguir mis metas.

A mis amigos los cuales me han dado su amistad sincera y desinteresada, que han estado a mi lado compartiendo aventuras, secretos, tristezas y alegrías. En especial a mi compañero de Tesis, mejor amigo y que ha sido como un hermano Santiago Montalván que con su comprensión, consejos, cariño y apoyo constante ha contribuido en el logro de una meta importante en mi vida.

A todos ellos que me han dado sus consejos, cariño, y apoyo, con mucho cariño este proyecto de titulación es suyo.

Henry Vaca

DEDICATORIA

Dedico este proyecto de titulación y toda mi carrera universitaria a mis padres Paco Montalvan y Marlene Samaniego ya que gracias a ellos soy quien soy, ellos han velado por mí con todo el amor del mundo para formarme como persona íntegra.

A mis hermanos Mayra y Jimmy que son mis pilares y motor a seguir adelante, siempre estando a mi lado y brindándome su apoyo.

A mi hijo Iker, que es pieza fundamental para llevar a cabo este proyecto y motivación diaria para seguir superándome.

A toda mi familia por su apoyo y amor durante todos estos años gracias por haber sido un aliciente para la culminación de este proyecto.

A mis amigos, por su compañía y por su apoyo incondicional en todos los aspectos de mi vida, en especial a Henry Vaca mi mejor amigo y compañero de tesis que ha sido como un hermano durante toda la carrera universitaria.

Se me olvidan muchas personas es seguro, pero otra vez gracias a todos aquellos que estuvieron presentes a lo largo de mi carrera universitaria y la realización de este proyecto, profesores, compañeros, amigos y familiares; en mi corazón siempre tendré algo de ustedes.

Santiago Montalván

CONTENIDO

DECLARACIÓN……..II
CERTIFICACIÓN……...……III
AGRADECIMIENTO……..……..IV
DEDICATORIA…….....V
CONTENIDO…….……..VIII
ÍNDICE DE FIGURAS…….…… …….…….....XXI
ÍNDICE DE TABLAS…….……..…….....XXIV
RESUMEN……..……..XXVI
PRESENTACIÓN…….……...……...XXVII

CAPITULO I 1

1.1. TEMA O TÍTULO DEL PROYECTO 1

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 1

1.3. FORMULACIÓN Y SISTEMATIZACIÓN 2

a) Formulación del Problema 2

b) Sistematización del problema 2

1.4. OBJETIVOS 2

1.5. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO 3

1.6. HIPÓTESIS DE TRABAJO 4

1.7. ASPECTOS METODOLÓGICOS 4

CAPITULO II 7

a. MARCO CONCEPTUAL 7

2.1 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES. 7

2.2 ANTECEDENTES 8

2.3 DEFINICIÓN 8

2.4 CARACTERÍSTICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES. 8

2.5 PARÁMETROS QUÍMICOS 9

2.5.1 Oxígeno Disuelto: 9

2.5.2 Nitrógeno. 10

2.5.3 Fosforo. 11

2.5.4 Carbono. 11

2.5.5 Demanda bioquímica de oxígeno. 11

2.5.6 Demanda química de oxígeno. 11

2.5.7 Metales pesados. 11

2.5.8 Pesticidas. 12

2.5.9 Potencial hidrogeno. (pH) 12

2.5.10 Aceites y grasas. 13

2.5.11 Fenoles. 13

2.5.12 Cloruros. 13

2.5.13 Tensoactivos. 13

2.5.14 Sulfatos. 14

2.6 PARÁMETROS FÍSICOS. 14
2.6.1 Color. 14
2.6.2 Olor. 14
2.6.3 Conductividad. 15
2.6.4 Sólidos. 15
2.6.5 Turbiedad. 16
2.7 CLASIFICACIÓN DE LOS MICROORGANISMOS: 16
2.7.1 Bacterias. 16
2.8 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES: 17
2.8.1 Proceso de Tratamiento. 17
2.8.2 Procesos Físicos: 17
2.8.3 Procesos Químicos: 17
2.8.4 Procesos Biológicos: 17
2.9 TIPOS DE TRATAMIENTO. 18
2.9.1 Tratamientos primarios. 18
2.9.2 Tratamiento secundario. 18
2.9.3 Tratamiento terciario. 18
2.10 DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS GENERALES: 19
2.10.1 Tratamiento Primario 19
2.10.1.1 Rejillas o cribas de barras. 19
2.10.1.2 Desarenador. 19
2.10.2 Tratamiento secundario: 19
2.10.2.1 Bioreactor. 19
2.10.2.1.1 Estructura Celular. 20
2.10.2.1.2 Composición Celular. 20
2.10.2.1.3 Necesidades ambientales. 20
2.10.2.1.4 Crecimiento bacteriano. 21
2.10.2.1.5 Crecimiento en términos de números de bacterias. 21
2.10.2.1.6 Lodos activados. 22
2.10.2.1.7 Aireación extendida. 22
2.10.3 Tratamiento terciario. 22
2.10.3.1 Desinfección 23
2.11 MUESTREO. 23
2.11.1 Las muestras simples. 24
2.11.2 Muestras Compuestas. 24
2.11.3 Muestra integrada. 25
2.11.4 Muestreo manual. 25
2.11.5 Preservantes de las muestras. 25
2.11.6 Impactos ambientales. 26
2.11.7 Medio ambientes. 26
2.11.8 Aspecto medioambiental. 26
2.11.9 Contaminación. 26
2.11.10 Impacto medioambiental. 27

2.11.11 Medida correctora. 27
2.11.12 Medida preventiva. 27
2.11.13 Impacto ambiental positivo. 27
2.11.14 Tipos de impactos ambientales. 27

b. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE EQUIPOS Y UNIDADES OPERATIVAS DE LA PLANTA..... 28

1. UNIDADES OPERATIVAS..... 28
2.11.15 Cribado..... 29
2.11.16 Desarenador..... 32
2.11.17 Tanque de captación. 33
2.11.18 Tanque de homogenización. 35
2.11.19 Bioreactores. 37
2.11.20 Sedimentador secundario. 40
2.11.21 Desinfección. 42
2.11.22 Lechos de secado..... 43

2.12 EQUIPOS ELECTROMECÁNICOS. 45
2.12.1 Tanque de captación. 45
2.12.2 Tanque de homogenización. 47
2.12.3 Sistema de aireación..... 48
2.12.4 Sistema de recirculación de lodos. 52
2.12.5 Sistema de dosificación. 53

CAPITULO III 55

DIAGNÓSTICO DE LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE NONO..... 55

3.1 Cribado..... 55

3.2 Desarenador. 57

3.3.1 Color..... 57
3.3.2 Altura de arenas..... 58

3.4 Tanque de Captación. 59
3.4.1 Bombas sumergibles. 60
3.4.2 Bypass..... 62
3.4.3 Tanque de Homogenización..... 63

3.5 Reactores Biológicos. 64
3.5.1 Blower..... 66
3.5.2 Difusores..... 67

3.6 Sedimentador Secundario. 68

3.7 Desinfección. 70

3.8 Lechos de secado....71
3.9 Análisis de laboratorio....72
3.9.1 Variación diaria DBO afluente....75
3.9.2 Variación diaria DQO....77
3.9.3 Variación solidos totales....78
3.9.4 Eficiencias en procesos....79
3.9.5 Afluente - Sedimentador secundario....80
3.9.6 Bioreactor # 2 – Sedimentador secundario....82
3.9.7 Sedimentador secundario – Efluente....83
3.9.8 Afluente – Efluente....84
CAPITULO IV....89
MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PTAR NONO....89
I. Equipos de control diario y mensual....90
A. Caudalimetro....90
1. Alcance:....90
2. Objeto:....90
3. Desarrollo....90
3.1 Procedimiento:....90
3.1.1 Procedimiento de operación....90
3.1.2 Mantenimiento preventivo....92
3.2 Control de la medición....92
4. Seguridad y Salud Ocupacional....92
5. Anexos....92
B. Bomba de succión....93
1. Alcance:....93
2. Objeto:....93
3. Desarrollo....93
3.1 Procedimiento:....93
3.1.2 Operación estándar....93

3.1.3 Mantenimiento preventivo. 94
3.1.4 Control de limpieza. 95
4. Seguridad y Salud Ocupacional. 95
5. Anexos. 95
C. Muestreador automático. (ISCO) 96
1. Alcance: 96
2. Objeto: 96
3. Desarrollo 96
3.1 Procedimiento: 96
3.1.1 Operación: 96
3.1.2 Mantenimiento preventivo 97
3.2 Control del muestreo. 97
4. Seguridad y Salud Ocupacional. 97
5. Anexos. 98
D. Turbidimetro. 98
1. Alcance: 99
2. Objeto: 99
3. Desarrollo 99
3.1 Procedimiento: 99
3.1.1 Operación. 99
3.1.2 Mantenimiento preventivo. 99
3.2 Control del equipo. 100
4. Seguridad y Salud Ocupacional. 100
5. Anexos. 101
E. Multiparametros. 101
1. Alcance: 101

2. Objeto: **102**

3. Desarrollo. **102**

3.1.1 Procedimiento: **102**

3.1.2 Operación. **102**

3.1.3 Mantenimiento preventivo. **102**

3.1.3.1 Calibración PH **103**

3.1.3.2 Calibración Oxígeno disuelto **104**

3.1.3.3 Calibración conductividad eléctrica **104**

3.2 Control del equipo. **105**

4. Seguridad y Salud Ocupacional. **105**

5. Anexos: **105**

II. TABLERO ELÉCTRICO **106**

F. Bombas sumergibles tanque de captación. **106**

1. Alcance: **106**

2. Descripción: **106**

3. Composición del tablero eléctrico. **107**

4. Composición de las bombas. **107**

5. Desarrollo **107**

5.1 Procedimiento: **107**

5.1.1 Operación manual **107**

5.1.2 Operación automática **108**

5.1.3 Mantenimiento de las bombas. **108**

6. Planificación anual mantenimiento electromecánico año 2016. ..... **109**

7. Diagrama eléctrico bombas tanque de captación **110**

8. Equipos y materiales. **110**

9. Seguridad y Salud Ocupacional **110**

10. Anexos. 111

G. Bomba sumergible tanque de homogenización. 111

1. Alcance: 111

2. Descripción: 111

3. Composición del tablero eléctrico. 111

4. Composición de las bombas. 112

5. Desarrollo 112

5.1 Procedimiento: 112

5.1.1 Operación Manual. 112

5.1.2 Mantenimiento preventivo. 112

6. Planificación anual mantenimiento electromecánico año 2016. 113

7. Diagrama eléctrico bomba sumergible taque de homogenización. 113

8. Equipos y materiales. 114

9. Seguridad y Salud Ocupacional. 114

10. Anexos. 115

H. Funcionamiento bombas centrifugas tanque de homogenización. 115

1. Alcance: 115

2. Descripción: 115

3. Composición del tablero eléctrico. 116

4. Composición de las bombas. 116

5. Desarrollo 116

5.1 Procedimiento: 116

5.1.2 Operación Manual. 116

5.1.3 Operación Automática. 117

5.1.4 Mantenimiento preventivo. 117

6. Planificación anual mantenimiento electromecánico año 2016. 118

7. Diagrama eléctrico bombas centrifugas taque de homogenización. 118

8. Equipos y materiales. 118

9. Seguridad y Salud Ocupacional. 119

10. Anexos. 119

I. Blowers bioreactor uno y dos. 119

1. Alcance: 119

2. Descripción: 120

3. Composición del tablero eléctrico. 120

4. Composición de los blowers. 120

5. Desarrollo 120

5.1 Procedimiento: 120

5.1.1 Operación manual. 120

5.1.3 Mantenimiento preventivo. 121

6. Planificación anual mantenimiento electromecánico año 2016. 122

7. Diagrama eléctrico blowers bioreactor uno y dos. 122

8. Materiales y Equipos 123

9. Seguridad y Salud Ocupacional 123

10. Anexos 123

J. Bombas dosificadoras. (Desinfección) 123

1. Alcance: 123

2. Descripción: 124

3. Composición del tablero eléctrico. 124

4. Composición de las bombas dosificadoras (Desinfección). 124

5. Desarrollo. 124

5.1 Procedimiento: 124

5.1.1 Operación manual. 124

5.1.2 Mantenimiento preventivo. 125

6. Planificación anual mantenimiento electromecánico año 2016. 125

7. Diagrama eléctrico bombas dosificadoras. 126

8. Equipos y materiales. 126

9. Seguridad y Salud Ocupacional. 126

10. Anexos 126

III. UNIDADES OPERATIVAS. 127

K. Cribado. 127

1. Alcance: 127

2. Descripción: 127

3. Desarrollo 127

3.1 Acciones a tomar para una correcta operación: 127

3.1.1 Operación manual. 127

3.1.2 Mantenimiento preventivo. 128

4. Equipos y materiales. 128

5. Seguridad y Salud Ocupacional. 128

6. Anexos. 129

L. Desarenador. 129

1. Alcance: 129

2. Descripción: 129

3. Desarrollo 129

3.1.1 Acciones a tomar para una correcta operación y mantenimiento: 129

3.1.2 Operación manual. 129

3.1.3 Mantenimiento preventivo. 130

4. Equipos y materiales. 130

5. Seguridad y Salud Ocupacional. 130

6. Anexos. 131

M. Tanque de captación. 131

1. Alcance: 131

2. Descripción: 131

3. Desarrollo 131

3.1 Acciones a tomar para una correcta operación: 131

3.1.1 Operación manual. 131

3.1.2 Mantenimiento preventivo. 132

4. Equipos y materiales. 132

5. Seguridad y Salud Ocupacional. 132

6. Anexos 133

N. Tanque de homogenización. 133

1. Alcance: 133

2. Descripción: 133

3. Desarrollo 133

3.1 Acciones a tomar para una correcta operación: 133

3.1.1 Operación manual 133

3.1.2 Mantenimiento preventivo. 134

4. Equipos y materiales. 134

5. Seguridad y Salud Ocupacional. **134**

6. Anexos **134**

O. Bioreactor uno y dos. **135**

1. Alcance: **135**

2. Descripción: **135**

3. Desarrollo **135**

3.1 Acciones a tomar para una correcta operación: **135**

3.1.1 Operación manual. **135**

3.1.2 Mantenimiento preventivo. **135**

4. Equipos y materiales. **136**

5. Seguridad y Salud Ocupacional. **136**

6. Anexos. **136**

P. Sedimentador secundario. **136**

1. Alcance: **136**

2. Descripción: **137**

3. Desarrollo. **137**

3.1.1 Acciones a tomar para una correcta operación: **137**

3.1.1. Operación manual **137**

3.1.2 Mantenimiento preventivo. **137**

4. Equipos y materiales. **137**

5. Seguridad y Salud Ocupacional. **138**

6. Anexos. **138**

Q. Tanque de cloración. **138**

1. Alcance: **138**

2. Descripción: 138

3. Desarrollo. 139

3.1 Acciones a tomar para una correcta operación: 139

3.1.1 Operación manual 139

3.1.2 Mantenimiento preventivo. 139

4. Equipos y materiales. 139

5. Seguridad y Salud Ocupacional. 140

6. Anexos. 140

R. Lechos de secado. 140

1. Alcance: 140

2. Descripción: 140

3. Desarrollo. 141

3.1 Acciones a tomar para una correcta operación: 141

3.1.1 Operación manual 141

3.1.2 Mantenimiento preventivo. 141

4. Equipos y materiales. 141

5. Seguridad y Salud Ocupacional. 141

6. Anexos. 141

4.2 Guía de resolución de problemas operacionales, ambientales y electromecánicas. 142

4.2.1 Ultimo pozo de revisión. 142

4.21.1. Operacional. 142

4.21.2. Ambiental. 142

4.2.1. Tratamiento primario. 142

4.2.2.1 Operacional. 142

4.2.2.2 Ambiental. 143

4.2.2.3 Electromecánico. 143

4.2.2. Tanque de homogenización. 143

4.2.3.1. Operacional. 143

4.2.3.2. Ambiental. 143

4.2.3.3. Electromecánico. 143

4.2.4. Bioreactor uno y dos. 144
4.2.4.1. Operacional. 144
4.2.4.2. Ambiental. 144
4.2.4.3. Electromecánico. 144
4.2.5. Sedimentador secundario. 144
4.2.5.1. Operacional. 144
4.2.5.2. Electromecánico. 144
4.2.6. Desinfección. 145
4.2.6.1. Electromecánico. 145
4.2.7. Lechos de secado. 145
4.2.7.1. Operacional. 145
4.2.7.2. Ambiental. 145

CAPITULO V. 146

5.1. Conclusiones. 146

5.2. Recomendaciones. 147

BIBLIOGRAFÍA. 148

ÍNDICE DE FIGURAS **Página**

Figura 2.1. Sistema de tratamiento PTAR NONO 29
Figura 2.2. Cribado 30
Figura 2.3. Material retenido en el cribado PTAR NONO 31
Figura 2.5. Tanque de captación PTAR NONO 33
Figura 2.6. Tanque de homogenización PTAR NONO 35
Figura 2.7. Bioreactor PTAR NONO 37
Figura 2.8. Vista interior bioreactor PTAR NONO 41
Figura 2.9. Sedimentador secundario PTAR NONO 43
Figura 2.10. Tanque de cloración PTAR NONO 45
Figura 2.11. Lechos de secado PTAR NONO 47
Figura 2.12.Tanque de ingreso con ubicación de bombas sumergibles 48
Figura 2.13. Bomba 1 instalada en tanque de captación 48
Figura 2.14. Bomba 2 instalada en el tanque de captación PTAR NONO 49
Figura 2.15. Ubicación bomba sumergible en el T. de homogenización 50
Figura 2.16. Representación gráfica de la bomba 51
Figura 2.17. Mesa de soporte con blowers y bombas centrífugas 51
Figura 2.18. Representación gráfica bomba autocebante 1 53
Figura 2.19. Representación gráfica bomba autocebante 2 54
Figura 2.20. Tanque retorno de lodos, ubicación una bomba sumergible 54
Figura 2.21. Representación gráfica bomba de recirculación de lodos 55
Figura 2.22. Tanque de cloración dosificado por dos bombas 56

Figura 2.23. Representación gráfica bomba dosificadora 1 56
Figura 2.24. Representación gráfica bomba dosificadora n° 2 57
Figura 3.25. Cribado en condiciones no apropiadas 58
Figura 3.26. Cribado condiciones apropiadas 59
Figura 3.27. Desarenador en condiciones no aptas 60
Figura 3.28. Desarenador con presencia de descargas del camal 61

Figura 3.29. Desarenador limpieza camiones hidrosuccionadores 61
Figura 3.30. Desarenador limpieza camiones hidrosuccionadores 62
Figura 3.31. Tanques para protección de las bombas. 63
Figura 3.32. Tablero de control 64
Figura 3.33. Instalación bombas de succión 64
Figura 3.34. Bypass del tanque de captación 65
Figura 3.35. Vista interna tanque de homogenización 67
Figura 3.36. Mantenimiento preventivo Blower 69
Figura 3.37. Difusores dentro del bioreactor 70
Figura 3.38. Sedimentador Secundario 71
Figura 3.39. Tanque de retorno de lodos 72
Figura 3.40. Tanque de cloración 73
Figura 3.41. Tanque de almacenamiento del desinfectante 74
Figura 3.42. Lechos de secado posterior a precipitaciones 75
Figura 3.43. Toma de muestras 76
Figura 3.44. Variación diaria DBO 79
Figura 3.45. Variación DQO 81
Figura 3.46. Composición de los sólidos 82
Figura 3.47. Variación solidos totales diario 82
Figura 4.48 Caudalimetro 97
Figura 4.49 Transductores 97
Figura 4.50 Bomba de succión 99
Figura 4.51 Muestreador automático (ISCO) 102
Figura 4.52 Display muertreador automático (ISCO) 102
Figura 4.53 Turbidimetro 105
Figura 4.54 Envase de muestra 105
Figura 4.55 Display multiparametros. (PH) 107
Figura 4.56 Display multiparamentros. (OD) 108
Figura 4.57 Estándares Conductividad eléctrica 108
Figura 4.58 Equipo lovibond 110
Figura 4.59 Planificación bombas sumergibles T. de captación 113
Figura 4.60 Diagrama eléctrico bombas T. de captación 114
Figura 4.61 Tablero eléctrico 115
Figura 4.62 Tuberías, válvulas, T. captación 115

Figura 4.63 Planificación bomba sumergible T. de homogenización 117
Figura 4.64 Diagrama eléctrico bomba T. de homogenización 118
Figura 4 .65 Parte interna tanque de homogenización 119
Figura 4.66. Planificación bombas centrifugas T de homogenización 122
Figura 4.67 Diagrama eléctrico bombas centrifugas T. Homogenización 122
Figura 4.68 Bomba centrifuga 123
Figura 4.69 Planificación blowers bioreactor uno y dos 126
Figura 4.70 Diagrama eléctrico blowers bioreactor uno y dos 126
Figura 4.71 Bacterias actuantes bioreactor 127
Figura 4.72 Planificación bombas dosificadoras Desinfección 129
Figura 4.73 Diagrama eléctrico bombas dosificadoras 130
Figura 4.74 Tanque de cloración 131
Figura 4.75 Bomba dosificadora 131
Figura 4.76 Limpieza cribado 133
Figura 4.77 Limpieza, pala de limpieza. 133
Figura 4 .78 Desarenador (descarga clandestina) 135
Figura 4.79 Tanque de captación 137
Figura 4.80 Tanque de homogenización 138
Figura 4.81 Bioreactor uno y dos 140
Figura 4.82 Limpieza anillo sedimentador 142
Figura 4.83 Limpieza parte superficial S.S 142
Figura 4.84 Bomba dosificadora 144
Figura 4.85 Lechos de secado 146

ÍNDICE DE TABLAS **Página**

Tabla 2.1. Dimensiones del sistema de cribado 30
Tabla 2.2 Cantidad de solidos cribado PTAR NONO 32
Tabla 2.3. Dimensiones del sistema de sedimentación primaria 33
Tabla 2.4. Dimensiones del sistema de captación 35
Tabla 2.5. Dimensiones del tanque de homogenización 37
Tabla 2.6. Parámetros tomados en el tanque de homogenización 38
Tabla 2.7. Dimensiones del bioreactor 42
Tabla 2.8. Dimensiones del sedimentador secundario 43
Tabla 2.9. Dimensiones del tanque de purgas 44
Tabla 2.10. Dimensiones del tanque de desinfección 45
Tabla 2.11. Dimensiones del vertedero 46
Tabla 2.12. Dimensiones de las cámaras de secado de lodos de purga 47
Tabla 2.13. Especificaciones técnicas de la bomba 49
Tabla 2.14. Especificaciones técnicas bomba 2 tanque de captación 49
Tabla 2.15. Especificaciones técnicas bomba sumergible T. Homogenización 50
Tabla 2.16. Especificaciones técnicas blower 1 52
Tabla 2.17. Especificaciones técnicas blower 2 52
Tabla 2.18. Especificaciones técnicas bomba autocebante 1 53
Tabla 2.19. Especificaciones técnicas bomba autocebante 2 53
Tabla 2.20. Especificaciones técnicas bomba sumergible retorno de lodos 55
Tabla 2.21. Especificaciones técnicas bomba dosificadora 1 57
Tabla 2.22. Especificaciones técnicas bomba dosificadora 2 57
Tabla 3.23. Registro operacional PTAR NONO 77
Tabla 3.24. Resultados DBO afluente 78
Tabla 3.25. Variación DQO 80
Tabla 3.26. Variación ST 81
Tabla 3.27. Eficiencia Afluente – Sedimentador secundario (DBO) 83
Tabla 3.28. Eficiencia Afluente – Sedimentador Secundario (DQO) 83
Tabla 3.29. Eficiencia Afluente – Sedimentador Secundario (ST) 83

Tabla 3.30. Eficiencias Bioreactor # 2 – Sedimentador Secundario (DBO)..... 84
Tabla 3.31. Eficiencias Bioreactor # 2 – Sedimentador Secundario (DQO) 85
Tabla 3.32. Eficiencias Bioreactor # 2 – Sedimentador Secundario (ST)..... 85
Tabla 3.33. Sedimentador secundario – Efluente (DBO)..... 86
Tabla 3.34. Sedimentador secundario – Efluente (DQO)..... 87
Tabla 3.35. Sedimentador secundario – Efluente (ST) 87
Tabla 3.36. Eficiencias Afluente – Efluente (DBO)..... 88
Tabla 3.37. Eficiencias Afluente – Efluente (DQO) 89
Tabla 3.38. Eficiencias Afluente – Efluente (ST) 89
Tabla 3.39. Eficiencias Afluente – Efluente (CF)..... 90
Tabla 3.40. Normativa actual 91
Tabla 3.41. Eficiencias Afluente – Efluente (CT)..... 92
Tabla 4.42. Especificaciones equipo 94
Tabla 4.43. Especificaciones equipo 97
Tabla 4.44. Especificaciones equipo 102
Tabla 4.45. Especificaciones equipo 105
Tabla 4.46. Componentes tablero eléctrico T. de capación 111
Tabla 4.47 componentes bombas T. de captación..... 111
Tabla 4.48. Componentes tablero eléctrico 115
Tabla 4.49. Componentes bomba T. de homogenización..... 116
Tabla 4.50. Componentes tablero eléctrico T. de homogenización 119
Tabla 4.51. Componentes bombas centrifugas T. de homogenización 120
Tabla 4.52. Componentes tablero eléctrico blowers 124
Tabla 4.53. Componentes blowers 124
Tabla 4.54. Componentes tablero eléctrico desinfección..... 128
Tabla 4.55. Componentes desinfección..... 128

RESUMEN.

La planta de tratamiento de aguas residuales de la parroquia NONO, actualmente se encuentra tratando un caudal de 1,04 l/s en condiciones óptimas de operación lo que se verifico mediante el análisis de cada unidad operativa.

En la elaboración del manual de operación y mantenimiento se desarrollaron los siguientes temas: la descripción y análisis de las unidades operativas y equipos con la finalidad de poder visualizar las condiciones actuales de la planta; dentro de ello se realizó la caracterización físico química y bacteriológica del afluente, efluente y unidades operativas, el cual permitió determinar la eficiencia correcta de la PTAR en comparación con los límites permisibles de descarga a cuerpo de agua dulce de la normativa ambiental ecuatoriana vigente.

El desarrollo de este manual permite a los operadores asignados a la PTAR NONO realizar de forma correcta la operación y mantenimiento de equipos y unidades operativas, con esto poder tomar acciones preventivas y correctivas que disminuyan tiempos de trabajo, aumenten su efectividad, eviten daños en los equipos y unidades operativas y mejorar la calidad de desempeño de los operadores.

El producto final es un manual que solo deberá modificarse cuando se realicen cambios de fondo en las unidades operativas de la planta.

PRESENTACIÓN

El proyecto de titulación “MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA PARROQUIA NONO”, tiene por objeto sistematizar las operaciones de la PTAR ubicada en la Parroquia Nono, del Distrito Metropolitano de Quito.

La PTAR de Nono sirve a 2500 habitantes que ven mejorada su calidad de vida, mediante la depuración de las aguas residuales de esta parroquia rural, lo cual mejora el ambiente y asegura brindar un servicio de calidad a la población, cumpliendo el objetivo principal de esta PTAR que es disminuir la cantidad de elementos patógenos existentes en las aguas residuales domésticas para poder realizar descargas al cauce en valores dentro de la normativa ambiental vigente, valores que han sido comprobados durante este proceso.

En la elaboración de este manual de operación y mantenimiento, se pudo verificar que la planta funciona en condiciones óptimas de diseño y se asegura que los costos de mantenimiento se mantengan en valores aceptables, además se realiza procedimientos de cualquier tipo de mantenimiento, sustitución de equipos, y asegura que la operación pueda ser reproducible en manos de cualquier operador del Departamento de Aguas Residuales de la EPMAPS.

A continuación se presenta los capítulos que se desarrolló durante la elaboración del manual.

Capítulo I. Generalidades.

Capitulo II Tratamiento actual para la depuración de aguas residuales de NONO.

Descripción y análisis de equipos y unidades operativas de la PTAR.

Capitulo III. Diagnóstico de la operación del sistema de tratamiento de aguas residuales de NONO.

Capitulo IV. Elaboración del manual de operación y mantenimiento: Procesos operativos, procesos mantenimiento, guía de resolución de problemas, análisis de resultados.

Capitulo V. Conclusiones y recomendaciones

CAPITULO I

1.1. TEMA O TÍTULO DEL PROYECTO

MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES, CENTRO POBLADO NONO UBICADO EN LA ZONA NOROCCIDENTE DE LA CIUDAD DE QUITO PARROQUIA NONO.

1.2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La problemática ambiental actual tiene una dimensión global, y para caracterizarla se habla permanentemente de la contaminación en general, que afecta todos los servicios ecosistémicos, trayendo como consecuencia su deterioro y con el pasar de los tiempos se convierte en un pasivo ambiental, que está directamente relacionado con el bienestar humano, sus formas y medios de vida y las técnicas que emplean para explotar sus recursos naturales para el bienestar de la vida humana en el planeta.

Por lo que la empresa PUBLICA METROPOLITANA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO (EPMAPS) en cumplimiento con su misión relacionadas a las técnicas de mejora continua, y enfocados en contribuir con el bienestar del medio ambiente, se propuso construir la planta de tratamiento de aguas residuales NONO; con la finalidad de obtener eficiencia en la depuración del agua que se descarga al cuerpo receptor.- Si bien, actualmente en la planta sus procesos se encuentran funcionando de una manera óptima; se plantea la necesidad de evaluar y elaborar el MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO; para poder optimizar los procesos tanto operativos como de mantenimiento que se realizan de manera continua.

Mediante el desarrollo se quiere llegar a implementar, mejorar y desarrollar nuevas técnicas y poder realizar medidas preventivas y correctivas, esto tendrá como fin optimizar el uso correcto de equipos, herramientas, productos químicos, procesos de la planta de tratamiento de aguas residuales(PTAR), manejo adecuado de lodos y procesos que se encuentren dentro de la planta, facilitando la ejecución de actividades que están involucrados dentro del proceso operativo, disminuyendo progresivamente los errores que se detectarán dentro de la ejecución y con ello

mejorar el desempeño, salud y seguridad de operadores y demás personal que labora en la PTAR, manteniendo eficacia y eficiencia optima de la operación de la planta.

Con esto el compromiso que se presenta a la EPMAPS, su Departamento de Tratamiento de Aguas Residuales y la Escuela Politécnica Nacional, por medio de la Carrera en Tecnología en Agua y Saneamiento Ambiental es desarrollar el problema ya planteado, para la obtención del título de Tecnólogo en Agua y saneamiento Ambiental.

1.3. FORMULACIÓN Y SISTEMATIZACIÓN

a) Formulación del Problema

¿Es indispensable describir todas las actividades de operación y mantenimiento para un correcto funcionamiento de la PTAR con el fin de que el personal a cargo de las mismas tenga un estricto cumplimiento?

b) Sistematización del problema

1. ¿Realizar la evaluación sanitaria de las unidades de tratamiento de la PTAR?
2. ¿Elaborar un manual de operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales?

1.4. OBJETIVOS

Objetivo General

Evaluar cómo se está realizando la operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales de la localidad de NONO con el fin de desarrollar el manual de operación y mantenimiento que considere las condiciones actuales, trabajos complementarios que se estén ejecutando, sucesos no programados y la repotenciación planificada en un futuro.

Objetivos Específicos

- Mostrar el funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales de NONO.
- Elaborar un plan de contingencias cuando se presenten daños en algún sistema de la planta
- Elaborar instructivos de los diferentes componentes de la PTAR

- Evaluar el estado físico así como la eficiencia de las unidades de tratamiento.

1.5. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Este proyecto tiene como propósito elaborar el manual de operación y mantenimiento para optimizar los procesos de depuración de las aguas residuales (tratamiento biológico), esto debido a que el efluente de la planta, descarga sus aguas hacia el rio Pichan y se necesita buscar medios de control y trabajo que permitan mantener el cumplimiento con la normativa ambiental vigente para descargas liquidas en cuerpos de agua dulce mejorando la calidad de vida del sector, promoviendo condiciones aceptables de salubridad y un adecuado manejo de las aguas sanitarias.

Este manual es una herramienta que permite al personal operativo tener una capacidad de respuesta ágil a cualquier contingente, optimizar tiempo, recursos y además evitar daños por lo que para la realización de dicho documento se deberá disponer de información básica y necesaria como fichas técnicas, formatos y registros que además serán parte de este manual.

Cabe mencionar que esta planta de tratamiento de aguas residuales tiene una capacidad de tratamiento de 1.04 l/s. La PTAR Nono cuenta con tecnología de punta que consiste en un tratamiento de aguas residuales mediante la técnica de Lodos Activados con aireación extendida por lo que dicho manual servirá como base para futuras plantas en los cual se de tratamientos biológicos facilitando así la implantación de un sistema de gestión.

La EPMAPS realizará las supervisiones y observaciones para poder así cumplir con un manual acorde con las necesidades y los recursos presentes.

Considerando que este trabajo es un proyecto de tesis se realizará la compilación de información y elaboración total del manual de operación y mantenimiento necesario para realizar actividades tanto en situaciones

normales como en situaciones imprevistas. Este manual también contendrá un cronograma de actividades para mantenimiento preventivo de equipos electromecánicos.

1.6. HIPÓTESIS DE TRABAJO

El análisis y el diseño de una propuesta viable para optimizar la eficiencia de la planta, deberán ser considerados desde la concepción del proyecto y en sus diferentes etapas: diseño, construcción, operación y mantenimiento, de esta forma se garantizará el óptimo desarrollo de los procedimientos, registros y demás documentos involucrados a la planta, debido a su prevención y control en sus diferentes etapas.

Promueve el analizar y evaluar las diferentes estructuras de la PTAR, para llegar a obtener las directrices que estarán enfocadas en la eficacia de la planta. Las directrices aplicadas a las diferentes etapas del manual, serán ampliamente ejecutados para alcanzar indicadores de desempeño.

Una vez realizado todo el proceso de levantamiento de datos para la realización de fichas técnicas, procedimientos, instructivos, registros, etc. Se desarrollará el diseño y propuesta final para la elaboración del Manual, si bien las conclusiones y recomendaciones en este tipo de proyectos dependerán del tipo de tratamiento que se da, el caudal y tipo de contaminantes que se presenten en el agua residual, se enfocara en su mayoría en la disminución de tiempos de actividades operacional como disminución de recursos de químicos y económicos utilizados.

La hipótesis será verificar el cumplimiento óptimo de fichas técnicas, procedimientos, registros, etc., a través de fuentes de verificación como: Registros operacionales y bitácora en la forma más viable tanto en el plano técnico, económico y de sostenibilidad ambiental.

1.7. ASPECTOS METODOLÓGICOS.

Metodología:

La metodología a utilizar en la elaboración del manual se asemeja a la descripción de los procesos tanto de operación y mantenimiento; teniendo

como base principal datos primarios y secundarios que nos brinda la misma, y que se encuentran bajo los requerimientos básicos para realizar la descripción de los mismos mediante procedimientos, fichas técnicas, etc. y con ello poder obtener un manual que cuente con las características propias de la planta.

Para realizar este proyecto, se pretende desarrollar técnicas de planificación por tiempo, y con ello poder llegar a realizar las siguientes actividades:

- Se procederá con una evaluación de la planta mediante métodos de verificación de datos, para ello será necesario involucrar al personal operativo de la planta de tratamiento así como personal del Departamento de Tratamiento de Aguas Residuales de la EPMAPS, con la finalidad de obtener datos para la realización del manual.
- Con la obtención y análisis de los datos, se realizaran formatos primarios, que serán verificados semanalmente, para con ellos interpretar las necesidades principales de la planta y así empezar con el desarrollo de los procedimientos, formatos y registros definitivos.
- Seguidamente se establecerá en orden jerárquico el desarrollo tanto de: Procedimientos, registros; fichas técnicas, formatos y demás documentos que se encontraran involucrados en el manual. Conjuntamente con los responsables de la PTAR se procederá a la corrección de registros propios, y con esto encontrar e identificar nuevos requerimientos que nos presente la planta.
- Dentro de la planificación, este manual debe contener un plan de medidas de contingencia, que se lo desarrollara mediante un proceso de verificación y evaluación de posibles problemas que se encontraron o que siguen presentes, esto con la finalidad de desarrollar nuevas técnicas para el correcto manejo de las mismas, y así optimizar tiempos y eficiencia de la PTAR

- Finalmente se especificará las conclusiones del proceso que se realizó, así como las recomendaciones que se generaron durante la elaboración del manual y con ello poder incentivar al mejoramiento de operación de este tipo de plantas.

CAPITULO II

a. MARCO CONCEPTUAL

Toda comunidad genera residuos sólidos como líquidos. La composición liquida de los mismos (aguas residuales) es esencialmente generada por la comunidad, una vez que ha sido contaminado como consecuencia de los diferentes usos a los que fue sometida. Desde el punto de vista de las fuentes de generación, se puede definir el agua residual como la combinación de residuos líquidos o aguas portadoras de residuos, procedentes tanto de residencias, instituciones públicas, comerciales, a los que se puede agregar eventualmente aguas subterráneas, superficiales y pluviales. (Metcalf & Eddy, 1995, p. 01)

Si se permite la acumulación y estancamiento de aguas residuales, la descomposición de la materia orgánica que contiene puede conducir a la generación de grandes cantidades de gases mal olientes. A este hecho cabe añadir la frecuente presencia en el agua residual cruda, de numerosos microorganismos patógenos y causantes de enfermedades que habitan en el aparato intestinal. También suelen contener nutrientes que pueden estimular el crecimiento de plantas acuáticas y pueden incluir también compuestos tóxicos. Por lo anterior, la evacuación inmediata y sin molestias de las aguas residuales de sus fuentes de generación, es no solo deseable, sino también necesaria en toda la sociedad. (Metcalf & Eddy, 1995, p. 02)

2.1TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.

Las aguas residuales recogidas en comunidades y en municipios deben ser conducidos, en última instancia a cuerpo receptores o al mismo terreno. La compleja pregunta acerca de que contaminantes contiene el agua residual (y a qué nivel) debe ser eliminada de cara a la protección del entorno, requiere una respuesta específica en cada caso en concreto. Para establecer dicha respuesta es preciso analizar las condiciones y necesidades locales en cada caso y aplicar tanto los conocimientos científicos, como la experiencia previa de ingeniera, respetando la legislación y normas tanto nacionales, regionales e internacionales, reguladoras de los cursos de agua.

2.2 ANTECEDENTES.

Aunque la captación y drenaje de aguas pluviales datas de tiempos antiguos, la recolección de las aguas residuales no aparecen sino hasta finales de siglo XIX, mientras que el tratamiento sistemático de estas aguas data de finales del siglo pasado y principios del presente.

El desarrollo de la teoría del "germen" a cargo de Koch y Pasteur, en la segunda mitad del siglo XIX, marcó una nueva era en el campo de saneamiento. Hasta ese momento, se había profundizado poco en relación a los contaminantes y enfermedades y no se había aplicado al tratamiento de las aguas residuales. La "bacteriología", que entonces estaba en sus inicios. (Metcalf & Eddy, 1995, p. 02)

2.3 DEFINICIÓN

Se conoce como operaciones unitarias a aquellos métodos en los que predominan los fenómenos físicos, mientras que aquellos métodos en las que la eliminación de los contaminantes se realiza en base a procesos químicos o biológicos se conocen como procesos unitarios. En la actualidad, las operaciones y procesos unitarios se agrupan entre sí para construir los llamados tratamiento primario, secundario y terciario.

El tratamiento primario contempla el uso de operaciones físicas tales como las rejillas, tanques de sedimentación y flotación para la eliminación de los sólidos sedimentables y flotables presentes en el agua residual. En el tratamiento secundario se utiliza procesos biológicos y químicos, los que se emplean para eliminar la mayor parte de la materia orgánica y elementos patógenos (virus, bacterias y helmintos). En el tratamiento terciario se emplean combinaciones adicionales de los procesos y operaciones unitarias con el fin de eliminar otros procesos como nitrógeno y fosforo, cuya reducción el tratamiento secundario no es significativa. (Metcalf & Eddy, 1995, p. 03)

2.4 CARACTERÍSTICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES.

El conocimiento de la naturaleza del agua residual es fundamental de cara al proyecto de explotación de las infraestructuras tanto de recolección, como de tratamiento y evacuación de las aguas, para la gestión de la calidad ambiental. (Metcalf & Eddy, 1995, p.53)

El origen del agua residual domestico consiste principalmente de 99.9 % de agua natural. Esto puede parecer sorprendente, en la mayoría de los casos las impurezas constituyen un 0.1 % del peso total de las aguas residuales.

Las aguas residuales contienen en solución una serie de compuestos orgánicos e inorgánicos y algunos sufren trasformaciones en el medio acuático debido a la acción bioquímica de los microorganismos o por reacciones químicas, mientras que otros se acumulan, ya que no están sujetos a tales transformaciones.

Debido a esto, la caracterización de las aguas residuales a ser tratadas o dispuestas a un cuerpo receptor debe incluir información de compuestos orgánicos e inorgánicos, su biodegradabilidad, su posible transformación por medio de métodos físico-químicos y su potencial toxico e inhibidor de la fisiología de los microorganismos.

La cantidad o concentración de compuesto orgánicos presentes en las aguas, generalmente se cuantifica o se mide en términos de la demanda de oxigeno que es necesaria para su estabilización o bien en términos de su contenido de carbono.

La caracterización de los compuestos inorgánicos debe incluir aquellos ensayos y pruebas de laboratorio que proporcionen información real sobre el contenido de las sustancias que proporcionan y que requieren un tratamiento preliminar especial tales como: solidos suspendidos, solidos volátiles, solidos sedimentables, potencial de hidrogeno, acidez y alcalinidad, etc. También se debe evaluar la concentración de nutrientes como fosforo y nitrógeno en sus diferentes estados de oxidación y por último se debe evaluar la presencia y concentración de compuestos tóxicos tales como metales pesados, etc., y de compuestos inhibidores o que interfieren con el tratamiento tales como cobre, cloruros, y sulfatos.

2.5 PARÁMETROS QUÍMICOS

2.5.1 Oxígeno Disuelto:

En términos técnicos el oxígeno disuelto es un gas de baja solubilidad en el agua, el mismo que se requiere para la vida acuática aerobia. La solubilidad del oxígeno atmosférico en aguas dulces oscila entre 7mg/L a 35°C y 14,6mg/L a 0°C para

presión de una atmosfera. La baja disponibilidad de oxígeno disuelto limita la capacidad auto-purificadora de los cuerpos de agua y hace necesario el tratamiento de las aguas residuales para su disposición en ríos y embalses. La concentración de saturación de OD es función de la temperatura de la presión atmosférica y la salinidad del agua. (Romero, A., 2010, p.64)

La determinación de OD es el fundamento del cálculo de la DBO y de la valoración de las condiciones de aerobicidad de un agua. En general, todo proceso aerobio requiere una concentración de OD mayor de 0.5 mg/L. el suministro de oxígeno y las concentraciones de OD en tratamientos biológicos aerobios y aguas receptoras de aguas residuales son aspectos de la mayor importancia en el diseño, operación y evaluación de plantas de tratamiento de aguas residuales. La cantidad de oxigeno que se transfiere al agua residual, en un tanque de aeración de un proceso de lodos activados, debe ser suficiente para satisfacer la demanda de la masa microbial existente en el sistema de tratamiento para mantener un residual de OD generalmente de 2mg/L. En aguas naturales, para evitar efectos perjudiciales sobre la vida acuática se recomienda emplear concentraciones mayores de 4 mg/L. (Moeller G, Sandoval, Ramírez A, Ramírez E, Cardoso Escalante E, Tomasini A, Miranda E, Mijalova P, Ortiz A, 2011, p.8, 9)

2.5.2 Nitrógeno.

Dentro de la división de los nutrientes, el nitrógeno, es esencial para el crecimiento de protistas y plantas. Las formas de interés en aguas residuales son las de nitrógeno orgánico. Nitrógeno amoniacal, nitritos y nitratos. Todas son formas inconvertibles bioquímicamente y componentes del ciclo del nitrógeno.

Los datos del nitrógeno son necesarios para evaluar la trazabilidad de las aguas residuales por tratamientos biológicos; un agua residual con contenido insuficiente de nitrógeno puede requerir la adición de nitrógeno para su adecuada bio-descomposicion. En otros casos, cuando se exige la eutrofización de las fuentes receptoras, la remoción de nitrógeno, en el agua residual, puede ser una condición de tratamiento. (Romero, A, 2010, p.61)

2.5.3 Fosforo.

Al igual que el nitrógeno, es esencial para el crecimiento de protistas y plantas. Debido al crecimiento de algas que ocurren en aguas superficiales, existe marcado interés en removerlo de las aguas residuales. En aguas residuales domesticas en contenido de fosforo oscila entre 6 y 20 mg/L; las formas usuales son los ortofosfatos, polifosfatos, y fosfatos orgánicos. (Romero, A, 2010, p.58)

2.5.4 Carbono.

Es la cantidad de carbono unido a un compuesto orgánico y se usa frecuentemente como indicador no especifico de la calidad del agua. Se mide por la cantidad de dióxido de carbono que se genera al oxidar la materia orgánica en condiciones especiales.

2.5.5 Demanda bioquímica de oxígeno.

La demanda bioquímica de oxigeno (DBO), es la cantidad de oxigeno necesaria para que una población bacteriana heterogénea, estabilice la materia orgánica biodegradable presente en una muestra de agua residual. Por lo tanto, la DBO presente una medida indirecta de concentración de materia orgánica e inorgánica degradable o transformable biológicamente. Son materias no biodegradables la lignina, celulosa, pesticidas clorados y algunos detergentes. (Romero, A, 2010, p.38)

2.5.6 Demanda química de oxígeno.

Es la cantidad de oxigeno que se necesita para oxidar la materia inorgánica. Se usa para medir el oxígeno equivalente a la materia orgánica oxidable químicamente mediante un agente químico oxidante fuerte, por lo general dicromato de potasio, en un medio ácido y a alta temperatura. (Romero, A, 2010, p.54)

2.5.7 Metales pesados.

No exista una definición única de metales pesados que permita enumerarlos y clasificarlos. Algunos criterios usados para definirlos han sido:

- La densidad relativa de metal
- La localización dentro de la tabla periódica de los elementos
- La respuesta especifica zoológica o botánica

- La toxicidad del elemento

Los metales pesados, en altas concentraciones, son tóxicos, aunque alguno de ellos, como el cobre zinc y molibdeno, son esenciales para los organismos vivos. El mercurio, cadmio y plomo son en general tóxicos y reciben gran atención por ser elementos que se magnifican biológicamente, en el medio natural, a través de la cadena alimenticia. (Romero, A, 2010, p.60)

2.5.8 Pesticidas.

Son compuestos usados para impedir, destruir, repeler o controlar formas de vida tanto animales como vegetales. Incluyen sustancias como los insecticidas, alguicidas, fungicidas, herbicidas o matamalezas, los cuales son generalmente compuestos de cloro, órganofosforados y carbamatos, pocos solubles en agua, bioacumulables, difícil de biodegradar y transmisibles a través de la cadena alimentaria. Entre los más usados se citan:

- Aldrin
- Clordano
- DDT
- Dieldrin
- Endrin
- Heptacloro
- Lindano

(Romero, A, 2010, p.65)

2.5.9 Potencial hidrogeno. (pH)

Medida de la concentración de ion hidrogeno en el agua, expresada como logaritmo negativo de la concentración molar de ion hidrogeno. Aguas residuales en concentración adversa del ion hidrogeno son difíciles de tratar bilógicamente, alteran la biota de las fuentes receptoras y eventualmente son fatales para los microorganismos.

El pH tiene una escala de 0 a 14, por lo que, un valor de 7 es neutro. Por arriba de 7 el pH es alcalino y por debajo de 7 es acido. El pH controla muchas reacciones químicas y la actividad biológica normalmente se restringe a una escala de pH entre 6 y 8. (Romero, A, 2010, p.66).

2.5.10 Aceites y grasas.

Se consideran grasas y aceites a los compuestos de carbón, hidrogeno y oxigeno que flotan en el agua, recubren la superficie con la cual entran en contacto, forman una iridiscencia e interfieren con la actividad biológica debido a que son difíciles de biodegradar. (Moeller G, Sandoval, Ramírez A, Ramírez E, Cardoso L, Escalante E, Tomasini A, Miranda E, Mijalova P, Ortiz A, 2011, p.8).

2.5.11 Fenoles.

Son compuestos orgánicos comunes en aguas residuales industriales. Dentro del análisis de este compuesto, se pueden considerar los polifenoles, clorofenoles, fenoxiciados y cresoles. Estos compuestos pueden causar problemas en aguas de consumo humano, si están han sido tratadas con cloro. En sistemas biológicos de tratamiento de agua residual, son difíciles de degradar, sin embargo, en algunos sistemas se ha reportado que los procesos pueden soportar 500mg/L. (Moeller G, Sandoval, Ramírez A, Ramírez E, Cardoso L, Escalante E, Tomasini A, Miranda E, Mijalova P, Ortiz A, 2011, p.7).

2.5.12 Cloruros.

Son comunes en aguas residuales pues la contribución diaria por persona es de 6 a 9 gramos. Concentraciones altas pueden causar problemas de calidad de aguas para riego y de sabor en aguas para re-uso. En general, los métodos convencionales de tratamiento de aguas residuales no remueven cloruros. En aguas residuales domesticas crudas la concentración de cloruros oscila entre 30 y 200mg/L. los cloruros interfieren en el ensayo de la DQO y su determinación también sirve para controlar la polución marina y la tasa de bombeo en acuíferos costeros. Los cloruros en concentraciones mayores de 15000mg/L son considerados tóxicos para el tratamiento biológico convencional. (Romero, A, 2010, p.36).

2.5.13 Tensoactivos.

Los detergentes, agentes tensoactivos o agentes superficiales activos, son compuestos constituidos por moléculas orgánicas grandes, polares, solubles en agua y aceites, que tiene la propiedad de disminuir la tensión superficial de los líquidos en los que se hallan disueltos. Generalmente se fabrican mediante la

mezcla del detergente con sales sódicas como sulfatos, fosfatos, carbonatos, silicatos o boratos. Según el tipo de grupo polar hidrófilo pueden ser anionicos, catiónicos y no iónicos. Los detergentes son ampliamente usados y existen en las aguas residuales. Su presencia disminuye la tensión superficial del agua y favorece la formación de espumas, aun en bajas concentraciones, cuando se acumula en la interfaz aire agua, gracias a la presencia de proteínas, partículas sólidas finas y sales minerales disueltas. Además, inhiben la actividad biológica y disminuyen la solubilidad del oxígeno. (Romero, A, 2010, p.57).

2.5.14 Sulfatos.

Es común en aguas residuales, se requiere para la síntesis de proteínas y se libera en su composición. En condición anaeróbica origina problemas de olor y corrosión de alcantarillas.

Puede ocasionar problemas de operación en los procesos biológicos si la concentración es mayor a 200 mg/L. (Moeller G, Sandoval, Ramírez A, Ramírez E, Cardoso L, Escalante E, Tomasini A, Miranda E, Mijalova P, Ortiz A, 2011, p.10).

2.6 PARÁMETROS FÍSICOS.

2.6.1 Color.

Las aguas residuales domesticas frescas son generalmente de color gris y a medida que el agua envejece cambia a color gris oscuro y luego a negro. El color de las aguas residuales puede varias dependiendo de los componentes orgánicos e inorgánicos presentes en esta y puede indicarnos el estado de depuración. (Romero, A, 2010, p.37).

2.6.2 Olor.

Las aguas residuales frescas tienen un olor característico desagradable, mientras que las aguas residuales sépticas tienen un olor muy ofensivo, generalmente producido por H2S proveniente de la descomposición anaeróbica de los sulfatos o sulfuros. Los olores de las aguas residuales constituyen una de las principales objeciones ambientales y su control en las plantas de tratamiento es muy importante.

El olor puede indicar si el proceso de tratamiento está trabajando bien. Una planta bien operada no debe generar olores desagradables. Romero, A, 2010, p.62, 63).

2.6.3 Conductividad.

La conductividad depende de la cantidad de sales disueltas presentes en el agua y es aproximadamente proporcional al contenido de solidos disueltos totales (principalmente de tipo mineral). El rango general de CDC en las aguas superficiales es de 45 a 700 uS/cm, en las aguas municipales es del orden 1500 uS/cm y demás de 10000 uS/cm en las industriales. (Moeller G, Sandoval, Ramírez A, Ramírez E, Cardoso L, Escalante E, Tomasini A, Miranda E, Mijalova P, Ortiz A, 2011, p.04).

2.6.4 Sólidos.

El contenido de solidos de un agua afecta directamente a la cantidad de lodo que se produce en el sistema de tratamiento o disposición. Se considera como solidos totales de un agua el residuo de evaporación y secado a 103-105°C. Los sólidos sedimentables son una medida de volumen de solidos asentados al fondo de un Imhoff, en un periodo de una hora, y representa la cantidad de lodo removible por sedimentación simple; se expresa comúnmente en mL/L.

Los sólidos disueltos representan el material soluble y coloidal, el cual requiere usualmente, para su remoción, oxidación biológica o coagulación y sedimentación. Los sólidos suspendidos o no disueltos constituyen la diferencia entre los sólidos totales de la muestra no filtrada y los sólidos de la muestra filtrada. En la práctica los sólidos disueltos son aquellos con tamaño menor de 1.2 Um y los suspendidos los que tiene mayor de 1.2 Um, tamaño nominal de poros correspondiente a los filtros de fibra de vidrio usados para hacer la separación.

Los sólidos volátiles, son básicamente, la fracción orgánica de los sólidos o porción de los sólidos que se volatilizan entre 500 y 600°C. Su determinación es muy importante en lodos activados, lodos crudos, lodos digeridos. El residuo de la calcinación se conocen como solidos fijos y constituyen la porción inorgánico o minerales de los sólidos.

En tratamiento biológico de aguas residuales se recomienda un límite de solidos disueltos de 16000 mg/L. (Romero, A, 2010, p. 68, 69).

2.6.5 Turbiedad.

La presencia de solidos coloidales le da al líquido una apariencia nebulosa que es poca atractiva que puede ser dañina. La turbiedad en el agua la pueden causar las partículas de arcilla y limo, descargas de aguas residuales, desechos industriales o la presencia de números microorganismos, la turbidez es una expresión de la propiedad óptica que origina que la luz se disperse y se absorba en vez de trasmitirse en línea recta a través de la muestra. En un rio se tiene una turbidez el rango de 5 a 50 UNT. (Moeller G, Sandoval, Ramirez A, Ramírez E, Cardoso Escalante E, Tomasini A, Miranda E, Mijalova P, Ortiz A, 2011, p.5).

2.7 CLASIFICACIÓN DE LOS MICROORGANISMOS:

Los principales grupos de organismos presentes tanto en aguas resídales como superficiales se clasifican en: organismos eucariotas, eubacterias y arquibacterias.

2.7.1 Bacterias.

Las bacterias se pueden clasificar como: eubacterias, procariotas unicelulares en función de su forma, las bacterias pueden clasificarse en cuatro grandes grupos: esferoides, bastón, bastón curvado y filamentosa. (Metcalf & Eddy, 1995, p.104)

Los organismos patógenos que se encuentran en las aguas residuales proceden de desechos humanos infectados o que son portadores de una determinada enfermedad. Los principales microorganismos patógenos presentes en las aguas residuales son: las bacterias, los virus, los protozoarios y el grupo de helmintos. Los organismos bacterianos patógenos que pueden ser excretados por el hombre causan enfermedades del aparato intestinal como fiebre tifoidea y paratifoidea, disentería, diarrea, cólera y hepatitis. Debido a la alta infecciocidad de estos organismos, cada año son responsables de un gran número de muerte en países de escasos recursos sanitarios especialmente en las zonas tropicales.

Los organismos se presentan en las aguas residuales y contaminadas en pequeñas cantidades y además, resultan difíciles de aislar e identificar. Por ello se emplea el organismo coliformes como indicador, puesto que se presencia es más numerosa y fácil de comprobar. El tracto intestinal humano contiene innumerables bacterias conforma de bastoncillos, conocidos como organismo coliformes.

Además de otras clases de organismos, cada ser humano evacua de 100000 a 400000 mil millones de organismos coliformes cada día. Por ello se considera que las presencia de organismos coliformes es un indicador de la presencia de organismos patógenos y que la ausencia de estos pueden ser indicador de que las aguas estén libres de organismos que puedan causar enfermedades.

2.8TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES:

2.8.1 Proceso de Tratamiento.

Los principales procesos de tratamiento para aguas residuales son los físicos, químicos y biológicos. (Arriaza, V. 1999. Diseño, presupuesto y manual de operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales para el casco urbano de Villa Nueva, p, 9)

2.8.2 Procesos Físicos:

Se basan en las propiedades físicas que incluyen en la superación de solidos sedimentables presentes en las aguas residuales y su estabilización, la remoción de partículas flotantes, la retención de partículas de gran tamaño, desechos sólidos (basura), etc. (Arriaza, V. 1999. Diseño, presupuesto y manual de operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales para el casco urbano de Villa Nueva, p, 9)

2.8.3 Procesos Químicos:

Consisten en la separación o transformación de las sustancias sedimentables, flotantes y disueltas mediante el uso de sustancias químicas. Un sistema utilizado en este proceso es el uso de algún desinfectante para eliminar elementos patógenos existentes en el agua. (Arriaza, V. 1999. Diseño, presupuesto y manual de operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales para el casco urbano de Villa Nueva, p, 9)

2.8.4 Procesos Biológicos:

Para estos procesos se utiliza la actividad de ciertos microorganismos para la oxidación y mineralización de sustancias orgánicas presentes en las aguas residuales. (Arriaza, V. 1999. Diseño, presupuesto y manual de operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales para el casco urbano de Villa Nueva, p, 9)

2.9TIPOS DE TRATAMIENTO.

Los tipos de tratamiento se pueden clasificar en tratamientos preliminares o pretratamiento, tratamiento primario, tratamiento secundario, terciario y tratamientos especiales o de pulimento. (Arriaza, V. 1999. Diseño, presupuesto y manual de operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales para el casco urbano de Villa Nueva, p, 9)

2.9.1 Tratamientos primarios.

Son el conjunto de unidades que tiene como finalidad eliminar materiales que perjudican al sistema de conducción, como materiales flotantes; solidos orgánicos en suspensión, como arenas; etc. Las principales unidades son las rejas o cribas de barra y el desarenador. (Arriaza, V. 1999. Diseño, presupuesto y manual de operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales para el casco urbano de Villa Nueva, p, 9)

2.9.2 Tratamiento secundario.

La finalidad de este es la remoción de solidos suspendidos y esto puede ser por medio de sedimentación, filtración, flotación, floculación y precipitación. Las principales unidades para esta fase son la fosa séptica, el tanque Imhoff, sedimentadores secundarios, reactores biológicos de flujo ascendente (RAFA), coagulación y precipitación. (Arriaza, V. 1999. Diseño, presupuesto y manual de operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales para el casco urbano de Villa Nueva, p, 9)

2.9.3 Tratamiento terciario.

La finalidad de este es la remoción de material coloidal y en suspensión. Para esto al utilizar procesos biológicos, se aprovecha la acción de microorganismos presentes en las aguas residuales, lo mismo que en su proceso de alimentación, degradan la materia orgánica, convirtiéndola en materia celular, productos inorgánicos, o material inerte. Los microorganismos pueden ser: aerobios y anaerobios. (Arriaza, V. 1999. Diseño, presupuesto y manual de operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales para el casco urbano de Villa Nueva, p, 10)

2.10 DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS GENERALES:

2.10.1 Tratamiento Primario

2.10.1.1 Rejillas o cribas de barras.

Tienen como objetivo la remoción de materiales gruesos o en suspensión, los cuales pueden ser retirados mecánica o manualmente. Están formados por barras separadoras en claros libres entre 1.0 y 5.0 cm, comúnmente 2.5 cm y colocados en un Angulo de 30 y 60 grados respecto a la horizontal. Los sólidos separados por este sistema se eliminar enterrándolos o incinerándolos. (Arriaza, V. 1999. Diseño, presupuesto y manual de operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales para el casco urbano de Villa Nueva, p, 10)

2.10.1.2 Desarenador.

Las aguas residuales contienen, por lo general, solidos inorgánicos como arenas, cenizas y grava, a los cuales se los denominan arenas. La cantidad es variable y depende de muchos factores pero principalmente de si la red de alcantarillado es sanitaria o combinada. Las arenas pueden dañar los equipos mecánicos por abrasión y causar serias dificultades operativas en los tanques de sedimentación y en la digestión de los lodos por acumularse en las tuberías de entrada causando obstrucción. (Arriaza, V. 1999. Diseño, presupuesto y manual de operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales para el casco urbano de Villa Nueva, p, 9)

2.10.2 Tratamiento secundario:

2.10.2.1 Bioreactor.

Es un sistema que mantiene un ambiente estable para el crecimiento bacteriano en el cual se producen las colonias bacterianas pudiendo ser de la zona en desarrollo inyectadas. Se puede considerar que este proceso es el más importante, puesto que aquí, a más de realizar su fase de maduración, las bacterias cumplen con su tiempo de retención hidráulica y celular, por la cual realizan la descontaminación a través de la captura de la materia orgánica e inorgánica.

2.10.2.1.1 Estructura Celular.

En general la mayoría de las células bacterianas son bastantes parecidas. Para lo cual en el interior de la célula contiene el citoplasma, una suspensión coloidal de proteínas, carbohidratos y otros compuestos orgánicos complejos. La región citoplasmática contiene ácido ribonucleico (ARN), cuya principal misión es la síntesis de proteínas. Asimismo, en el citoplasma, se halla la región del núcleo, rica en ácido desoxirribonucleico (ADN). El ADN contiene toda la información necesaria para la reproducción de la totalidad de los componentes de la célula se puede considerar como la base de la célula. (Metcalf & Eddy, 1995, p, 415)

2.10.2.1.2 Composición Celular.

Diferentes ensayos realizados sobre una variedad de bacterias indican que su composición básica es del 80 por 100 de agua y el 20 por 100 de materia seca, de la que el 90 por 100 es materia orgánica y el 10 por 100 inorgánica. (Metcalf & Eddy, 1995, p, 416)

2.10.2.1.3 Necesidades ambientales.

Las condiciones ambientales de temperatura y pH tienen un papel importante en la supervivencia y crecimiento de las bacterias. A pesar de que las bacterias pueden sobrevivir en un intervalo bastante amplio de valores de la temperatura y pH, el crecimiento óptimo se suele producir en un intervalo muy restringido de valores de estos dos parámetros. Las temperaturas por debajo de la óptima tienen efectos más importantes sobre el crecimiento bacteriano que superiores a aquella; se ha podido comprobar que las tasa de crecimiento de doblan por cada aumento de 10°C de la temperatura hasta alcanzar el valor óptimo. Según el intervalo de temperatura en el que el desarrollo bacteriano es óptimo. El pH del medio ambiente también constituye un factor en el crecimiento de los organismos. La mayoría de las bacterias no toleran niveles de pH por debajo de 4,0 y superiores a 9,5. En general, el pH óptimo para el crecimiento bacteriano se sitúa entre 6,5 y 7,5. (Metcalf & Eddy, 1995, p, 416)

2.10.2.1.4 Crecimiento bacteriano.

El control efectivo del medio ambiente en que se desarrolla el tratamiento biológico del agua residual se basa en la comprensión de los principios fundamentales que rigen el crecimiento de los microorganismos. (Metcalf & Eddy, 1995, p, 418)

2.10.2.1.5 Crecimiento en términos de números de bacterias.

La forma general en que se produce el crecimiento de las bacterias en un cultivo inicialmente, se inocula un pequeño número de organismos en un volumen determinado de un medio de cultivo y se registra el número de organismos viable en función del tiempo. El modelo de crecimiento basado en el número de células consta, más o menos, de cuatro fases diferenciadas:

Fase de retarde.- Tras la adición de un inoculo o un medio de cultivo, la fase de retardo representa el tiempo necesario para que los organismos se aclimaten a las nuevas condiciones ambientales y comiencen a dividirse.

Fase de crecimiento exponencial.- Durante esta fase, la célula se divide a una velocidad determinada por su tiempo de generación y su capacidad de procesar alimento (tasa constante de crecimiento porcentual).

Fase estacionaria.- Esta fase, la población permanece constante. Las razones que se apuntan para la explicación de este fenómeno son las siguientes: (a) las células han agotado el substrato a los nutrientes necesarios para el crecimiento, y (b) la generación de células nuevas se compensa con la muerte de células muertas.

Fase de muerte exponencial.- Durante esta fase, la tasa de mortalidad de bacterias excede la degeneración de células nuevas. La tasa de mortalidad suele ser en función de la población viable y de las características ambientales. En algunos casos, la fase de muerte exponencial se corresponde con la inversa de la fase de crecimiento exponencial. (Metcalf & Eddy, 1995, p, 419, 420)

2.10.2.1.6 Lodos activados.

Lodo activado es una película bilógica producida previamente decantadas por el crecimientos de las bacterias zoogleas u otros organismos, en la presencia de oxígeno disuelto en el agua y acumulado en concentración suficiente, gracias a la recirculación de la película biológica previamente formada.

Las aguas residuales crudas, después de una sedimentación primaria, se mezclan con los lodos en recirculación y se introducen al tanque de aireación, en donde permanecen por espacio de 3 a 6 horas. A la mezcla de las aguas residuales y los lodos en recirculación, dentro del tanque de aireación, se le conoce como licor mezclado. (Arriaza, V. 1999. Diseño, presupuesto y manual de operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales para el casco urbano de Villa Nueva, p, 14)

2.10.2.1.7 Aireación extendida.

El proceso de aireación extendida es una modificación del proceso de los lodos activados, en el cual se mantiene una edad de lodos en un valor relativamente alto, dándole tiempo suficiente para que una parte de estos logren estabilizarse, como consecuencia su tiempo de retención en tanques es mayor (16 a 24 horas). Esta diferencia significa que el proceso de aireación extendida requiere de unidades más grandes y de mayor capacidad del equipo de aireación. Las eficiencias que se obtienen en remoción de DBO son superiores al 90% y se pueden considerar como un tratamiento terciario la digestión o estabilización de lodos. (Arriaza, V. 1999. Diseño, presupuesto y manual de operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales para el casco urbano de Villa Nueva, p, 14)

2.10.3 Tratamiento terciario.

Es el grado de tratamiento necesario para alcanzar una calidad físico-quimico-biológica adecuada para el uso que se destinara el agua residual tratada, o sea que son los procesos por los cuales se le da un pulimento al agua de acuerdo al uso que se le pretenda dar. (Arriaza, V. 1999. Diseño, presupuesto y manual de

operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales para el casco urbano de Villa Nueva, p, 15).

2.10.3.1 Desinfección.

Cuando se descargan aguas residuales crudas o tratadas en cuerpos que van a utilizarse, o que pueden ser utilizados como fuentes de abastecimiento público o para propósitos recreativos, se requiere de un tratamiento suplementario para destruir los elementos patógenos, a fin que sean mínimos los peligros para la salud debido a la contaminación de dichas aguas, al tratamiento se le conoce como desinfección. Existen varios métodos de desinfección:

- Físicos: filtración, ebullición y rayos ultravioleta.
- Químicos: por la aplicación de cloro, bromo, ozono, iones de plata, Etc.

(Arriaza, V. 1999. Diseño, presupuesto y manual de operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales para el casco urbano de Villa Nueva, p, 9)

2.11 MUESTREO.

Para la evaluación de las diferentes características de un agua residual se deben seguir los métodos normales o estándar. Además, una caracterización de esta agua requiere de una técnica apropiada de muestreo que asegure resultados representativos del caudal global de aguas residuales y no solamente del caudal que circula en el instante del muestreo.

En general, para que la muestra sea representativa se prefieren sitios de muestreo con flujo muy turbulento donde el agua residual este bien mezclada; sin embargo, el sitio de muestreo debe seleccionarse con cada problema individual de estudio. Los periodos de muestreo dependen del régimen de variación del caudal, de la disponibilidad de recursos económicos y de los propósitos del programa de muestreo.

Muestras Simples: representan solamente las características del agua residual para el instante de muestreo y una mayoría de los casos pueden no ser

representativos de un periodo prolongado puesto que las características varían con el tiempo. (Romero, A, 2010, p, 75)

2.11.1 Las muestras simples.

Son particularmente cuando el flujo de agua residual no es continuo, cuando la descarga de contaminantes es intermitente, cuando las características del residuo son relativamente constantes o cuando el parámetro que se va analizar puede cambiar de manera significativa durante el periodo de muestreo. (Romero, A, 2010, p, 75)

2.11.2 Muestras Compuestas.

Sirven para asegurar representatividad y detectar efectos de la descarga variable de los diferentes contaminantes. Estas muestras pueden ser la unión de varias muestras simples mostrándonos representatividad de un cierto lapso de tiempo.

Las muestras compuestas son preferibles cuando se desean conocer resultados promedio. La muestra compuesta preferida es una mezcla de muestras individuales proporcionales al caudal instantáneo; para el efecto se toman muestras simples a intervalos constantes de tiempo, por lo regular a una hora, se almacenan apropiadamente con las condiciones necesarios, y al final del periodo del muestreo se mezclan en proporción directa al caudal aforado en cada instante de muestreo.

Todo frasco o recipiente de muestreo debe identificarse con una etiqueta que indique todos los datos necesarios para una correcta localización, necesarios para su posterior análisis.

Las consideraciones básicas para ejecutar con éxito un programa de muestreo son:

- Definir el objetivo específico de la muestra
- Revisar la información existente sobre el agua que se va a muestrear
- Definir la variabilidad de la muestra
- Seleccionar la localización más representativa
- Establecer el horario representativo de la variabilidad de la muestra
- Definir las normas requeridas para satisfacer el objetivo propuesto

- Acordar con el laboratorio la cantidad de muestra, preservativos y reactivos necesarios

  (Romero, A, 2010, p, 75,76)

2.11.3 Muestra integrada.

Consiste en el análisis de muestras instantáneas tomadas simultáneamente en diferentes puntos al mismo tiempo o con la menor separación temporal como sea posible. La integración se hace de manera proporcional a los caudales medidos al tomar la muestra. (Romero, A, 2010, p, 76)

2.11.4 Muestreo manual.

Es el método más apropiado de muestreo para determinar grasas y aceites, asi como compuestos orgánicos volátiles.

La muestra se toma colocando un recipiente apropiado sobre el flujo y luego llenándolo. Cuando el alcantarillado es inaccesible para tomar la muestra directamente, se puede usar una bomba de operación manual. El recipiente de muestreo se puede introducir en el agua o adherirlo a una cuerda o a un trozo de madera. Se recomienda utilizar recipientes de boca ancha de por lo menos 5cm de diámetro, el muestreo manual es ventajoso porque permite observar las condiciones de muestreo y cualquier requerimiento adicional.

El ríos las muestras deben tomarse a una profundidad igual a 0.6 H (H = profundidad del agua), cuando el rio tiene menos de 0.6 m de altura de agua. En ríos profundos es preferible tomar una muestra a 0.2H y otra a 0.8 H, para luego componerlas. (Romero, A, 2010, p, 78,79)

2.11.5 Preservantes de las muestras.

Ciertas características del agua, especialmente en aguas residuales, requieren, para su determinación apropiada, que se agreguen preservativos que impidan la alteración del parámetro que se requiera analizar. Los preservativos se agregan de forma directa al recipiente de muestreo antes de obtener la muestra o inmediatamente después de tomarla.

Los métodos de preservación se limitan a:

- Control de pH.
- Adición de compuestos químicos.

- Refrigeración
- Algunos de los preservantes – Ácido nítrico (HNO3), Ácido clorhídrico (HCl), Ácido Sulfúrico (H2SO4)
- Refrigeración a 4ºC ± 2°C – Etc.
  (Romero, A, 2010, p, 79,80)

2.11.6 Impactos ambientales.

Se define como impacto ambiental a cualquier alteración de las condiciones ambientales normales en una área determinada o a la creación de un nuevo conjunto de condiciones ambientales, están pueden ser adversas o beneficiosas y pueden ser provocadas por la acción humano o por fuerzas naturales.

De acuerdo al " Reglamento sobre Estudios de Evaluación de Impacto Ambiental" elaborado por la Comisión Nacional de Medio Ambiente –CONAMA- en el Capítulo IV Articulo 11 en Elegibilidad dice " Todas las Municipalidades, así como todos los Ministerios de Estado o dependencias del Gobierno de la Republica, previo a autorizar u otorgar permiso o licencia alguna de proyectos de la naturaleza de los que están especificados en el Anexo 2 del Impacto Ambiental ante CONAMA y la correspondiente resolución, antes de proceder a tomar la decisión o ejercer acción alguna en cuanto al proyecto o actividad.

2.11.7 Medio ambientes.

Entorno en el cual una organización opera, incluyendo el aire, el agua, la tierra, los recursos naturales, la flora, la fauna, los seres humanos y sus interrelaciones. (ISO 14001,2004, p, 2)

2.11.8 Aspecto medioambiental.

Elemento de las actividades, productos o servicios de una organización que puede interactuar con el medio ambiente. (ISO 14001,2004, p, 2)

2.11.9 Contaminación.

Introducción, generalmente debida a la acción directa o indirecta del hombre, de perturbaciones materiales o radiaciones en un medio, alterando sus propiedades y modificando la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas afectados.

2.11.10 Impacto medioambiental.

Cualquier cambio en el medio ambiente, sea adverso o beneficioso, resultante en todo o en parte de las actividades, productos y servicios de una organización. (ISO 14001,2004, p, 2)

2.11.11 Medida correctora.

Medida que tiene como finalidad atenuar el impacto ambiental previsto por un proyecto o producido por una actividad determinada. (ISO 14001,2004, p, 2)

2.11.12 Medida preventiva.

Medida que se adopta durante la fase de proyecto, diseño o desarrollo de una actividad para evitar los efectos negativos que ésta pueda ocasionar sobre el medio. (ISO 14001,2004, p, 2)

2.11.13 Impacto ambiental positivo.

Un impacto ambiental positivo es el resultado de una regla, una norma o medida que es beneficiosa para el medio ambiente. La restauración o la recuperación de los ríos y de los bosques tienen un impacto ambiental positivo. La construcción de una presa también puede tener un impacto positivo en la fauna y en la flora de una región determinada (ISO 14001,2004.)

2.11.14 Tipos de impactos ambientales.

En base al tiempo que dura el efecto de un impacto ambiental en un lugar determinado, existe una clasificación de cuatro tipos diferentes de impacto ambiental:

- **Persistente,** que tiene influencia a largo plazo
- **Temporal,** que durante un tiempo determinado no tiene unas consecuencias graves, y, por tanto, el medio ambiente se puede recuperar relativamente rápido.
- **Reversible,** que puede recuperarse el medio ambiente de los daños sufridos, en un tiempo más o menos corto.

- **Irreversible**, que tiene tanta gravedad y trascendencia que impide por completo que el medio ambiente pueda recuperarse de los daños que el impacto ambiental ha causado.
  (Ing. Ruberto Alejandro, 2006, Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental)

b. DESCRIPCIÓN Y ANÁLISIS DE EQUIPOS Y UNIDADES OPERATIVAS DE LA PLANTA.

1. UNIDADES OPERATIVAS.

Con el objeto de generar un control y seguimiento sobre la efectividad de cada uno de los procesos en las unidades operacionales de esta planta de tratamiento, el Departamento de Tratamiento de Aguas Residuales de la EPMAPS, ha implementado desde el año 2014 un "Registro Operacional", el cual se ha ido mejorando en virtud de las necesidades de control; para el año 2015, el Departamento de Tratamiento de Aguas Residuales de la EPMAPS implementó un sistema informático llamado SISTEMA DE PLANTAS, que permite controlar de mejor manera los parámetros de operación de ésta y otras plantas de tratamiento.

Un grupo de técnicos operadores (3 personas), se encargan del control permanente de la planta (in situ), en el cual diariamente durante cuatro períodos de tiempo 3h, 8h, 12h y 20h se miden en la unidades de homogenización, biorreactores, clarificador y efluente, parámetros como: oxígeno disuelto, pH, turbiedad, temperatura, biosólidos sedimentables, sólidos disueltos totales y cloro libre residual.

Otro de los parámetros de control medido permanentemente es el caudal, el cual nos permite tener un registro continuo del caudal tratado y los costos operacionales que se realizan en la planta.

El agua proveniente de las redes de alcantarillado sanitario de la población de Nono, es transportada por una tubería de PVC (policlororuo de vinilo) de 0,25m de diámetro, la estructura inicial cuenta además con un separador de caudales, el mismo que direcciona las aguas lluvias hacia el río Pichán ubicado a

aproximadamente 5 metros de la planta de tratamiento, mientras que las aguas residuales se conducen al sistema de tratamiento.

La planta de tratamiento fue diseñada para tratar un caudal constante de 1,04 l/s y un caudal máximo de 6,13 l/s en época invernal, de acuerdo a lo establecido verbalmente por los operadores del sistema de tratamiento en época invernal el caudal de ingreso hacia la planta es de hasta 15 l/s. El sistema consta de las siguientes unidades operacionales: cribado, desarenador, tanque de captación, tanque de homogenización, 2 reactores biológicos aerobios, sedimentador, gestión de lodos (se incluyen 2 lechos de secado) y desinfección. El tren del sistema de tratamiento se muestra en la siguiente representación figura 2.1.

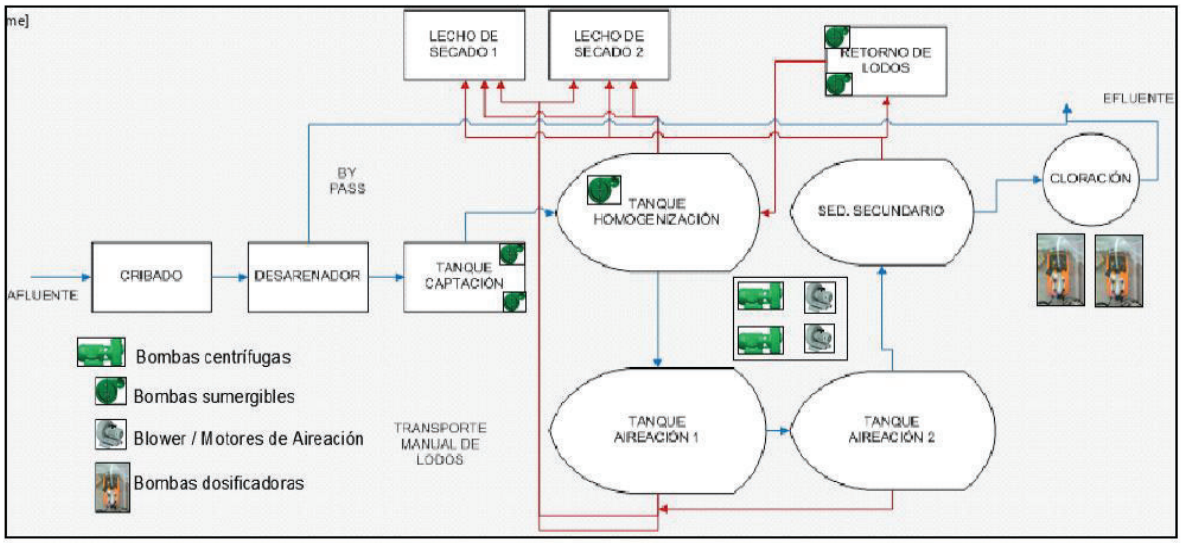


Figura 2.1: Sistema de tratamiento PTAR NONO

Se trata por tanto, de un sistema biológico de tratamiento de aguas residuales con control de lodos activados, mediante aireación extendida, con un área total de implantación de 54,76 m².

2.11.15 Cribado.

El cribado es la operación unitaria encargada de separar material grueso del agua residual mediante el paso de ésta por una criba o rejilla. La criba es una lámina metálica, con agujeros redondos de 1cm de diámetro y un espesor de la lámina de 2mm.

Figura 2.2: Cribado

La criba permite proteger las válvulas, tuberías y equipos, evitando el taponamiento o interferencia, reteniendo basuras, trapos, tarros, plásticos y objetos grandes presentes en las aguas residuales, evitando de esta manera que los desechos sólidos por sus características y tamaño interfieran con los procesos biológicos de tratamiento en el sistema de reactores, así como, se conviertan en un hábitat para roedores o alimento de los mismos.

El canal de acceso a la rejilla se ha diseñado para prevenir la acumulación de arena u otro material pesado, antes y después de la rejilla, el canal es horizontal de 0,98 metros de ancho y 1,34 metros de largo recto y perpendicular a la rejilla (de acero inoxidable), los principales detalles de esta unidad se resumen en la Tabla 1, en esta unidad se promueve la distribución uniforme de los sólidos.

ELEMENTO	MEDIDA
Ancho del canal:	0,50 m
Largo del canal:	1,00 m
Angulo de inclinación:	45°
Diámetro de orificios:	1 cm
Separación entre orificios	2 cm
Distancia entre el colector y la rejilla:	10cm

Tabla 2.1: Dimensiones del sistema de cribado

A medida que el material se acumula sobre la rejilla, ésta se va taponando, por lo que el mantenimiento y limpieza es diario; es decir, cada vez que ésta se colmata, a fin de evitar la pérdida de energía, posteriormente el material retenido, se deposita en un espacio dentro de la planta de tratamiento para la deshidratación, sin condiciones de operación definidas, posteriormente este material seco se dispone en un terreno adjunto a la planta.

A partir del mes de junio de 2014, se incluyó en un formato adicional al del registro operacional diario de la PTAR de Nono, los valores de los pesos de los materiales recogidos en el tamiz, los mismos que se presentan en la tabla 2.2.

Figura 2.3: Material retenido en el cribado PTAR NONO

Mes	Material criba	
	Kg	kg
	Mensual	promedio diario
jun-14	220	37
jul-14	789	34
ago-14	1123	56
sep-14	866	58
oct-14	1725	86
nov-14	827	41
dic-14	219	44

Tabla 2.2: Cantidad de solidos cribado PTAR NONO

En el sistema se registran constantemente descargas del camal de faenamiento y la hacienda, incrementando los sólidos gruesos que llegan hasta el canal (incluyendo vísceras), elementos que se acumulan en la rejilla.

2.11.16 Desarenador.

Funciona como un sedimentador primario y como desengrasador, se utiliza para remover arena, grava, partículas u otro material sólido pesado con velocidad de asentamiento o peso específico bastante mayor que el de los sólidos orgánicos degradables de las aguas residuales.

Figura 2.4: Desarenador PTAR NONO

De manera general el funcionamiento de este sistema consiste en el paso del agua hacia una “T” de PVC, que conecta al tanque de captación. La finalidad del desarenador es proteger a los sistemas operacionales consiguientes de la formación de depósitos pesados, además minimizan la frecuencia requerida de la limpieza de los digestores, debido a una acumulación excesiva de arena en dichas unidades.

El material removido de este tanque se acumula en los lechos de secado de lodos del sistema de tratamiento, por lo tanto estos materiales son mezclados con los lodos digeridos de depuración del sedimentador secundario, en donde se realiza la deshidratación al aire libre, sin condiciones de operación definidas, posteriormente el material se gestiona en un terreno adjunto a la planta de tratamiento, la composición general de este material corresponde a arena.

La limpieza se realiza de manera manual semanalmente, recogiéndose un 20% del valor total de material registrado mensualmente. En la Tabla 3 se presentan las principales características del sistema de sedimentación primaria.

ELEMENTO	MEDIDA
Ancho:	1,15 m
Longitud:	2,40 m
Profundidad:	1,60 m
Volumen:	4.42 m³
Relación largo – ancho:	2,08

Tabla 2.3: Dimensiones del sistema de sedimentación primaria

2.11.17 Tanque de captación.

El agua residual se dispone posteriormente en un tanque de captación, cuyas características se definen en la Tabla 4, en donde se hallan instaladas dos bombas electro sumergibles de impulsión, que permiten garantizar la continuidad en el proceso de tratamiento de aguas residuales domésticas y a su vez reducir riesgo de suspensión en el tratamiento, por mantenimiento preventivo o correctivo.

Desde el tanque de captación se alimenta el sistema hacia la etapa de homogenización, aireación extendida y sedimentación secundaria.

Figura 2.5: Tanque de captación PTAR NONO

ELEMENTO	MEDIDA
Ancho:	1,15 m
Longitud:	2,4
Profundidad:	1,6
Potencia de la bomba sumergible:	1HP c/u
Eficiencia de trabajo del motor:	50%
Altura desde el tanque de captación hacia el tanque de igualamiento (Altura dinámica):	4,20 m

Tabla 2.4: Dimensiones del sistema de captación

El uso de las bombas ubicadas en este tanque es alterno, es decir, cada una de ellas opera diariamente, se activan manual o automáticamente y trabajan a través de un temporizador de 24 horas. Esto permite que mientras una opere la otra descanse o salga a mantenimiento.

En el tanque de captación además, ubicado a una altura de 1m existe un desfogue que sirve como elemento adicional en el caso de precipitaciones fuertes o para la regulación de caudales máximos de ingreso hacia la planta de tratamiento.

En este punto es importante establecer que mensualmente, en esta unidad operacional se realizan análisis de DBO5, DQO, aceites – grasas y detergentes, lo que permite caracterizar el nivel de contaminación de las aguas residuales que serán sometidas a tratamiento mediante procesos biológicos posteriores.

2.11.18 Tanque de homogenización.

En esta etapa se amortiguan las variaciones de caudal para lograr un flujo constante; y así, superar problemas operacionales provocados por las variaciones de caudal, mejorar la eficiencia de los procesos de tratamiento biológico (control de cargas de choque orgánico), uniformizar la carga de sólidos sobre el sedimentador secundario y mejorar el espesamiento de lodos.

Internamente el sistema funciona con recirculación continua y aireación con blowers, a través de dos bombas centrífugas, que operan en modo automático de manera alternada, con una duración de trabajo de 24 horas, adicional a esto, con el objeto de que no exista sobrecalentamiento o esfuerzo de trabajo. A su vez éstas están conectadas a un temporizador que permite una operación continua de 2h treinta minutos y un descanso de 15 min, además el arranque puede ser manual con el objeto de facilitar el mantenimiento de cada una de ellas.

Figura 2.6: Tanque de homogenización PTAR NONO

La succión de aire que se genera por el vacío del efecto Venturi, produce una eficiente mezcla con el agua propulsada, resultando un flujo de microburbujas direccionado; al tiempo, este flujo resulta en un movimiento hidrodinámico en la totalidad del tanque, haciéndolo homogéneo (sin zonas muertas, igualando temperatura y oxígeno).

El tanque en su parte interior, posee un flotador con una bomba sumergible de trasvase hacia el reactor Nº1, el cual permite regular el caudal (QDISEÑO = 1.04 l/s) hacia las siguientes etapas. El flotador permite que las bombas del tanque de captación envíen flujo hacia el tanque de homogenización, cuyas características se resumen en la Tabla 2.5, cuando éste se encuentra cercano a su límite máximo de contención de volumen.

ELEMENTO	MEDIDA
Radio:	1,55 m
Profundidad:	3,75 m
Volumen:	50% de la capacidad total del tanque a 2,95 m = 20m³
Caudal:	2,44 l/s

Tabla 2.5: Dimensiones del tanque de homogenización

Como se mencionó anteriormente, a partir de esta unidad hasta el final del sistema de tratamiento, los operadores de la planta de tratamiento, mantienen una hoja de control operacional diario (4 mediciones durante el día), en donde se miden principalmente valores de pH, turbiedad, temperatura, sólidos totales disueltos y oxígeno disuelto, con lo que se controlan las condiciones de la planta.

Parámetro Mes	Oxígeno Disuelto mg/l	pH	Turbiedad NTU	Temperatura °C	Sólidos Totales Disueltos mg/l
ene-14	2,70	7,58	335,33	16,16	
feb-14	2,10	7,45	336,97	16,22	
mar-14	2,80	7,46	396,14	17,92	
abr-14	2,19	7,50	316,25	16,37	
may-14	2,34	7,45	350,42	16,02	
jun-14	1,40	7,25	523,83	16,21	
jul-14	1,43	7,24	598,65	16,18	
ago-14	1,33	7,34	558,51	16,64	310,41
sep-14	1,95	7,29	651,23	16,71	338,03
oct-14	1,31	7,20	821,28	16,76	280,02
nov-14	1,13	7,15	747,38	16,90	264,39
dic-14	0,93	7,14	841,89	16,80	270,40

Tabla 2.6: Parámetros tomados en el tanque de homogenización.

La concentración de oxígeno disuelto en el tanque de homogenización y en los procesos sub-siguientes deberá tener aproximadamente un promedio de 2 mg/l, lo que permite la descomposición aerobia de las aguas residuales. El pH deberá tener una tendencia neutra y la temperatura mantenerse en el rango promedio característico de la zona, logrando así tener las condiciones adecuadas para un tratamiento óptimo.

2.11.19 Bioreactores.

La materia orgánica que quedó disuelta y en suspensión así como el resto de las partículas sólidas que no se han eliminado en los tratamientos anteriores, son eliminadas en este proceso biológico de depuración aerobia.

Para ello se hallan instalados dos reactores aerobios, de fibra de vidrio con barrera química ISOFTÁLICA AOC (resinas resistentes a la corrosión). El flujo proveniente del tanque de homogenización con un caudal constante ingresa a los reactores biológicos, los cuales están compuestos por dos blowers o aireadores, al igual que en los casos anteriores, su funcionamiento es automático o manual, la potencia de los mismos es de 3HP, con un período de funcionamiento de 24 horas, con tiempos de descanso paulatinos de 15 a 30 minutos.

En cada uno de los reactores, se hallan instalados difusores tubulares de burbuja fina que permanecen en la parte inferior de los reactores, con el fin de generar una mezcla continua, oxigenación adecuada y para que no se generen zonas muertas

(evitando que los lodos se depositen al fondo del tanque). Del Reactor Nº 1 el flujo se dirige hacia el Reactor Nº2 a través de una conexión continua de 0,50 metros de longitud.

Figura 2.7: Bioreactor PTAR NONO

Este proceso se realiza por determinado grupo de microorganismos (principalmente bacterias y protozoos propias de las características del sector) que en presencia de oxígeno (suministrado esencialmente por el aireador y difusores de burbuja), actúan sobre la materia orgánica e inorgánica disuelta, suspendida y coloidal existente en el agua residual, transformándola en gases y materia celular, que puede separarse fácilmente mediante sedimentación, en la etapa subsiguiente.

La unión de materia orgánica, bacterias y sustancias minerales forma los flóculos que en su conjunto se conocen como fango biológico o lodos activados. En la oxidación biológica los microorganismos degradan la materia orgánica contaminante del agua residual. De esta forma, dichos microorganismos se alimentan de dicha materia orgánica en presencia de oxígeno y nutrientes, de acuerdo con la siguiente reacción:

Materia orgánica + Microorganismos + Nutrientes + O2 = Productos Finales + Nuevos microorganismos + Energía

Los factores que intervienen en la oxidación biológica son: las características del sustrato, los nutrientes, la aportación de oxígeno, temperatura, salinidad e inhibidores (tóxicos).

Figura 2.8. Vista interior bioreactor PTAR NONO

En los reactores biológicos, se mantiene el cultivo biológico en contacto con el agua residual. El cultivo biológico, denominado licor de mezcla, está formado por gran número de microorganismos agrupados en flóculos conjuntamente con materia orgánica y sustancias minerales. Dichos microorganismos transforman la materia orgánica mediante las reacciones de oxidación biológica.

La concentración de sólidos en suspensión en el licor de mezcla (SSLM), debe mantenerse en 3000 mg/L, de acuerdo a los valores recomendados por el diseñador de este sistema, a fin de asegurar la población de microorganismos, lo que permite llegar a un equilibrio entre la carga orgánica a eliminar y la cantidad de microorganismos necesarios para que se elimine dicha carga. Las características del bioreactor se detallan en la Tabla 6.

ELEMENTO	MEDIDA
Radio:	1,55 m
Profundidad:	3,75 m
Volumen:	20 m³
Profundidad máxima del agua:	2,95 m
Caudal:	1,04 l/s
Relación f/m (alimento/microrganismo):	<0,1
Tiempo de retención celular:	25 días

Tabla 2.7: Dimensiones del bioreactor

Algunos artículos señalan que la concentración de oxígeno disuelto en los reactores aerobios debe mantenerse en un valor de 1 a 2 mg/L (Torres, Quintero, & Garcés, 2015), sin embargo, otros señalan que el rango óptimo de oxígeno disuelto está entre 0,09 mg/L – 1,19 mg/L (Cros, 2014).

2.11.20 Sedimentador secundario.

Una vez que la materia orgánica es suficientemente oxidada, el denominado licor mezcla pasa al sedimentador secundario o clarificador, el cual es el corazón del sistema de tratamiento de lodos activados. De manera general la sedimentación depende de la concentración de sólidos en el licor mezclado, por ello el tiempo de retención celular es un factor importante en esta etapa del proceso.

Figura 2.9: Sedimentador secundario PTAR NONO

En el sedimentador secundario, el agua con lodos activados se deja reposar y por tanto, los sólidos floculados tienden a sedimentarse, consiguiéndose separar el agua clarificada de los lodos. En la Tabla 7, se resumen las características de esta unidad operacional.

ELEMENTO	MEDIDA
Radio:	1,55 m
Profundidad:	3,75
Volumen:	17 m³
Profundidad máxima del agua:	2,95
Caudal:	1,04 l/s

Tabla 2.8: Dimensiones del sedimentador secundario.

El flujo se dirige hacia el sedimentador secundario a través de una tubería ubicada en la mitad del tanque. Este sistema está dotado de un cono en el centro del mismo, el cual incluye la purga de lodos a través de una tubería ubicada al fondo del tanque que los descarga hacia el tanque de retorno de lodos, en donde existen dos bombas sumergibles que transportan el lodo hacia el tanque de homogenización para hacer la recirculación o hacia el lecho de secados.

La purga se controla mediante una sencilla prueba de laboratorio a través de la medición de sólidos sedimentables totales (en la Tabla 8 se especifican las principales características del tanque de purgas), mientras otra parte es recirculada nuevamente hacia el homogenizador, con el objeto de garantizar la cantidad de microorganismos en los reactores biológicos y eliminar el exceso de sólidos presentes en esta etapa del proceso a través del bombeo desde el fondo del sedimentador, lo que permite tener un adecuado nivel de tratamiento, evitando de esta manera el obtener una concentración F/M (alimento/ microorganismo) baja, debido al incremento de la concentración de los sólidos suspendidos en el licor de mezcla.

ELEMENTO	MEDIDA
Ancho:	0,59 m
Largo:	0,67 m
Profundidad:	0,75 m

Tabla 2.9: Dimensiones del tanque de purgas

Para uniformizar la descarga del flujo a la siguiente etapa de tratamiento, el tanque cuenta con vertederos triangulares (borde dentado), lo cual posibilita que la carga sobre el vertedero no resulte imperceptible, lo que puede dar lugar a zonas muertas en caso de pequeños defectos de nivelación, el efluente captado en estas canaletas es transportado mediante tuberías de PVC de 110 mm de diámetro al sistema de desinfección.

2.11.21Desinfección.

El agua clarificada es dirigida hacia un tanque para el contacto de los microorganismos con cloro a una concentración de 5mg/l, con una dosificación de hipoclorito de calcio Ca(ClO)2 granulado al 73% en un total de 9 kg/mes, el cloro se inyecta para eliminar las bacterias presentes en el agua tratada.

Figura 2.10. Tanque de cloración PTAR NONO

Para la dosificación se utilizan dos bombas dosificadoras que permiten un control óptimo de este sistema, ya que mientras una permanece en servicio y otra se mantiene en reposo, como se mencionó anteriormente, en esta etapa se emplea hipoclorito de calcio Ca(ClO)2 en pastillas al 73% mínimo. La mezcla se realiza utilizando 5 kg de este compuesto en 250 litros de agua, aunque se han realizado pruebas con diversas cantidades de compuesto químico de hasta 7 kg y como mínimo 2 kg. De igual manera los resultados de desinfección se han mantenido en un valor de 0,3 y 0,7 mg/L. Brevemente en las Tablas 9 y 10 se presentan las dimensiones del tanque de desinfección y del vertedero.

ELEMENTO	MEDIDA
Radio:	0,55 m
Profundidad:	1,60 m
Volumen:	2 m³
Caudal:	0,80 l/s
Concentración:	70%

Tabla 2.10: Dimensiones del tanque de desinfección.

Finalmente el efluente pasa por una tubería de PVC y es descargado en el río Pichán, a través de un vertedero rectangular de hormigón. Las descargas son discontinuas.

ELEMENTO	MEDIDA
Longitud:	1,0 m
Ancho:	0,50 m
Caudal:	2,59 l/s

Tabla 2.11: Dimensiones del vertedero

2.11.22Lechos de secado.

En los lechos de secado de lodos, el proceso de "secado" se produce debido al drenaje, la evaporación y la transpiración. Esta técnica implica un consumo energético bajo, no requieren coagulantes y permiten obtener una estabilización adicional del lodo; sin embargo, puede presentar malos olores, así como atraer a vectores como moscas y mosquitos, a partir de esta problemática se ha tomado la decisión de implementar sobre los lodos cal hidratada llegando así eliminar por completo los olores y el malestar en la población; en la Tabla 11, se establecen sus principales características.

Figura 2.11: Lechos de secado PTAR NONO

ELEMENTO	MEDIDA
Número de unidades:	2
Longitud de la celda:	2,35 m
Ancho de la celda:	1,46 m
Área individual:	3,43 m²
Área total:	6,86 m²

Tabla 2.12: Dimensiones de las cámaras de secado de lodos de purga

2.12 EQUIPOS ELECTROMECÁNICOS.

2.12.1 Tanque de captación.

En el tanque de captación se encuentran instaladas 2 bombas sumergibles bifásicas que funcionan alternamente para el correcto funcionamiento de la PTAR.

Figura 2.12: Tanque de ingreso con ubicación de bombas sumergibles.

BOMBA N° 1.- Consta de las siguientes características.

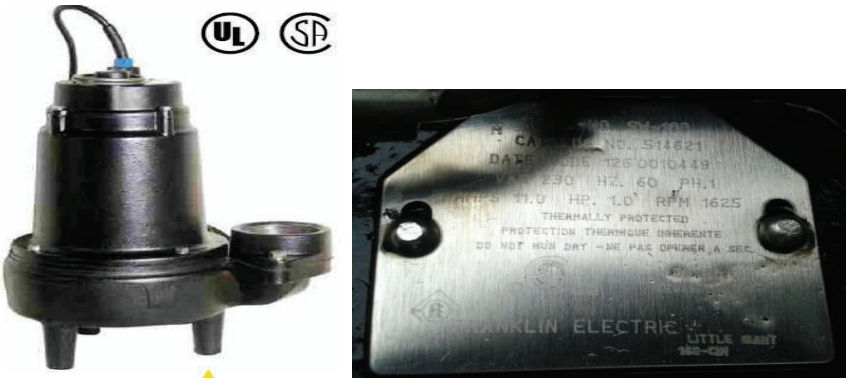


Figura 2.13: Bomba # 1 instalada en tanque de captación.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	PROVEEDOR "AQUAGROUP"
MARCA	GOULD
MODELO	SW-100
SERIE N°	514621
DESCARGA	3"
TIPO DE TRABAJO	CONTÍNUO
FRECUENCIA Hz	60 Hz
VOLTAJE	230 V
POTENCIA	1 HP
CORRIENTE	11.0 A
VELOCIDAD	1625 rpm
ALTURA	11 m
CAUDAL MÁXIMO	670 l/m

Tabla 2.13: Especificaciones técnicas de la bomba

BOMBA N° 2. Consta de las siguientes características.

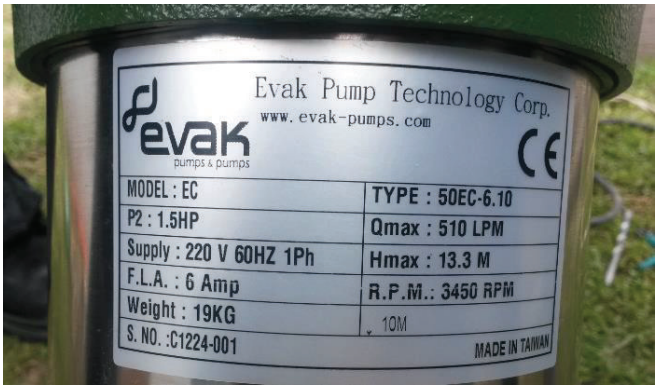


Figura 2.14: Bomba # 2 instalada en el tanque de captación PTAR NONO

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	PROVEEDOR “TECNOHIDRO”
MARCA	EVAK
MODELO	EC
SERIE N°	
DESCARGA	3”
TIPO DE TRABAJO	CONTÍNUO
FRECUENCIA Hz	60 Hz
VOLTAJE	230 V
POTENCIA	1 HP
CORRIENTE	11.0 A
VELOCIDAD	3450 rpm
ALTURA	13.3 m
CAUDAL MÁXIMO	510 l/m

Tabla 2.14: Especificaciones técnicas bomba 2 tanque de captación PTAR NONO

2.12.2 Tanque de homogenización.

La bomba que se encuentra presente en el tanque de homogenización sirve para trasvasar el agua ya homogenizada en el tanque hacia el primer bioreactor una vez que el agua consta de las mismas características (homogéneas) además de tratar un caudal constante en todo el proceso

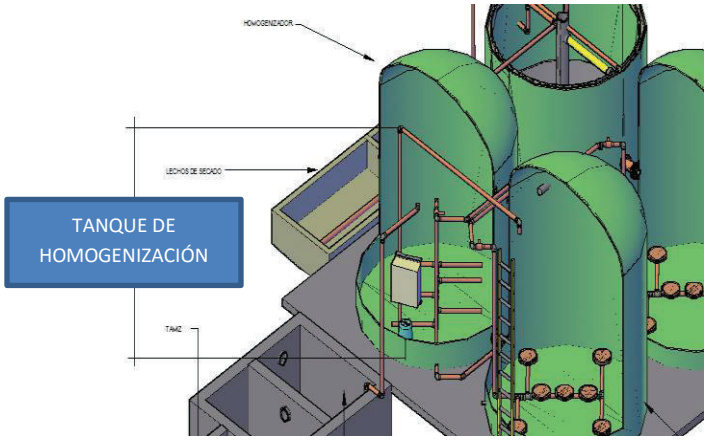


Figura 2.15: Ubicación de una bomba sumergible en el tanque de homogenización

Las características de dicha bomba tan importante se describen en la Tabla 15.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	BOMBA SUMERGIBLE
	PROVEEDOR “AQUAGROUP”
MARCA	GOULDS
MODELO	HS1012BHF
SUCCION	SOLIDOS DE HASTA 2”
DESCARGA	2”
TIPO DE TRABAJO	CONTÍNUO S1
FRECUENCIA	60 Hz
VOLTAJE	230 V
POTENCIA	1 HP
CORRIENTE	13 A
VELOCIDAD	3450 rpm
CAUDAL MÁXIMO	832.6 l/min
ALTURA	24.6 m

Tabla 2.15: Especificaciones técnicas bomba sumergible tanque de homogenización.

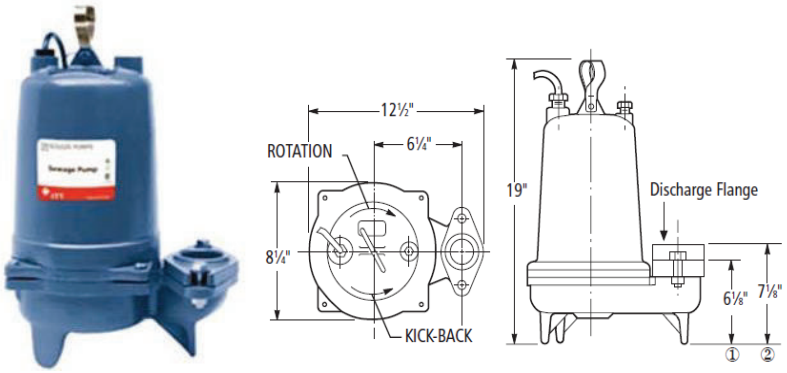


Figura 2.16: Representación gráfica de la bomba.

2.12.3 Sistema de aireación.

La Planta de Tratamiento NONO funciona en base a la inyección de oxígeno, la cual se lo realiza a través de un sistema de aireación extendida con inyección de burbuja fina a través de difusores instalados en el interior de los bioreactores, que igualmente funciona de manera alternada por medio de un temporizador en el tablero de control. El cual sirve para que los blowers en horas muertas no excedan su tiempo de trabajo.

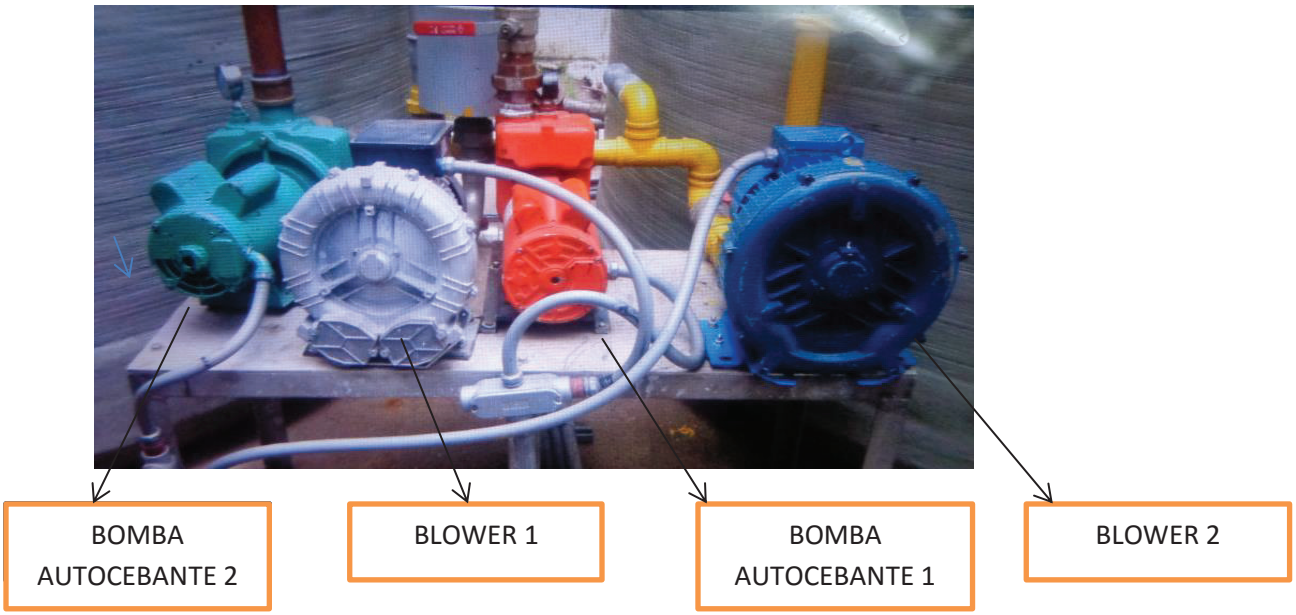


Figura 2.17: Mesa de soporte con blowers y bombas centrífugas sistema de aireación

Blower 1. Equipo Instalado por la empresa AQUAGROUP. Se encuentra trabajando con normalidad.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	BLOWER N° 1
	PROVEEDOR "AQUAGROUP"
MARCA	LAFERT
MODELO	SCL K04-MS
SERIE N°	O08321
IP	55
TIPO DE TRABAJO	S1 (TRABAJO CONTÍNUO)
FRECUENCIA Hz	60
VOLTAJE	220 V
POTENCIA	2,2 kW - 3 HP
CORRIENTE	16 A
VELOCIDAD	3425 rpm
CAPACITOR	60 uF
CAUDAL MÁXIMO DE AIRE m³/h	166

Tabla 2.16: Especificaciones técnicas blower 1

Blower N°2; Instalada por la Empresa “Tecnohidro”. Este blower en la actualidad presenta varias novedades como problemas de funcionalidad ya que no ejecuta su labor con eficiencia.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	BLOWER N° 2
	PROVEEDOR "TECNOHIDRO"
MARCA	INHA ELECTRIC CO
MODELO	IHB-401
SERIE N°	14011602
IP	54
TIPO DE TRABAJO	S1 (TRABAJO CONTÍNUO)
FRECUENCIA Hz	60
VOLTAJE	220 V
POTENCIA	2,2 kW - 2,95HP
CORRIENTE	15 A
VELOCIDAD	3400 rpm
CAPACITOR	40 uF
CAUDAL MÁXIMO DE AIRE m³/h	240

Tabla 2.17: Especificaciones técnicas blower 2

SISTEMA DE OXIGENACIÓN CON BOMBAS AUTOCEBANTES CENTRÍFUGAS

Bomba Autocebante 1; Proveedor “AQUAGROUP”, al momento se encuentra con averías ya que sufrió un trabamiento en la parte mecánica.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	BOMBA AUTOCEBANTE
	PROVEEDOR “AQUAGROUP”
MARCA	EVANS
MODELO	ACME300
SUCCION	2”
DESCARGA	2”
TIPO DE TRABAJO	
FRECUENCIA	60 Hz
VOLTAJE	220 V
POTENCIA	3 HP
CORRIENTE	16.2 A
VELOCIDAD	3600 rpm
CAUDAL MÁXIMO	645 l/m
ALTURA	25.1 m

Tabla 2.18: Especificaciones técnicas bomba autocebante 1

Figura 2.18: Representación gráfica bomba autocebante 1.

Bomba Autocebante N°2; Proveedor “TECNOHIDRO”, Estado reparado y actualmente operativo.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	BOMBA AUTOCEBANTE PROVEEDOR “TECNOHIDRO”
MARCA	WDM
MODELO	X56J
SUCCION	2”
DESCARGA	2”
TIPO DE TRABAJO	
FRECUENCIA	60 Hz
VOLTAJE	230 V
POTENCIA	3 HP
CORRIENTE	15.2 A
VELOCIDAD	3450 rpm
CAUDAL MÁXIMO	189.2 l/m
ALTURA	32 m

Tabla 2.19: Especificaciones técnicas bomba autocebante 2

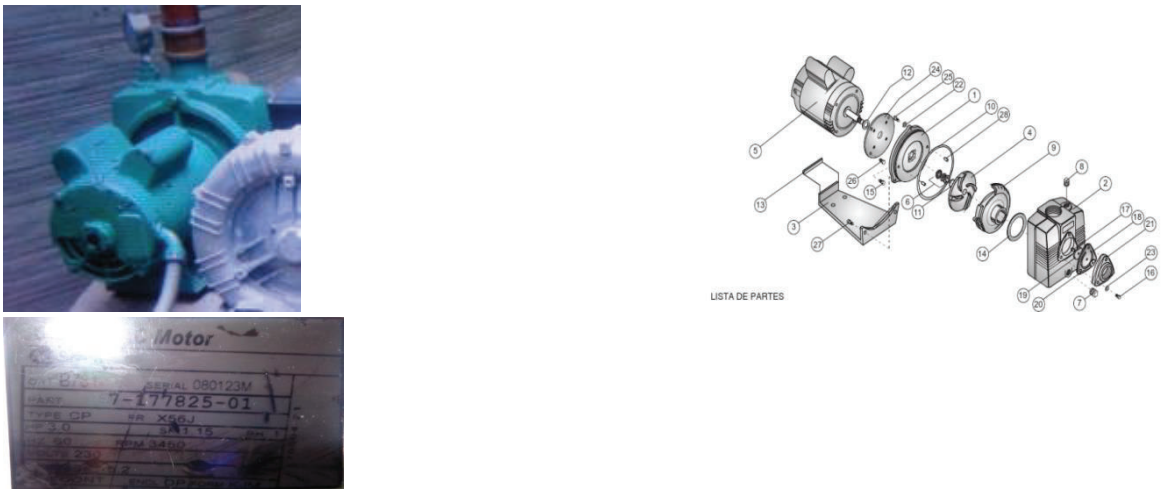


Figura 2.19: Representación gráfica bomba autocebante 2.

2.12.4 Sistema de recirculación de lodos.

Los lodos generados en el proceso deben ser recirculados, ya que sirve como mecanismo para recolectar los sólidos biológicos que se encuentran en el sedimentador logrando así que únicamente sea eliminado el lodo muerto, y el lodo aun no digerido regrese al proceso logrando un mayor tiempo de retención celular en contacto con el agua.

Figura 2.20: Tanque retorno de lodos donde se ubica una bomba sumergible

Esta bomba reingresa los lodos hacia el Tanque de homogenización desde el tanque de Retorno de lodos, esta bomba fue entregada por la empresa "AQUAGROUP", y se encuentra actualmente en reparación, cuenta con las siguientes características:

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	BOMBA SUMERGIBLE
	PROVEEDOR "AQUAGROUP"
MARCA	GOULDS
MODELO	PS51P1
SUCCION	SOLIDOS DE HASTA 2"
DESCARGA	2"
TIPO DE TRABAJO	CONTÍNUO S1
FRECUENCIA	60 Hz
VOLTAJE	115 V
POTENCIA	0.5 HP
CORRIENTE	13 A
VELOCIDAD	3400 rpm
CAUDAL MÁXIMO	492 l/m
ALTURA	27 m

Tabla 2.20: Especificaciones técnicas bomba sumergible retorno de lodos.

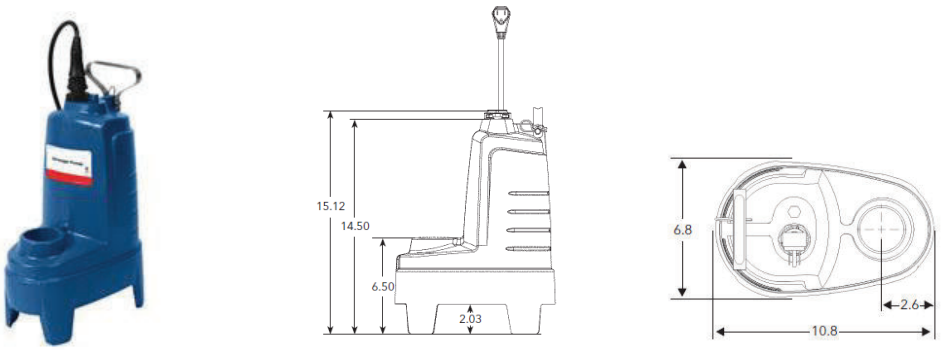


Figura 2.21: Representación gráfica bomba de recirculación de lodos PTAR NONO.

2.12.5 Sistema de dosificación.

El agua clarificada es depositada en el tanque de desinfección. En este tanque se produce la dosificación de cloro el cual actúa al estar en contacto directo con el agua y tener un tiempo de contacto adecuado; logrando así eliminación de patógenos.

Al igual que los anteriores procesos estas bombas funcionan de manera alterna en función de nivel del tanque de cloración.

Figura 2.22: Tanque de cloración dosificado por dos bombas.

BOMBA DOSIFICADORA 1. Proveedor “AQUAGROUP”, Equipo operando en condiciones normales y sus características de funcionamiento son las siguientes.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	BOMBA DOSIFICADORA
	PROVEEDOR “AQUAGROUP”
MARCA	TACMINA CORPORATION
MODELO	PZ-31-FEC
DESCARGA EN VOLUMEN	1.8 L/H
DESCARGA MAXIMA	10 BAR
TIPO DE TRABAJO	SECUENCIAL
FRECUENCIA	60 Hz
VOLTAJE	115 V
POTENCIA	0.25 KW
CORRIENTE	2.2 A
VELOCIDAD	
PULSACIONES/MINUTO	15-30
ALTURA	

Tabla 2.21: Especificaciones técnicas bomba dosificadora 1

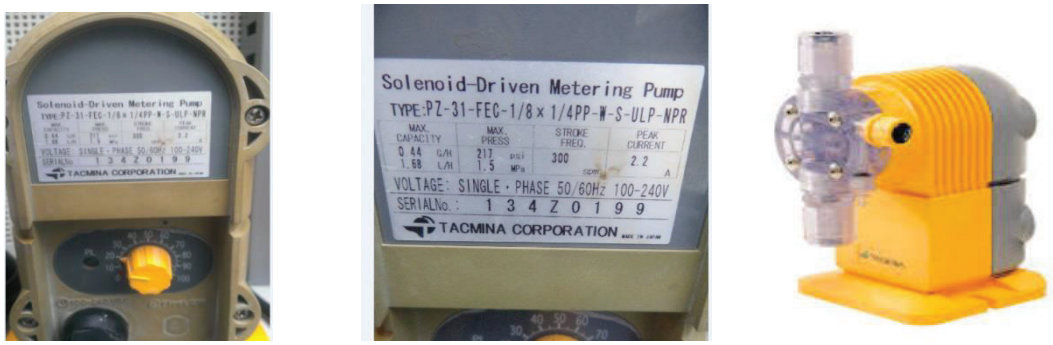


Figura 2.23: Representación gráfica bomba dosificadora 1

BOMBA DOSIFICADORA N° 2; Proveedor “TECNOHIDRO”, Equipo operando en condiciones normales y sus características de funcionamiento son las siguientes.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS	BOMBA DOSIFICADORA
	PROVEEDOR “TECNOHIDRO”
MARCA	EMEC
MODELO	V SERIES METERING PUMP
SUCCION	1/4pp
SALIDA	0-1 L/H – 0-17 L/H
TIPO DE TRABAJO	SECUENCIAL
FRECUENCIA	60 Hz
VOLTAJE	115 V
POTENCIA	0.015 KW
SEÑAL ELÉCTRICA	4-20 Ma
PRESIÓN	2 BARES -
CAUDAL MÁXIMO	0-1 L/H – 0-17 L/H
ALTURA	

Tabla 2.22: Especificaciones técnicas bomba dosificadora 2

Figura 2.24: Representación gráfica bomba dosificadora n° 2

CAPITULO III

DIAGNÓSTICO DE LA OPERACIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE NONO

El diagnostico que se realizara en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en la Parroquia de Nono para el tratamiento primario, será en base a los trabajos ya planificados por parte de los expertos en la operaciones y mantenimiento de cada una de las partes operativas del tren de tratamiento de la PTAR ya mencionada, dichas actividades fueron planificadas en base a pruebas han logrado establecer los mejores lapsos de tiempo para su limpieza, correcto funcionamiento y ahorro de recursos.

Hay que tener en cuenta que dichos sistemas no serán considerados como agua en proceso (afluente), ya que los sólidos gruesos retenidos en el cribado y las arenas sedimentadas serán sacados para un posterior tratamiento (secado a la luz del sol)

3.1 Cribado

El diagnostico que se realiza en este sistema es en base a observaciones empíricas, ya que dependiendo del arrastre en su mayoría de solidos gruesos o arenas en gran cantidad los tiempos de limpieza disminuirán y se podrá mantener esta estructura en buen estado.

En base a las condiciones actuales del cribado se puede notar que se encuentra operando de manera adecuada para el correcto funcionamiento y retención de solidos de gran tamaño, además a pesar de las descargas ilícitas y descargas con gran velocidad no ha presentado oxidación o deformaciones en esta estructura.

Figura 3.25: Cribado en condiciones no apropiadas

Las condiciones del cribado pueden variar de forma inesperada en su mayoría cuando se presentan lluvias fuertes en el sector por lo que el operador en turno deberá estar atento a dichas circunstancias, tomando en cuenta que cuando se presentan precipitaciones de gran magnitud el agua de ingreso a la planta deberá ser desviada en su totalidad hacia el rio Pichan que se encuentra en el costado de la planta. Asumiendo que esta descarga no producirá contaminación de forma notable gracias a la dilución presentada.

No se puede evaluar de manera general el cribado ya que puede presentarse condiciones variables de un día a otro, por lo que en base a la observación directa del sistema nos dará la pauta para una limpieza de manera inmediata en base a la coloración del agua, acumulación de lodos, y pasó de agua hacia el desarenador.

Figura 3.26: Cribado condiciones apropiadas.

3.2 Desarenador.

Al funcionar este sistema en base a propiedades físicas que tienen las arenas, mismas que también serán separadas del proceso biológico únicamente podremos diagnosticarlo mediante análisis simples por parte del operador en turno.

Figura 3.27: Desarenador en condiciones no aptas.

3.3.1 Color.

Cuando se presentase un color negro como consecuencia de la formación de lodo séptico, se debe asumir que el desarenador necesita de una limpieza de manera instantánea debido al arrastre de arenas por parte de toda el área de aporte o como consecuencia del alcantarillado combinado del sector, para así evitar sedimentación de partículas no biodegradables que pudieran traer problemas en los procesos siguientes de la PTAR.

Cuando se presente en el sistema un color rojizo implica que el camal de la zona está descargando sus aguas de manera directa, tales descargas se producen de manera puntual en ciertos días de la semana(lunes, miércoles, viernes y domingo) y en horas especificas (5 am a 9 am) pero que al dejar ser pasada esta agua hacia el proceso biológico interferirá en el correcto funcionamiento ya que la planta fue diseñada para depurar hasta ciertos rangos y solamente para aguas domésticas, por lo que esta agua considerada industrial deberá ser desviada de manera controlada proveyendo de nutrientes tanto al sistema de manera adecuada y también no alterando el nicho de las bacterias presentes en los bioreactores.

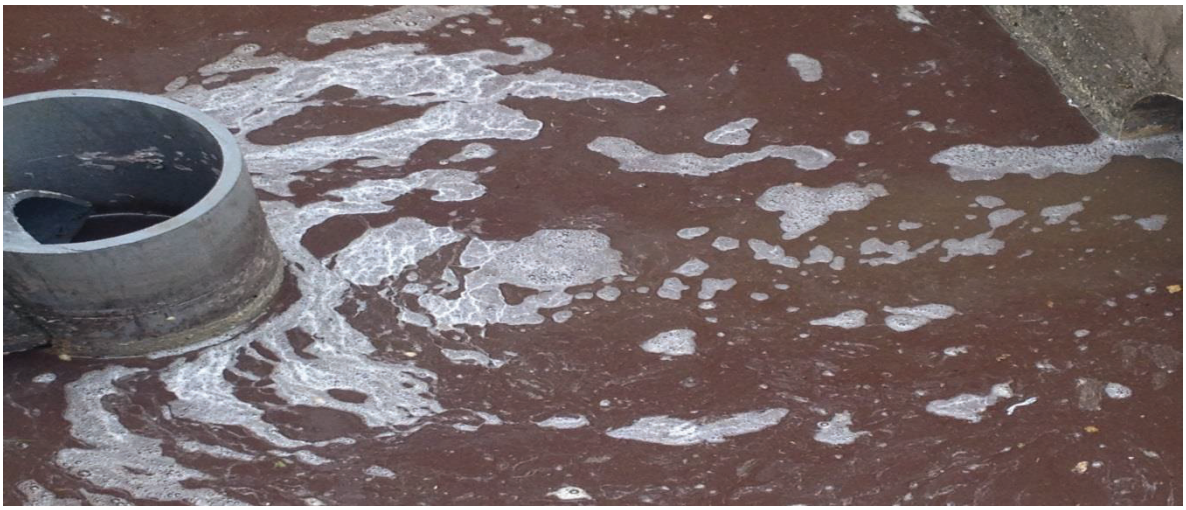


Figura 3.28: Desarenador con presencia de descargas del camal.

3.3.2 Altura de arenas

Se diagnostica también una mala operación y mantenimiento del sistema cuando se presenten alturas superiores al 30% de la altura total de la estructura, por lo que la forma en la cual se recupera la capacidad física en su totalidad es retirándolas de manera inmediata mediante una bomba de succión o por parte de camiones hidrosuccionadores los cuales transportaran estos desechos hacia lugares adecuadas para su disposición final. Las arenas que han sido evacuadas por parte de la bomba de succión pasaran a un secado rápido en base a la exposición directa al sol para después ser depositados en el terreno aledaño a la PTAR mismo que al contar con nutrientes específicos para la crianza de cobertura vegetal evitaran la erosión.

Figura 3.29. Desarenador limpieza camiones hidrosuccionadores

Figura 3.30: Desarenador limpieza camiones hidrosuccionadores.

3.4 Tanque de Captación.

Dentro del diagnóstico en el tanque de captación al ser la segunda cámara o estructura que se encuentra en la PTAR y al ser diseñada y elaborada después el desarenador deberíamos contar únicamente con agua residual sin ninguna presencia de solido de gran tamaño o arenas, pero no es así ya que al tener un desarenador con una estructura útil muy pequeña no logramos los tiempos adecuados de sedimentación, pudiendo también presentarse este problema como consecuencia de la velocidad de flujo del agua residual a tratarse en la PTAR.

Para evitar la presencia de arenas o sólidos en las bombas que se encuentran en este sistema se ha implementado dos tanques con perforaciones horizontales en cada una de las bombas de succión presentes, mismas que conducirán el agua hacia el tanque de homogenización; estos tanques no permitirán el ingreso de las partículas hacia las hélices de las bombas y producir un atascamiento de las mismas.

Figura 3.31: Tanques para protección de las bombas.

Al presentarse esta solución operativa a la PTAR debemos también realizar una limpieza del tanque de captación mismo que será realizado con la ayuda de la bomba de succión o el camión hidrosuccionador.

3.4.1 Bombas sumergibles.

A abril del 2016 la planta se encuentra de manera alternada con dos bombas sumergibles de succión en el tanque de captación, mismas que pueden operar de manera manual o automática dependiendo de las necesidades o los mantenimientos preventivos o correctivos electromecánicos que se realizaran en la PTAR. La manipulación de estas bombas se las podrá realizar de manera directa desde el tablero de control.

Las dos bombas se encuentran conectadas a un mismo sensor de nivel (flotador) el cual dará la pauta para succión de la bomba, este caudal de ingreso a la PTAR deberá ser el ya establecido en base a los diseños realizados, con un ajuste en el espejo de agua por parte del personal de mantenimiento del Departamento de Tratamiento de Aguas residuales.

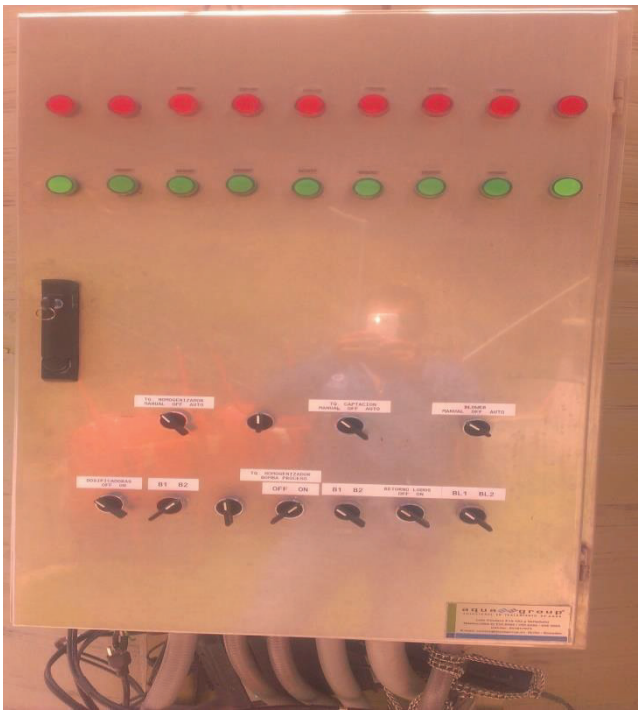


Figura 3.32: Tablero de control.

Al entrar las bombas en funcionamiento de manera alterna se brindara a las mismas un tiempo de descanso adecuado para no sobrecalentar los motores y con ello alargar los tiempos de vida útil.

Figura 3.33. Instalación bombas de succión.

3.4.2 Bypass.

El diagnóstico del bypass no se lo podrá realizar de manera general ya que entrara en funcionamiento cuando se presentasen daños considerables en las bombas de succión o cuando el operador de turno no se haya percatado de descargas ilícitas provenientes del sector que aumentaron el caudal y que sobrepasan la capacidad de succión de las bombas presentes en este tanque.

El funcionamiento del by-pass también entrara en funcionamiento cuando se vayan a realizar limpiezas del mismo pero en tiempo muy cortos para así evitar la contaminación del rio.

Anteriormente el bypass era utilizado de forma continua, ya que no se contaba con dos bombas de succión por lo que la avería de una de estas provocada la paralización del sistema de forma total. Cabe mencionar, que en el transcurso del año 2015 se realizó la repotenciación de la planta de tratamiento por lo que cada proceso cuenta con su bypass el cual entrara en funcionamiento dependiendo de las necesidades que se presenten ese momento o en base a planificaciones realizadas por el DTAR.

Figura 3.34. Bypass del tanque de captación.

Nota: se deberá considerar el diseño de una cubierta para el tratamiento primario ya que al presentarse precipitaciones se estará incrementando el volumen de agua presente en los tanques, mismas que no deberá entrar al sistema.

3.4.3 Tanque de Homogenización.

Este proceso es el cual amortigua las cargas orgánicas y brindara una homogenización de todos los componentes orgánicos presentes en el proceso, su correcto funcionamiento brindara las condiciones adecuadas para el traspaso de agua a los siguientes procesos. La puesta en marcha de las bombas sumergibles presentes en la estructura actúa dependiendo de los niveles de agua.

La principal característica observable en este proceso para un dar el visto bueno al diagnóstico, es que se debe evidenciar una mezcla homogénea y de forma continua en cada una de las partes útiles de la estructura, evitando zonas muertas y la formación de lodo séptico que pudiese dañar completamente el proceso, al contar este proceso en su interior con una bomba auto-cebante de inyección de oxígeno se descarta de forma total todos estos problemas y además estaremos brindando condiciones adecuadas para que las bacterias presentes en el mismo como consecuencia del retorno de lodos encuentren las facilidades para su actuación y sobrevivencia.

No hay que olvidar que el tanque fue únicamente diseñado para la estabilización de todo el agua del tren de tratamiento, pero al presentarse ya la inclusión de inyección de oxígeno para mejorar la depuración del agua se ha creado ya las condiciones de un bioreactor con generación de biomasa por lo que desde este proceso ya se presenta la depuración y remoción de materia orgánica. Este tanque no fue considerado para la medición de análisis de laboratorio y posteriormente eficiencias de la PTAR ya que el agua propia para el tratamiento y la que no se encuentra con procesos largos de retención hidráulica es la que se presenta en el tanque de captación.

Este tanque es importante porque presenta el retorno de lodos y en un hipotético caso de no formación de biomasa en los bioreactores, este brindara las condiciones de arranque.

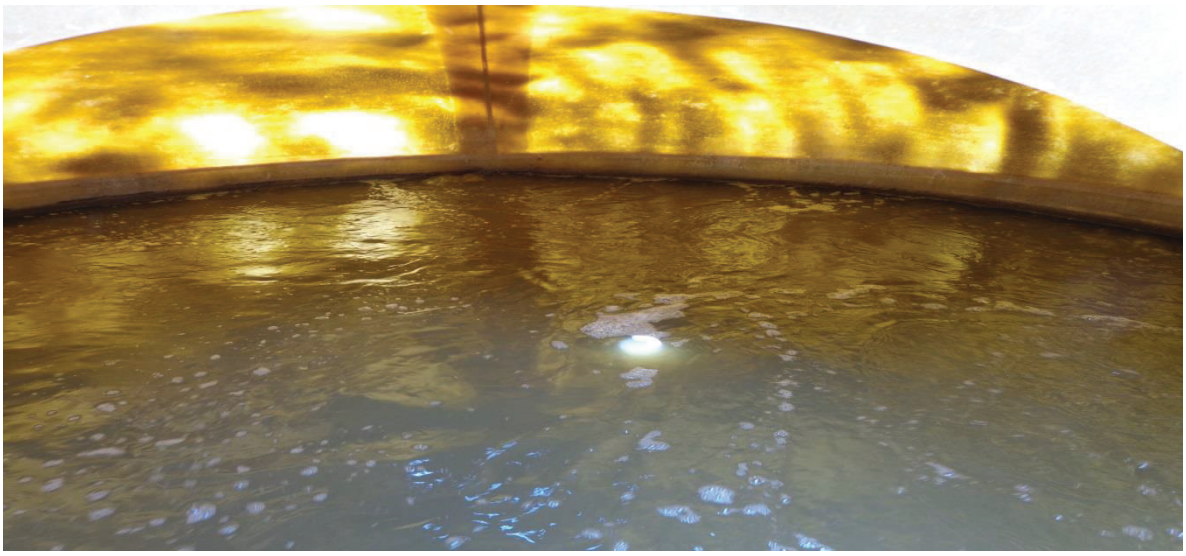


Figura 3.35: Vista interna tanque de homogenización.

3.5 Reactores Biológicos.

El principal diagnostico que se podrá realizar en el bioreactor comprende en el análisis en base al color flotante o también confundido como espuma ya que en base a la percepción de este podremos notar la edad del lodo o los procesos que ameritan para que sigua marchando de buena forma como puede ser el aumento o disminución de tiempos en el retorno de lodos o el aumento o disminución de tiempos en lo que tiene que ver a las purgas cuando se haya producido lisis o muerte celular.

Se requiere un control sobre algunas variables operacionales del sistema de tratamiento. Las más importantes son: las concentraciones de oxígeno disuelto y sólidos suspendidos en el líquido dentro del reactor las cuales por el momento se las puede constatar en los registros operacionales tomados por el operador en turno los cuales en horas ya establecidas registran cada uno de estos y tendrán una visión clara de las medidas que deberán tomar para un control bajo control, además se deberá incluir la relación F/M, la edad del barro qc y los caudales de purga y recirculación.

El principal parámetro a ser monitoreado de manera continua deberá ser el oxígeno disuelto ya que en base a la inyección de este se tendrá las condiciones adecuadas para la correcta supervivencia de la biomasa o las bacterias.

El control sobre la concentración de OD (valores del orden de 2 mg/l) tiene como beneficio:

- Disminuir la posibilidad de proliferación de algunos tipos de organismos filamentosos
- Evitar la anaerobiosis del barro biológico
- Ahorrar energía de aireación

Si la concentración de oxígeno disuelto es superior al valor recomendado, se pierde oxígeno sin ser aprovechado; y en concentraciones menores, es ineficiente.

Si OD > 2 mg/l, predomina la resistencia de la transferencia del gas al líquido
Si OD < 1,5 mg/l, predomina la resistencia de la transferencia del líquido al sólido.
Si OD es » 1,5 – 2 mg/l, el floc biológico se mantiene con OD, y el sistema de tratamiento resulta aerobio. Si el gradiente es bajo, se pueden generar zonas anaerobias dentro del floc biológico, generándose gases por lo que la densidad del floc disminuye y el lodo biológico tiende a flotar, sin incorporarse en la masa del líquido.

- Mantener las relaciones F/M(alimento/microorganismo) o edades del barro compatibles con el buen funcionamiento del proceso biológico, para lograr los beneficios:
- Evitar condiciones de “bulking”
- Mantener la calidad promedio del líquido residual tratado
- Minimizar las sobrecargas sobre le etapa de sedimentación secundaria

Tanto la relación F/M como qc pueden ser controladas a través de la purga de barros.
No es necesario estimar la temperatura de operación en el lodo activado, por la cantidad de biomasa según consta en muchos libros, pero se lo ha tomado como mediada de referencia en el registro operacional ya que este podrá acelerar las reacciones químicas que puedan existir dentro del bioreactor.

3.5.1 Blower.

La PTAR concluyo la fase de repotenciación en el cual se instaló un blower adicional de las mismas características el cual funciona de forma alterna al ya colocado, para poder así dar tiempos de descanso a cada uno de estos. Además de esta consideración al ser uno de los componentes principales de la PTAR y proceso básico para la generación de lodo aerobio y no formación de zonas muertas se realiza mantenimiento preventivo e inspecciones constantes por parte de los técnicos encargados y así revisar cada una de las posibles averías que pudieran generar problemas como son:

- Elementos de funcionamiento mecánico como por ejemplo partes móviles, rodamientos, ventilador, etc.
- Elementos de funcionamiento eléctrico
- Lubricación

Figura 3.36: Mantenimiento preventivo Blower.

Hay que tener en cuenta que siempre para verificar el estado del blower se iniciara con una medición de paso de corriente y voltaje con el multímetro en el tablero de control para poder después de eso comprobar si existiera alguna alteración que pudiese generar molestia.

3.5.2 Difusores.

El diagnostico de los difusores se podrá evaluar de la manera en que el aire inyectado llegue hasta la superficie de los bioreactores, ya que al no contar con tanques de almacenamiento para realizar mantenimientos de los difusores y poder depositarlos en otro lugar, simplemente podremos constatar la cantidad de movimiento que existiese en la superficie.

Figura 3.37: Difusores dentro del bioreactor

Igualmente la cantidad de aire inyectado por parte de los blower pero esparcido por burbuja fina por parte de los difusores simplemente se los podrá regular en base al estrangulamiento de la tubería de paso colocado posteriormente a la bomba.

La planta fue diseñada con un venturi el cual realizaba la función de inyección de oxígeno, pero al no generarse lodo para el tratamiento biológico se recurrió a la inclusión de blowers el cual brindara las condiciones necesarias para la supervivencia y mantenimiento de la biomasa en base a los niveles requeridos de 2mg/l para los bioreactores.

3.6 Sedimentador Secundario.

Comprende el penúltimo paso del tratamiento en el cual cada una de las partículas no retenidas en el tratamiento primario y lodo generado en el tratamiento biológico deberán sedimentarse y posteriormente ser purgadas o retornadas al proceso dependiendo de las condiciones en que estés se encuentren.

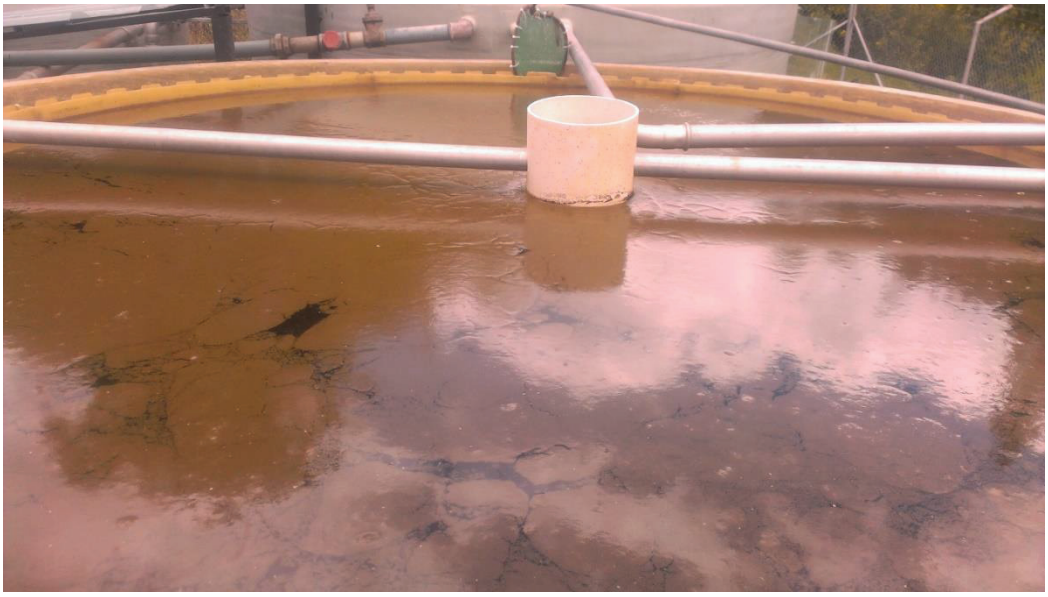


Figura 3.38: Sedimentador secundario.

La PTAR consta de dos válvulas de paso las cuales direccionaran los lodos hacia cada uno de las partes dependiendo de su edad, a continuación se explicaran cada una de ellas.

- Válvula de purga
- Válvula de retorno de lodos

La válvula de purga es dirigida de forma directa hacia los lechos de secado en los cuales se realizara la deshidratación de lodos y posterior disposición de los mismos. Los lodos que se generasen en este proceso al ser un tratamiento biológico con aireación extendida saldrán estabilizados, lo que significa que en su composición no contaran con contaminantes que pudiesen afectar otros medios.

La válvula de retorno de lodos es dirigido hacia un pequeño tanque de almacenamiento en el cual se encuentra ubicada una bomba sumergible que funciona mediante un sensor de altura, este lodo considerado joven y que pudiese

mantener la cantidad de biomasa en los diferentes tanques es retornado hacia el tanque de homogenización. El tanque de almacenamiento anteriormente explicado es la única estructura que por el momento no cuenta con una bomba alterna por lo que la solución a esta medida es dirigir el lodo de forma directa del sedimentador secundario hacia el tanque de captación por gravedad, proceso que cuenta con las mismas características de adición de biomasa.

Figura 3.39: Tanque de retorno de lodos

De forma teórica se menciona que el 30 por ciento del volumen de los bioreactores debe retornar al proceso, pero esto ya en la práctica variara en función de la cantidad y calidad del afluente.

El parámetro en sitio el cual controlara el funcionamiento y nos dará una idea clara de la cantidad de solidos a sedimentarse en el clarificador es los sólidos sedimentables el cual se medido en con un volumen de 1 litro en un lapso de media o una hora, mismo que será anotado de forma continua en el registro operacional por parte del personal en turno; además, se medirá de forma continua el caudal de retorno de lodos.

3.7 Desinfección.

El proceso de desinfección cuenta con dos bombas de inyección de hipoclorito de calcio, las cuales por goteo dotan del desinfectante que eliminara de forma total los patógenos presentes en el agua. El medio de verificación de una correcta desinfección es bajo los análisis de E. coli y coliformes totales los cuales deberán cumplir con los límites permisibles de descarga a cuerpo de agua dulce. Tabla 9 anexo 1 del libro IV del TULSMA

EMPRESA PÚBLICA METROPOLITANA DE AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO				
DEPARTAMENTO DE PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES				
RESULTADOS DE ANÁLISIS DE LABORATORIO PTAR NONO				
MES:			**Fecha de Toma:**	
Orden:			**Muestra Afluente:**	
			Muestra Efluente:	
Normativa:	ACUERDO MINISTERIAL 028 SUSTITUYE EL LIBRO VI DEL TULSMA(13 DE FEBRERO DEL 2015)		Tabla 10. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce	
Parámetro	***Unidades***	***Valor Norma***	***Valor Afluente***	***Valor Efluente***
Temperatura	°C	< 40		
pH	-	6 - 9		
Conductividad	us/cm	-		
Sólidos Totales Disueltos	us/cm	-		
Sólidos Totales (gravimetrico)	-	1600		
Sólidos Suspendidos Volatiles (gravimetricos)	mg/L	-		
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	200		
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO 5)	mg/L	100		
Grasas y Aceites	mg/L	30		
Tensoactivos	mg/L	0,5		
Nitrogeno Total Kjeldhal	mg/L	50		
Nitratos	mg/L	-		
Nitrogeno de Amoniaco	mg/L	-		
Fósforo Total	mg/L	10		
Coliformes Totales	NMP/100 mL	-		
Escherichia Coli	NMP/100 mL	10000		

Figura 3.40: Tanque de cloración y normativa

Los mayores inconvenientes suscitados en este proceso es la falta de una mezcla homogénea en el tanque de reserva del hipoclorito de calcio, en el cual se genera sedimentación, y por otra parte es la adición de cloro es efectuada solamente a nivel superficial del tanque de agua, con un tiempo de contacto únicamente en el agua superficial, por lo que cuando se presente la descarga el cloro será decreciente con relación al volumen de agua.

Figura 3.41: Tanque de almacenamiento del desinfectante

Al presentarse esta condición de no tener una homogenización completa del efluente, no se podrá garantizar el cloro residual requerido para el agua.

Los análisis de presencia de cloro se los realiza también como medio operacional por el método de comparación visual y colorímetro.

El efluente analizado tanto de nuestra parte como en la observación en base a análisis históricos nos muestra una gran remoción de patógenos en base al proceso total mismo que será reflejado en el acápite de los análisis de resultados.

3.8 Lechos de secado

Al mencionar esta estructura podremos notar una falla de forma evidente, ya que este sistema no cuenta con un techo movible el mismo que permitirá la

deshidratación de lodos y la obstrucción de adición de agua cuando se presenten precipitaciones. De la misma manera, al no contar con esta estructura los lodos depositados con la adición de agua generaran malos olores y la proliferación de vectores que pudiesen causar enfermedades.

Igualmente el lecho filtrante que permitía el paso del agua para su deshidratación colapso por lo que de forma inmediata se deberá realizar un cambio del mismo.

Figura 3.42: Lechos de secado luego de precipitaciones.

3.9 Análisis de laboratorio.

La programación de recolección de muestras se lo realizo de manera continua por el periodo de una semana la cual nos dará una idea clara de los cambios de cargas contaminantes presentes en la zona a través del tiempo, se lo efectuó de esta forma ya que la parroquia de NONO es considerada turística y por consecuencia la población flotante aumenta de forma notable los fines de semana.

Continuando con estas consideraciones el muestreo se lo realizo desde el sábado 28 noviembre del 2015 al viernes 04 de diciembre del 2015. De esta manera los métodos utilizados para el monitoreo se consideró que poder contar con valores representativos que nos ayuden a visualizar el correcto funcionamiento de la planta se debía realizar muestras compuestas durante el día de proceso que comprendió de 5am a 7pm horario considerado de descargas de mayor carga.

Los parámetros realizados corresponden a aquellos que nos pudieran brindar una visión general y clara de las eficiencias en cada uno de los procesos por medio de la remoción.

Los datos considerados para el estudio fueron:

Afluente. (TANQUE DE CAPTACIÓN)

- Demanda Bioquímica de Oxigeno
- Demanda Química de Oxigeno
- Solidos totales
- Coliformes Fecales
- Coliformes totales

Bioreactor.

- Demanda Bioquímica de Oxigeno
- Demanda Química de Oxigeno
- Solidos totales

Sedimentador secundario.

- Demanda Bioquímica de Oxigeno
- Demanda Química de Oxigeno
- Solidos totales

Efluente.

- Demanda Bioquímica de Oxigeno
- Demanda Química de Oxigeno
- Solidos totales
- Coliformes Fecales
- Coliformes totales

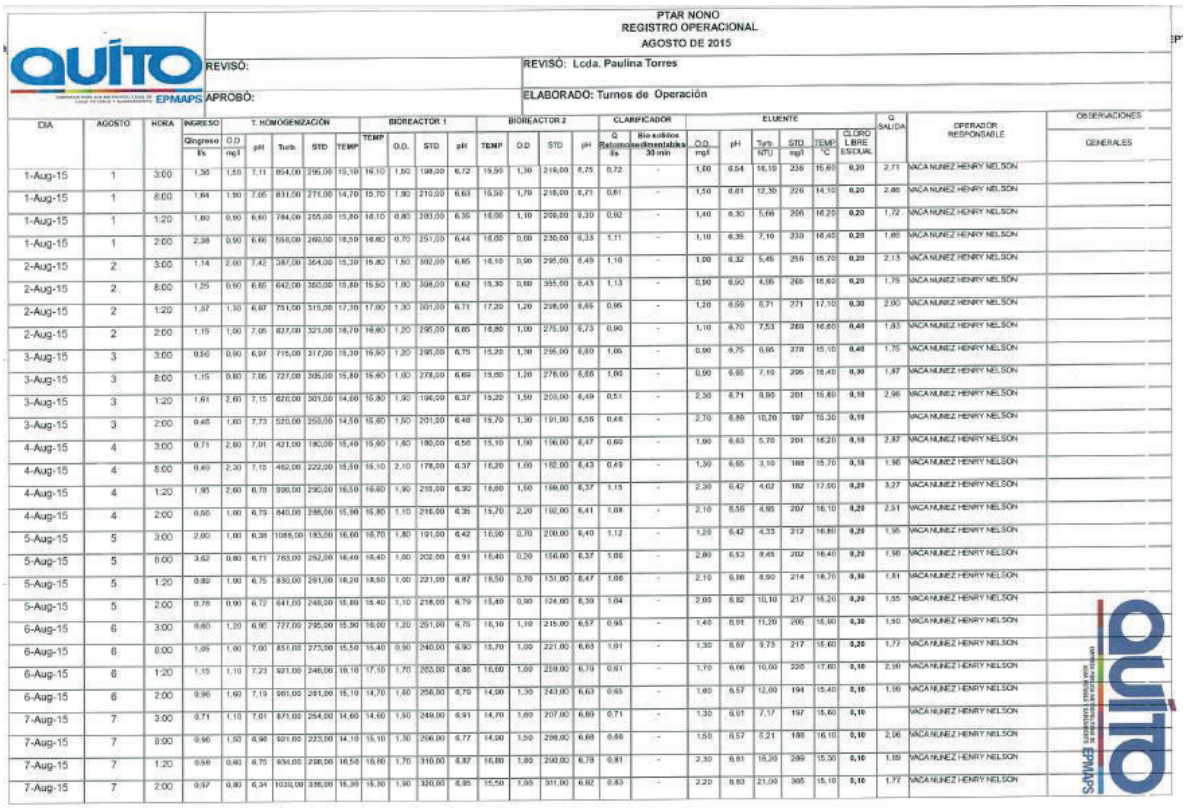
Se determinó la toma de muestras en cada una de estas partes ya que se pretende establecer la remoción en cada uno de los procesos, sin embargo al ser un tratamiento con retorno de lodos nos encontraremos en el agua de afluente con la adición de biomasa por lo que aumentara la cantidad materia orgánica.

Figura 3.43: Toma de muestras

Luego de la recolección de cada una de las muestras se cumplió con las condiciones que debe cumplir para un posterior análisis confiable.

En lo que tiene que ver a la realización de los análisis requeridos no se necesitó de preservantes ya que son análisis que cumplen con la condición de Físico Químicos, por lo que únicamente se los mantuvo a una temperatura de 4°C para así poder transportarlo hacia el lugar indicado.

Adicionalmente cuando se recogió de forma completa la muestra, se tomaron parámetros que pudieran darnos una idea de que condiciones de agua estamos obteniendo en cada proceso mismo que evidencian los siguientes resultados.



PTAR NONO
REGISTRO OPERACIONAL
AGOSTO DE 2015

REVISÓ:
APROBÓ:
REVISÓ: Lcda. Paulina Torres
ELABORADO: Turnos de Operación

DIA	AGOSTO	HORA	INGRESO	T. HOMOGENIZACIÓN				BIOREACTOR 1				BIOREACTOR 2				CLARIFICADOR		ELUENTE					Q SALIDA	OPERADOR RESPONSABLE	OBSERVACIONES
			Qingreso l/s	O.D mg/l	pH	Turb.	STD	TEMP	TEMP	O.D.	STD	pH	TEMP	O.D	STD	pH	Q Retorno l/s	Bio sólidos sedimentables 30 min	O.D. mg/l	pH	Turb NTU	STD mg/l	TEMP °C	CLORO LIBRE ESCUAL		GENERALES
1-Aug-15	1	3:00	1,36	1,50	7,11	854,00	295,00	15,10	16,10	1,50	198,00	6,72	15,50	1,30	219,00	6,75	0,72	-	1,00	6,54	16,10	236	16,60	0,20	2,71	VACA NUNEZ HENRY NELSON	
1-Aug-15	1	6:00	1,64	1,90	7,05	831,00	271,00	14,70	15,70	1,90	210,00	6,63	15,50	1,70	216,00	6,71	0,61	-	1,50	6,61	12,30	226	14,10	0,20	2,86	VACA NUNEZ HENRY NELSON	
1-Aug-15	1	1:20	1,60	0,90	6,60	784,00	255,00	15,80	16,10	0,80	283,00	6,35	16,00	1,10	209,00	6,30	0,92	-	1,40	6,30	5,66	206	16,20	0,20	1,72	VACA NUNEZ HENRY NELSON	
1-Aug-15	1	2:00	2,38	0,90	6,66	556,00	269,00	16,50	16,60	0,70	251,00	6,44	16,60	0,00	230,00	6,33	1,11	-	1,10	6,35	7,10	230	16,40	0,20	1,66	VACA NUNEZ HENRY NELSON	
2-Aug-15	2	3:00	1,14	2,00	7,42	387,00	364,00	15,30	15,80	1,50	302,00	6,85	16,10	0,90	295,00	6,49	1,10	-	1,00	6,32	5,46	256	16,70	0,20	2,13	VACA NUNEZ HENRY NELSON	
2-Aug-15	2	6:00	1,25	0,90	6,65	642,00	350,00	15,80	15,50	1,00	306,00	6,62	15,30	0,80	355,00	6,45	1,13	-	0,90	6,90	4,65	265	16,60	0,20	1,75	VACA NUNEZ HENRY NELSON	
2-Aug-15	2	1:20	1,37	1,30	6,67	751,00	315,00	17,30	17,00	1,30	301,00	6,71	17,20	1,20	296,00	6,65	0,95	-	1,20	6,59	6,71	271	17,10	0,30	2,00	VACA NUNEZ HENRY NELSON	
2-Aug-15	2	2:00	1,15	1,00	7,05	827,00	321,00	16,70	16,80	1,20	295,00	6,65	16,80	1,00	275,00	6,73	0,90	-	1,10	6,70	7,53	269	16,60	0,40	1,83	VACA NUNEZ HENRY NELSON	
3-Aug-15	3	3:00	0,90	0,90	6,97	715,00	317,00	15,20	15,90	1,20	295,00	6,75	15,20	1,30	295,00	6,60	1,05	-	0,90	6,75	6,65	278	15,10	0,40	1,75	VACA NUNEZ HENRY NELSON	
3-Aug-15	3	6:00	1,15	0,80	7,05	727,00	305,00	15,80	15,90	1,00	278,00	6,69	15,80	1,20	276,00	6,66	1,06	-	0,90	6,65	7,10	295	16,40	0,30	1,87	VACA NUNEZ HENRY NELSON	
3-Aug-15	3	1:20	1,61	2,60	7,15	620,00	301,00	14,60	15,30	1,90	196,00	6,37	15,20	1,50	200,00	6,49	0,51	-	2,30	6,71	8,90	201	15,80	0,10	2,96	VACA NUNEZ HENRY NELSON	
3-Aug-15	3	2:00	0,46	1,60	7,73	520,00	250,00	14,50	15,60	1,50	201,00	6,48	15,70	1,30	191,00	6,56	0,46	-	2,70	6,86	10,20	197	15,30	0,10		VACA NUNEZ HENRY NELSON	
4-Aug-15	4	3:00	0,71	2,60	7,01	421,00	180,00	15,40	15,90	1,80	180,00	6,56	15,10	1,90	196,00	6,47	0,69	-	1,90	6,63	5,70	201	16,20	0,10	2,87	VACA NUNEZ HENRY NELSON	
4-Aug-15	4	6:00	0,49	2,30	7,15	462,00	222,00	15,30	16,10	2,10	178,00	6,37	16,20	1,60	182,00	6,43	0,49	-	1,30	6,65	3,10	188	15,70	0,10	1,96	VACA NUNEZ HENRY NELSON	
4-Aug-15	4	1:20	1,95	2,60	6,70	936,00	290,00	16,10	16,60	1,90	215,00	6,30	16,60	1,50	199,00	6,37	1,15	-	2,30	6,42	4,62	182	17,00	0,20	3,27	VACA NUNEZ HENRY NELSON	
4-Aug-15	4	2:00	0,50	1,00	6,79	840,00	288,00	15,90	15,80	1,10	216,00	6,35	15,70	2,20	192,00	6,41	1,08	-	2,10	6,58	4,95	207	16,10	0,20	2,51	VACA NUNEZ HENRY NELSON	
5-Aug-15	5	3:00	2,00	1,00	6,38	1088,00	183,00	16,60	16,70	1,80	191,00	6,42	16,90	0,70	200,00	6,40	1,12	-	1,20	6,42	4,33	212	16,80	0,20	1,95	VACA NUNEZ HENRY NELSON	
5-Aug-15	5	6:00	3,62	0,80	6,71	763,00	252,00	16,40	16,40	1,00	202,00	6,91	16,40	0,20	156,00	6,37	1,06	-	2,80	6,53	8,45	202	16,40	0,20	1,98	VACA NUNEZ HENRY NELSON	
5-Aug-15	5	1:20	0,80	1,00	6,75	830,00	261,00	16,20	16,50	1,00	221,00	6,87	16,50	0,70	151,00	6,47	1,08	-	2,10	6,66	8,90	214	16,70	0,30	1,81	VACA NUNEZ HENRY NELSON	
5-Aug-15	5	2:00	0,75	0,90	6,72	641,00	248,00	15,80	15,40	1,10	216,00	6,79	15,40	0,90	124,00	6,39	1,04	-	2,00	6,82	10,10	217	16,20	0,20	1,55	VACA NUNEZ HENRY NELSON	
6-Aug-15	6	3:00	0,80	1,20	6,90	727,00	295,00	15,90	16,00	1,20	251,00	6,75	16,10	1,10	215,00	6,57	0,95	-	1,40	6,91	11,20	205	15,90	0,30	1,90	VACA NUNEZ HENRY NELSON	
6-Aug-15	6	6:00	1,06	1,00	7,00	851,00	273,00	15,50	15,40	0,90	240,00	6,90	15,70	1,00	221,00	6,63	1,01	-	1,30	6,67	9,73	217	15,60	0,20	1,77	VACA NUNEZ HENRY NELSON	
6-Aug-15	6	1:20	1,15	1,10	7,23	921,00	246,00	16,10	17,10	1,70	265,00	6,86	16,00	1,00	209,00	6,79	0,61	-	1,70	6,66	10,00	226	17,60	0,10	2,00	VACA NUNEZ HENRY NELSON	
6-Aug-15	6	2:00	0,96	1,60	7,19	961,00	281,00	15,10	14,70	1,60	256,00	6,79	14,90	1,30	243,00	6,63	0,65	-	1,60	6,57	12,00	194	15,40	0,10	1,98	VACA NUNEZ HENRY NELSON	
7-Aug-15	7	3:00	0,71	1,10	7,01	871,00	254,00	14,60	14,60	1,50	249,00	6,91	14,70	1,60	207,00	6,69	0,71	-	1,30	6,61	7,17	197	15,60	0,10		VACA NUNEZ HENRY NELSON	
7-Aug-15	7	6:00	0,96	1,50	6,96	921,00	225,00	14,10	15,10	1,30	206,00	6,77	14,00	1,50	299,00	6,68	0,68	-	1,50	6,57	5,21	188	16,10	0,10	2,06	VACA NUNEZ HENRY NELSON	
7-Aug-15	7	1:20	0,56	0,80	6,75	634,00	298,00	16,50	16,80	1,70	310,00	6,87	16,80	1,80	290,00	6,78	0,91	-	2,30	6,61	18,20	289	15,30	0,10	1,89	VACA NUNEZ HENRY NELSON	
7-Aug-15	7	2:00	0,97	0,80	6,34	1030,00	336,00	15,30	15,30	1,90	320,00	6,95	15,50	1,95	311,00	6,82	0,83	-	2,20	6,63	21,00	305	15,10	0,10	1,77	VACA NUNEZ HENRY NELSON	

Tabla 3.23: Registro operacional PTAR NONO

Una vez realizado todos los análisis por parte del laboratorio requerido se procedió a analizar los resultados, mismos que para nuestro estudio se obtuvo la curva con la variación de DBO que pudiese existir en los diferentes días del proceso de la PTAR y así concluir con los diferentes variantes que puede haber en la carga con respecto a los días.

3.9.1 Variación diaria DBO afluente.

AFLUENTE	**DBO (mg/l)**
SABADO 28/11/2015	239,62
DOMINGO 29/11/2015	69,07
LUNES 30/11/2015	88,22
MARTES 01/12/2015	164,1
MIERCOLES 02/12/2015	223,66
JUEVES 03/12/2015	270,61
VIERNES 04/12/2015	143,72

Tabla 3.24. Resultados DBO afluente.

Los resultados nos dan una evidencia clara de las condiciones en las que el agua entra a la PTAR y su resultado dependerá de la población presente en el sector producto de las económicas de la zona.

Se puede concluir que los días sábados son los días en los que se presenta mayor población flotante en virtud de los diferentes lugares turísticos que ofrece la zona, producto de esto el aumento de la DBO en base a la carga presente por las descargas domésticas.

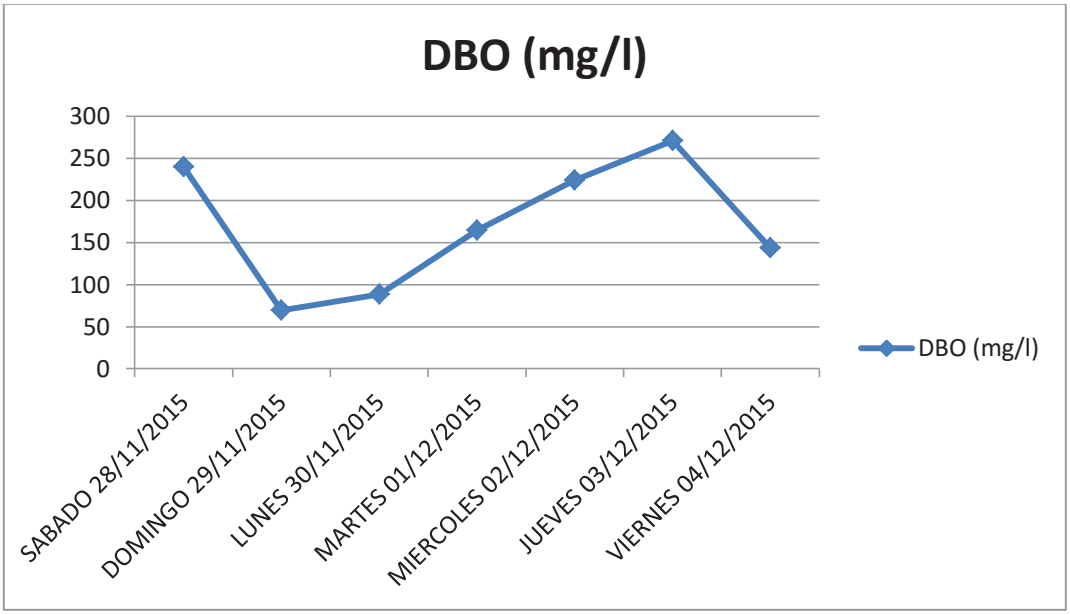


Figura 3.44: Variación diaria DBO

Una DBO alta no indicara que se requiere una gran cantidad de oxígeno para descomponer la materia orgánica contenida en el agua por lo que las descargas clandestinas que alterasen los procesos de la PTAR deben evitarse por parte del operador, ya que puede ocasionar alteraciones en el proceso biológico y propiamente a la biomasa.

Como consideración especial se debe tener en cuenta que es más manejable una muestra con DBO alto ya que brinda el alimento suficiente a las bacterias y a través de este proceso el lodo generado continuara en crecimiento.

Los días domingo lunes y martes se los pueden considerar como aquellos en los cuales se descargan netamente descargas domesticas por lo valores presentados,

hay que tener en cuenta que el alcantarillado del sector es combinado por lo que cualquier descarga pudiera generar dilución de muestra.

Los días miércoles, jueves y viernes son días en los cuales aumentan la DBO en función de la cantidad de animales matados en el camal, ya que es de conocimiento general por parte de los pobladores que estos días se realiza faenamiento, con posterior descarga también de componentes de los lavados de los corrales.

3.9.2 Variación diaria DQO.

AFLUENTE	DQO (mg/l)
SABADO 28/11/2015	709
DOMINGO 29/11/2015	168
LUNES 30/11/2015	207
MARTES 01/12/2015	371
MIERCOLES 02/12/2015	452
JUEVES 03/12/2015	591
VIERNES 04/12/2015	401

Tabla 3.25: Variación DQO

Se produce por vertidos residuales en forma de corrientes acuosas que contienen compuestos orgánicos no biodegradables y métodos refractarios a la oxidación biológica.

El nivel más alto generado en la DQO es el día sábado, por lo que se corrobora que la descarga con mayor presencia de carga corresponden a esta día de la semana, en función de las diferentes descargas por parte del sector, además de tomar en cuenta que los niveles de DQO pueden incrementarse más en función de descargas no domésticas y al no contar con un catastro en el cual se pueda controlar cada una de las descargas todas estas terminaran en la PTAR estudiada.

La curva de carga que podemos evidenciar en función de los días es la siguiente.

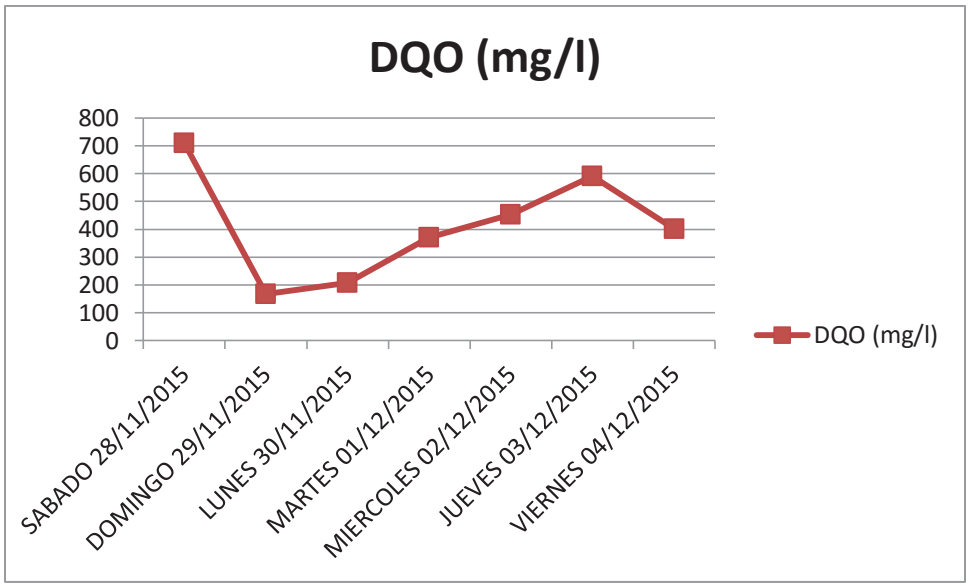


Figura 3.45: Variación DQO.

Al analizar el grafico igualmente nos da una visión clara de carga creciente que existe en función de las actividades realizadas en el sector.

3.9.3 Variación solidos totales.

AFLUENTE	ST (mg/l)
SABADO 28/11/2015	634
DOMINGO 29/11/2015	6429
LUNES 30/11/2015	450
MARTES 01/12/2015	358
MIERCOLES 02/12/2015	410
JUEVES 03/12/2015	678
VIERNES 04/12/2015	424

Tabla 3.26. Variación ST

Los sólidos que se presentan en el agua residual pueden ser de tipo orgánico y/o inorgánico y provienen de las diferentes actividades industriales. Los sólidos se clasifican como: sólidos totales, sólidos en suspensión, sólidos totales disueltos, sólidos totales volátiles y sólidos volátiles en suspensión. Hemos evaluado nosotros solidos sedimentables ya que nos darán una visión en su totalidad de las partículas que ingresan al proceso ya que este parámetro actúa de forma directa para la formación de lodos que se produce en el sistema de tratamiento o disposición.

En la siguiente figura se puede observar la derivación de los sólidos presentes en el agua residual.

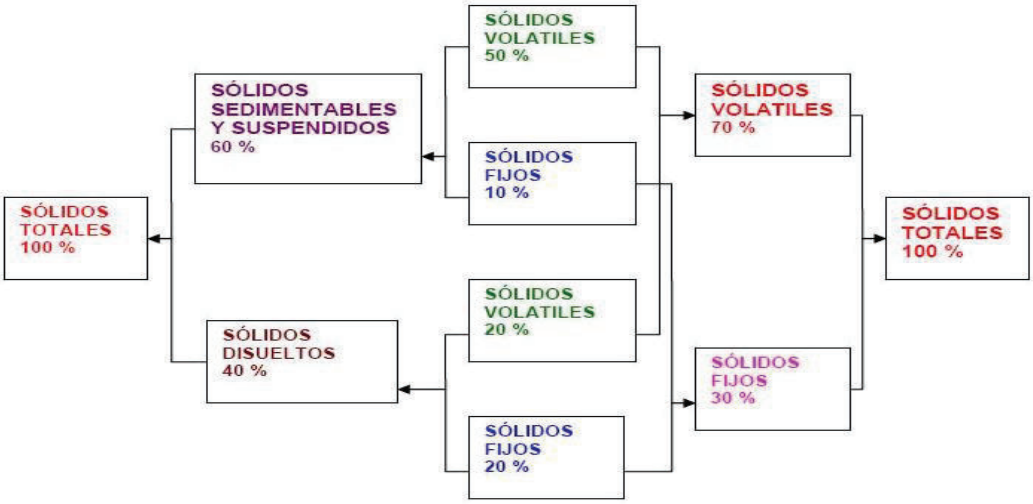


Figura 3.46: Composición de los sólidos.

Evaluamos este parámetro ya que es directamente proporcional a la formación de lodos por lo que nos dará una pauta de la formación de la biomasa y de las eficiencias que genera la PTAR.

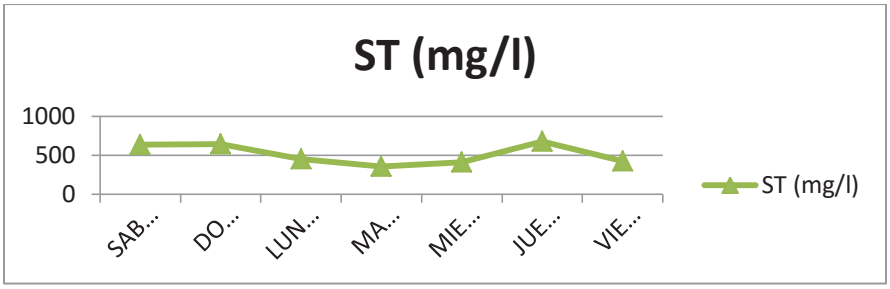


Figura 3.47: Variación solidos totales diario.

3.9.4 Eficiencias en procesos.

La determinación tanto en eficiencia representado en porcentaje como remoción en plantas de aguas residuales puede resultar de una u otra manera un tema complejo, debido a las variaciones que se producen tanto en flujos de agua que existen tanto en el ingreso (afluente) como la salida (efluente), así también debido al tiempo de retención del agua hacer tratada en el sistema.

De esta manera, el porcentaje de eficiencia lo que intenta conseguir es medir es la capacidad de degradación de materia orgánica en los procesos del sistema. Por lo tanto, se puede decir que es válido comparar el resultado de cada proceso con finalidad de poder garantizar que durante los procesos existe tratamiento.

3.9.5 Afluente - Sedimentador secundario.

PTAR NONO DBO (mg/L)				
	AFLUENTE	**S.S**	**REMOCIÓN**	**EFICIENCIA %**
SÁBADO 28/11/2015	239,62	11,91	227,71	95,03
DOMINGO 29/11/2015	69,07	6,8	62,27	90,15
LUNES 30/11/2015	88,22	13,01	75,21	85,25
MARTES 01/12/2015	164,1	11,05	153,05	93,27
MIÉRCOLES 02/12/2015	223,66	19,72	203,94	91,18
JUEVES 03/12/2015	270,61	22,14	248,47	91,82
VIERNES 04/12/2015	143,72	31,2	112,52	78,29

Tabla 3.27. Eficiencia Afluente – Sedimentador secundario (DBO)

En el proceso de afluente y sedimentador secundario para el parámetro DBO se obtuvo una remoción inicial 227.71 mg/L con una eficiencia del 95.05%, además de las remociones y eficiencias que se presentan podemos notar las curvas que se presentan de acuerdo a los días de tratamiento. Al presentar eficiencias superiores al 85 % de los compuestos orgánicos biodegradables, podemos corroborar que el proceso de lodos activados con aireación extendida funciona de manera acorde a los diseños implantados.

PTAR NONO DQO (mg/L)				
	AFLUENTE	**S.S**	**REMOCIÓN**	**EFICIENCIA %**
SÁBADO 28/11/2015	709	35,4	673,6	95,01
DOMINGO 29/11/2015	168	16,4	151,6	90,24
LUNES 30/11/2015	207	38,7	168,3	81,30
MARTES 01/12/2015	371	25,6	345,4	93,10
MIÉRCOLES 02/12/2015	452	43,3	408,7	90,42
JUEVES 03/12/2015	591	54,4	536,6	90,80
VIERNES 04/12/2015	401	63,6	337,4	84,14

Tabla 3.28: Eficiencia Afluente – Sedimentador Secundario (DQO)

En el análisis DQO para el proceso de afluente y sedimentador secundario se valores de remoción altos y con eficiencias superiores al 80% por lo que podemos

notar que los procesos de actuación de bacterias y posterior sedimentación de los flocs funcionan de manera correcta, en base a los compuestos inorgánicos. La determinación en campo de una correcta sedimentación en el SS se lo realiza permanentemente por parte del operador con una probeta a 30 min, determinando colores de lodo, edad de lodo, cantidad de floc generado y tiempos de sedimentación.

PTAR NONO ST (mg/L)				
	AFLUENTE	**S.S**	**REMOCIÓN**	**EFICIENCIA %**
SÁBADO 28/11/2015	634	262	372	58,68
DOMINGO 29/11/2015	642	256	386	60,12
LUNES 30/11/2015	450	272	178	39,56
MARTES 01/12/2015	358	252	106	29,61
MIÉRCOLES 02/12/2015	410	316	94	22,93
JUEVES 03/12/2015	678	282	396	58,41
VIERNES 04/12/2015	424	292	132	31,13

Tabla 3.29: Eficiencia Afluente – Sedimentador Secundario (ST)

De igual manera en el parámetro de Sólidos Totales en los procesos de afluente y sedimentador secundario se obtuvo los valores referidos en las siguientes tablas, al contar nosotros con esos valores de eficiencia debemos notar que por el ingreso permanente de agua hacia los bioreactores los sólidos suspendidos y disueltos continúan en el sistema por lo que la muestra correcta seria en la tubería de paso ya clarificada o efluente pero que será analizada de manera pertinente más adelante.

Dentro de los sólidos totales, se puede observar que tanto en remoción como eficiencia los valores son bajos, esto se puede entender de dos maneras. La primera es que las bacterias dentro de su proceso realizan el consumo para degradar la materia orgánica y el desecho generado (metabolitos de las bacterias) que al arrastre del agua se homogenice con el agua ya tratada y por ello puede ser que no se observe una remoción de solidos totales; la segunda es que las bacterias no cuentan con la capacidad de degradar sales las cuales se puede expresar como solidos disueltos, en las tablas anteriores se visualiza que danto en

DBO y DQO la remoción es eficiente y está esta expresada en solidos suspendidos. Por lo que se puede considerar que en los sólidos totales su mayoría son sólidos disueltos.

3.9.6 Bioreactor # 2 – Sedimentador secundario.

PTAR NONO DBO (mg/L)				
	BR#2	**S.S**	**REMOCIÓN**	**EFICIENCIA %**
SÁBADO 28/11/2015	700,89	11,91	688,98	98,30
DOMINGO 29/11/2015	592,41	6,8	585,61	98,85
LUNES 30/11/2015	604,69	13,01	591,68	97,85
MARTES 01/12/2015	525,81	11,05	514,76	97,90
MIÉRCOLES 02/12/2015	1462,93	19,72	1443,21	98,65
JUEVES 03/12/2015	1194,66	22,14	1172,52	98,15
VIERNES 04/12/2015	1191,59	31,2	1160,39	97,38

Tabla 3.30: Eficiencias Bioreactor # 2 – Sedimentador Secundario (DBO)

En el proceso de bioreactor # 2 y sedimentador secundario para el parámetro DBO se obtuvo una remociones superiores al 95% por lo que se demuestra la eficacia entre estos dos procesos, de forma teórica todos los compuestos orgánicos biodegradables deberán ser consumidos en su mayoría en el reactor biológico por lo en base a los resultados podemos notar que el tren de tratamiento funciona de manera acorde, la eficiencia no se presenta al 100 % ya que ciertas partículas se deben adherir a los sólidos a sedimentarse en el SS.

PTAR NONO DQO (mg/L)				
	BR#2	**S.S**	**REMOCION**	**EFICIENCIA %**
SÁBADO 28/11/2015	1932	35,4	1896,6	98,17
DOMINGO 29/11/2015	1543	16,4	1526,6	98,94
LUNES 30/11/2015	1721	38,7	1682,3	97,75
MARTES 01/12/2015	1274	25,6	1248,4	97,99
MIÉRCOLES 02/12/2015	3765	43,3	3721,7	98,85
JUEVES 03/12/2015	2713	54,4	2658,6	97,99
VIERNES 04/12/2015	2315	63,6	2251,4	97,25

Tabla 3.31: Eficiencias Bioreactor # 2 – Sedimentador Secundario (DQO)

En el proceso de afluente y sedimentador secundario para el parámetro DQO se obtuvo remociones superiores al 95%, esto es evidente ya que se estima de forma

teórica y en base a los análisis realizados que la relación entre DBO y DQO es 2 por lo que las remociones y eficiencias serán similares entre estos dos analitos.

PTAR NONO ST (mg/L)				
	BR#2	S.S	REMOCIÓN	EFICIENCIA %
SABADO 28/11/2015	3054	262	2792	91,42
DOMINGO 29/11/2015	2060	256	1804	87,57
LUNES 30/11/2015	382	272	110	28,80
MARTES 01/12/2015	1252	252	1000	79,87
MIERCOLES 02/12/2015	1876	316	1560	83,16
JUEVES 03/12/2015	2976	282	2694	90,52
VIERNES 04/12/2015	1204	292	912	75,75

Tabla 3.32: Eficiencias Bioreactor # 2 – Sedimentador secundario (ST)

En el proceso de afluente y sedimentador secundario para el parámetro ST se obtuvo unas remociones variables, y como referencia anterior notar que la cantidad de solidos presentes en el SS estarán en función de las descargas variables que se presentan en el sector.

3.9.7 Sedimentador secundario – Efluente

PTAR NONO DBO (mg/L)				
	S.S	EFLUENTE	REMOCIÓN	EFICIENCIA %
SÁBADO 28/11/2015	11,91	10,71	1,2	10,08
DOMINGO 29/11/2015	6,8	12,92	-6,12	-90,00
LUNES 30/11/2015	13,01	20,21	-7,2	-55,34
MARTES 01/12/2015	11,05	8,97	2,08	18,82
MIÉRCOLES 02/12/2015	19,72	26,55	-6,83	-34,63
JUEVES 03/12/2015	22,14	14,83	7,31	33,02
VIERNES 04/12/2015	31,2	16,37	14,83	47,53

Tabla 3.33: Sedimentador secundario – Efluente (DBO)

En el proceso sedimentador secundario y efluente para el parámetro DBO se obtuvo remociones variables que irán en función que logreen sedimentarse en este proceso, nos darán datos característicos variables ya que la toma de muestra del SS fue recolectada de la mitad del sedimentador por lo que el agua ya clarificada será diferente aunque el tiempo difiera poco.

PTAR NONO DQO (mg/L)				
	S.S	EFLUENTE	REMOCIÓN	EFICIENCIA %
SÁBADO 28/11/2015	35,4	32,1	3,3	9,32
DOMINGO 29/11/2015	16,4	27,5	-11,1	-67,68
LUNES 30/11/2015	38,7	49,2	-10,5	-27,13
MARTES 01/12/2015	25,6	26,2	-0,6	-2,34
MIÉRCOLES 02/12/2015	43,3	55,7	-12,4	-28,64
JUEVES 03/12/2015	54,4	42,6	11,8	21,69
VIERNES 04/12/2015	63,6	47,2	16,4	25,79

Tabla 3.34: Sedimentador secundario – Efluente (DQO)

En el proceso sedimentador secundario y efluente para el parámetro DQO se obtuvieron remociones variables y en función directa las eficiencias como se constató en el anterior cuadro al ser medidas que cierta relación

PTAR NONO ST (mg/L)				
	S.S	EFLUENTE	REMOCIÓN	EFICIENCIA %
SÁBADO 28/11/2015	262	250	12	4,58
DOMINGO 29/11/2015	256	256	0	0,00
LUNES 30/11/2015	272	314	-42	-15,44
MARTES 01/12/2015	252	246	6	2,38
MIÉRCOLES 02/12/2015	316	29	287	90,82
JUEVES 03/12/2015	282	306	-24	-8,51
VIERNES 04/12/2015	292	272	20	6,85

Tabla 3.35: Sedimentador secundario – Efluente (ST)

En el proceso sedimentador secundario y efluente para el parámetro ST se obtuvo una remoción inicial 12 mg/L con una eficiencia del 4.58 %, transcurrido los 7 días de muestreo se alcanzó valores de 20 mg/L en remoción y 6.85 % en eficiencia.

3.9.8 Afluente – Efluente

Las eficiencias que se mostraran en base a la caracterización del agua de los diferentes puntos ya planificados y recolectados de forma compuesta, nos brindara una idea clara de si los procesos se están realizando de forma correcta, ya que el efluente corresponde al agua que ha pasado por los diferentes sistemas o procesos de tratamiento, por lo que esta sección corresponde de forma íntegra la

evaluación y el correcto funcionamiento del tren de tratamiento, desde el pretratamiento hasta el tratamiento terciario o desinfección.

PTAR NONO DBO (mg/L)				
	AFLUENTE	**EFLUENTE**	**REMOCIÓN**	**EFICIENCIA %**
SÁBADO 28/11/2015	239,62	10,71	228,91	95,53
DOMINGO 29/11/2015	69,07	12,92	56,15	81,29
LUNES 30/11/2015	88,22	20,21	68,01	77,09
MARTES 01/12/2015	164,1	8,97	155,13	94,53
MIÉRCOLES 02/12/2015	223,66	26,55	197,11	88,13
JUEVES 03/12/2015	270,61	14,83	255,78	94,52
VIERNES 04/12/2015	143,72	16,37	127,35	88,61

Tabla 3.36: Eficiencias Afluente – Efluente (DBO)

Las eficiencias presentes entre el afluente y efluente para el parámetro DBO, fueron superiores al 70 % por lo que se evidencia una remoción aceptable para el tratamiento considerando cada una de las indicaciones variables que pudieran influenciar la remoción y una eficiencia menor, se puede notar en base a las muestras compuestas que cuando se han presentado descargas con mayor DBO las eficiencias son mayores, constatando que cuando la relación F/M es mayor los organismos degradaran la materia orgánica y presentaran mayores índices de calidad de agua.

PTAR NONO DQO (mg/L)				
	AFLUENTE	**EFLUENTE**	**REMOCIÓN**	**EFICIENCIA %**
SÁBADO 28/11/2015	709	32,1	676,9	95,47
DOMINGO 29/11/2015	168	27,5	140,5	83,63
LUNES 30/11/2015	207	49,2	157,8	76,23
MARTES 01/12/2015	371	26,2	344,8	92,94
MIERCOLES 02/12/2015	452	55,7	396,3	87,68
JUEVES 03/12/2015	591	42,6	548,4	92,79
VIERNES 04/12/2015	401	47,2	353,8	88,23

Tabla 3.37: Eficiencias Afluente – Efluente (DQO)

En el proceso afluente y efluente para el parámetro DQO se obtuvieron remociones superiores al 70% por lo que podemos observar que la remoción de particular inorgánicas es muy alta en el proceso biológico y sedimentación,

teniendo en cuenta que cada uno de estos procesos dependerá del correcto mantenimiento preventivo de las unidades operativas y bombas.

PTAR NONO ST (mg/L)				
	AFLUENTE	EFLUENTE	REMOCIÓN	EFICIENCIA %
SÁBADO 28/11/2015	634	250	384	60,57
DOMINGO 29/11/2015	642	256	386	60,12
LUNES 30/11/2015	450	314	136	30,22
MARTES 01/12/2015	358	246	112	31,28
MIÉRCOLES 02/12/2015	410	29	381	92,93
JUEVES 03/12/2015	678	306	372	54,87
VIERNES 04/12/2015	424	272	152	35,85

Tabla 3.38: Eficiencias Afluente – Efluente (ST)

En el proceso afluente y efluente para el parámetro solidos totales se obtuvieron eficiencias variables, esto como consecuencia de que la planta no consta con cálculos operacionales ya definidos en función de las descargas presentes en la PTAR, solidos suspendidos volátiles, solidos volátiles, solidos sedimentables tanto del reactor biológico así como los parámetros de DBO y DQO en el afluente y efluente.

Una vez que se realicen cada uno de los cálculos operacionales se tendrá de forma correcta cada uno de los datos de la PTAR así como las medidas que debe tomar el operador para mejorar las eficiencias de turbiedad en la planta. Dichas manipulaciones deberán ser realizadas en las horas establecidas de la toma de parámetros los cuales harán que el movimiento de válvulas sea constante y oportuna.

PTAR NONO CF (NPM/100ml)				
	AFLUENTE	EFLUENTE	REMOCIÓN	EFICIENCIA %
SÁBADO 28/11/2015	390	2	388	99,49
DOMINGO 29/11/2015	260	2	258	99,23
LUNES 30/11/2015	120	0	120	100,00
MARTES 01/12/2015	1400	0	1400	100,00
MIÉRCOLES 02/12/2015	400	6,1	393,9	98,48
JUEVES 03/12/2015	210	2	208	99,05
VIERNES 04/12/2015	400	2	398	99,50

Tabla 3.39: Eficiencias Afluente – Efluente (CF)

En el proceso afluente y efluente para el parámetro CF se obtuvieron eficiencias esperadas ya que al contar con un sistema de cloración se deberá eliminar de forma total del patógeno y posterior cumplimiento de la normativa. En la figura 39 se observa que durante los 7 días de muestreo las eficiencias no son inferiores al 90 %, por consiguiente se demuestra que la PTAR se encuentra en condiciones óptimas de eliminación de patógenos o microorganismos. Para poder realizar la comparación con la normativa ambiental ecuatoriana vigente se determinó comparar con la Tabla 9. Límites de descarga a cuerpo de agua dulce, a continuación en la tabla 3.40 se detalla.

ANEXO 1 DEL LIBRO VI DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACION SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE: NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES AL RECURSO AGUA

TABLA 9. LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y Grasas.	Sust. solubles en hexano	mg/l	30,0
Alkil mercurio		mg/l	No detectable
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico total	As	mg/l	0,1
Bario	Ba	mg/l	2,0
Boro Total	B	mg/l	2,0
Cadmino	Cd	mg/l	0,02
Cianuro total	CN^-	mg/l	0,1
Cinc	Zn	mg/l	5,0
Cloro Activo	Cl	mg/l	0,5
Cloroformo	Ext. carbón cloroformo ECC	mg/l	0,1
Cloruros	Cl^-	mg/l	1 000
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Cobalto	Co	mg/l	0,5
Coliformes Fecales	NMP	NMP/100 ml	2000
Color real [1]	Color real	unidades de color	Inapreciable en dilución: 1/20
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0,2
Cromo hexavalente	Cr^{+6}	mg/l	0,5
Demanda Bioquímica de Oxígeno (5 días)	DBO_5	mg/l	100
Demanda Química de Oxígeno	DQO	mg/l	200
Estaño	Sn	mg/l	5,0
Fluoruros	F	mg/l	5,0
Fósforo Total	P	mg/l	10,0
Hierro total	Fe	mg/l	10,0
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20,0
Manganeso total	Mn	mg/l	2,0
Materia flotante	Visibles		Ausencia
Mercurio total	Hg	mg/l	0,005
Níquel	Ni	mg/l	2,0
Nitrógeno amoniacal	N	mg/l	30,0
Nitrógeno Total Kjedahl	N	mg/l	50,0
Compuestos Organoclorados	Organoclorados totales	mg/l	0,05
Compuestos Organofosforados	Organofosforados totales	mg/l	0,1
Plata	Ag	mg/l	0,1
Plomo	Pb	mg/l	0,2
Potencial de hidrógeno	pH		6-9
Selenio	Se	mg/l	0,1
Sólidos Suspendidos Totales	SST	mg/l	130
Sólidos totales	ST	mg/l	1 600
Sulfatos	SO_4^{-2}	mg/l	1000
Sulfuros	S^{-2}	mg/l	0,5
Temperatura	°C		Condición natural ± 3
Tensoactivos	Sustancias Activas al azul de metileno	mg/l	0,5
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg/l	1,0

[1] La apreciación del color se estima sobre 10 cm de muestra diluida

Tabla 3.40: Normativa actual.

PTAR NONO CT (NPM/100ml)				
	AFLUENTE	**EFLUENTE**	**REMOCIÓN**	**EFICIENCIA %**
SÁBADO 28/11/2015	1200	2	1198	99,83
DOMINGO 29/11/2015	470	2	468	99,57
LUNES 30/11/2015	16000	2	15998	99,99
MARTES 01/12/2015	2200	0	2200	100,00
MIÉRCOLES 02/12/2015	480	6,8	473,2	98,58
JUEVES 03/12/2015	320	11	309	96,56
VIERNES 04/12/2015	940	7,8	932,2	99,17

Tabla 3.41: Eficiencias Afluente – Efluente (CT)

En el proceso afluente y efluente para el parámetro CT se obtuvieron igualmente remociones y eficiencias correctas como consecuencia de una correcta dosificación de cloro.

Si bien la tabla 9. No considera coliformes totales, es importante controlar y mantener este parámetro dentro del registro operacional de la PTAR, con la finalidad de garantizar el correcto funcionamiento de sistema de cloración y de la misma manera descartar contaminación del agua con respecto a bacterias presentes en el tratamiento que no son de origen fecal y comprendidos en la totalidad del grupo que lo conforman.

En base a cada uno de los análisis de laboratorio realizados en las diferentes partes del tren de tratamiento, se pudo determinar que cada uno de los analitos realizados cumple con la normativa a nuestra comparación, considerando así que cada una de las partes como tratamiento primario, biológico y terciario funciona de manera correcta en base a la degradación de los componentes orgánicos, por lo que se puede determinar que los tiempos de retención hidráulica y celular están funcionando de manera acorde a las necesidades y parámetros de diseño establecidos en la ficha técnica de la planta.

CAPITULO IV

MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PTAR NONO

MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO PTAR NONO

4.1 Procesos operativos y mantenimiento

4.1.1 Equipos de control diario y mensual.

I. Equipos de control diario y mensual.

A. Caudalimetro.

Marca:	Flexim
Método:	Ultrasónico
Función:	Medición de Caudal
Ubicación:	Tuberías de paso

Tabla 4.42: Especificaciones equipo flexim.

1. Alcance:

Este procedimiento tiene por alcance realizar la medición de caudal en la PTAR DE NONO, mismo que podrá ser ubicado en las diferentes tuberías de paso del proceso, los resultados nos darán una curva notable en función al caudal a tratar.

2. Objeto:

Definir un procedimiento de operación estándar y mantenimiento preventivo para la medición de caudal con el equipo antes mencionado.

3. Desarrollo

3.1 Procedimiento:

3.1.1 Procedimiento de operación.

- Verificar que la tubería en la que se va instalar el equipo trabaje a tubo lleno.
- Instalar abrazaderas para los sensores ultrasónicos y asegurar con las correas movibles
- Encender el equipo
- Dar enter en la opción parámetros
- Ingresar el tipo de canal con la que se va realizar la medición

- Medir el diámetro de la tubería seleccionada e ingresar el dato.
- Ingresar el espesor de la pared de la tubería.
- Ingresar el material de la tubería.
- Verificar si la tubería se encuentra con revestimiento o no, e ingresar el dato.
- Ingresar la rugosidad de la tubería en base al material.
- Ingresar el medio para medición de caudal según las opciones dadas.
- Medición de temperatura del entorno e ingreso del dato.
- Ingreso de la opción dada en base al transductor (ESTANDAR).
- Ingreso a la opción medición.
- Ingreso nombre o punto de medición.
- Ingreso del dato modo reflexión o modo directo.
- La pantalla reflejara la distancia hacer colocada entre cada transductor.
- Medición de la distancia de la distancia que deben ser colocados los transductores según el modo utilizado (Directo o Reflexivo).
- Colocación del gel debajo de los transductores en las distancias ya establecidas y aseguramiento.
- Verificación de la medición de la distancia del transductor.
- Verificación del dato de la medición de caudal y paso total de agua por la tubería.
- Ingreso a la opción opciones.
- Seleccionar la cantidad física necesaria para la medición.
- Seleccionar la unidad de volumen del programa.
- Ingreso del dato de amortiguamiento en base al material de la tubería.
- Seleccionar la confirmación de la salía de datos.
- Ingresar el lapso de tiempo para almacenamiento de datos.
- Ingresar salida de datos.

3.1.2 Mantenimiento preventivo.

- En este equipo se deberá tener muy en cuenta el evitar ingreso de agua a cualquier lugar de sus componentes.
- Se deberá mantener una limpieza diaria del lugar de trabajo.
- Se deberá colocar gel en los traductores de forma continua para evitar interferencias en las lecturas.
- Limpieza total de las partes externas del equipo para evitar daños eléctricos, electrónicos o físicos.
- Deberá conectarse de manera continua el equipo con la computadora del responsable para que esta genere reportes de mantenimiento en forma automática, e incluso se podrá observar como la onda de la señal ultrasónica está variando en tiempo real, para tener un diagnóstico mucho más detallado en aplicaciones de alta complejidad y poder verificar en el manual entregado por el proveedor.

3.2 Control de la medición.

Para verificar la eficacia de la medida, y el correcto ingreso de datos seleccionados se deberá tener un control recurrente en el programa instalado en la computadora del responsable de la medición.

4. Seguridad y Salud Ocupacional.

El personal que realice la instalación del equipo deberá contar con el equipo de protección personal adecuada para este trabajo.

5. Anexos.

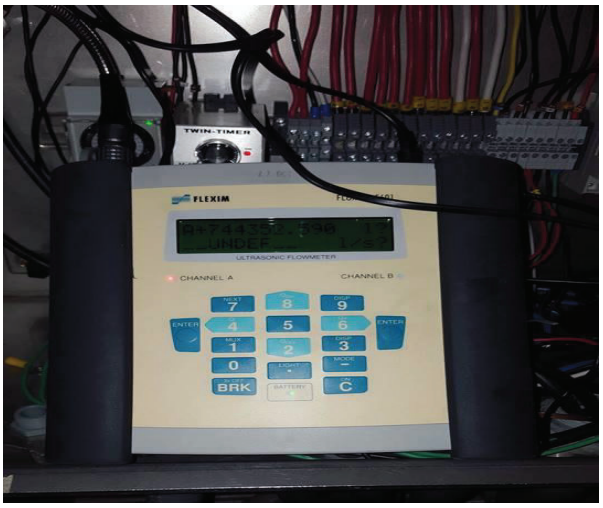


Figura 4.48: Caudalimetro.

Figura 4.49: Transductores.

B. Bomba de succión.

Marca:	Honda
Método:	Succión
Función:	Limpieza de tanques
Ubicación:	Cribado, tanque de captación, desarenador

Tabla 4.43: Especificaciones equipo honda.

1. Alcance:

Este procedimiento tiene por alcance realizar la limpieza del tratamiento primario con periodos de tiempo variables y en función de las condiciones perceptivas de los tanques.

2. Objeto:

Definir un procedimiento estándar de operación y mantenimiento preventivo para la limpieza del tratamiento primario con el equipo ya mencionado.

3. Desarrollo

3.1 Procedimiento:

3.1.2 Operación estándar.

- Verificación de condiciones de la hélice de la bomba.
- Apertura del paso de gasolina en su totalidad.

- Apertura del choque de la bomba.
- Aceleración a fondo de la bomba.
- Colocación del selector en ON
- Colocación de la manguera de succión en la tubería de absorción.
- Apretar las abrazaderas de modo que no exista fuga o entrada de aire.
- Colocación de la manguera de expulsión en los lechos de secado.
- Encebar la bomba con agua limpia o residual a lo largo de la manguera de succión.
- Verificar la presencia de agua a lo largo de toda la manguera.
- Ingreso de la manguera al tanque donde se realizara la limpieza.
- Jalar la piola de encendido en su totalidad.
- Verificar la altura de la manguera de succión en el tanque a limpiar para evitar obstrucciones.
- Manipulación del acelerador según las condiciones deseadas.

3.1.3 Mantenimiento preventivo.

- Limpieza periódica de las manguera en su parte interna con agua a presión
- Comprobación del correcto funcionamiento de las abrazaderas para obtener una eficiente presión sobre las mangueras.
- Apertura de la estructura en donde se encuentra la elipse para su limpieza con agua a presión y verificación de la no existencia de desgaste.
- Chequeo de las condiciones de la piola de encendido, en esto se deberá tener en cuenta que esta no tenga hilos sueltos que puedan causar roturas de la piola.
- Se deberá chequear que el equipo no se encuentre ahogado como consecuencia de la apertura continua del paso de gasolina.
- Chequeo del nivel de aceite, esto se lo realizara de manera continua para evitar desgaste de los componentes internos de la bomba.
- Chequeo del funcionamiento de las bujías.
- Se controlara periódicamente las horas de trabajo de la bomba con el anterior mantenimiento para programación de mantenimientos futuros.

3.1.4 Control de limpieza.

Para verificar el correcto funcionamiento de la bomba de succión se deberá contar con una planificación de mantenimiento preventivo según los pasos explicados anteriormente, el mismo que dependerá de las horas trabajadas del equipo.

4. Seguridad y Salud Ocupacional.

El personal que realice la instalación, operación, manipulación y mantenimiento del equipo deberá contar con el equipo de protección personal adecuada para este trabajo como son:

- Guantes de protección.
- Botas de caucho.
- Overol.
- Gafas.
- Mascarilla.
- Casco.
- Tapones auditivos.

5. Anexos.

Figura 4.50: Bomba de succión.

C. Muestreador automático. (ISCO)

1. Alcance:

Este procedimiento tiene por alcance realizar la toma de muestras de forma compuesta para determinar la calidad de agua en base a las necesidades de los técnicos del departamento de aguas residuales de la EPMAPS.

2. Objeto:

Definir un procedimiento de operación y mantenimiento mismo que procederá con una correcta toma de muestras.

3. Desarrollo

3.1 Procedimiento:

3.1.1 Operación:

- Verificar que la manguera a utilizarse no tenga impurezas en su parte interna.
- Colocar la manguera al equipo con una presión moderada, para evitar que este absorba en vacío.
- Colocar la batería previamente cargada.
- Encender el equipo
- Ingresar a la opción programa
- “SITE DESCRIPTION” nos brindara la opción a escoger para el nombre del programa, ingréselo.
- Elegir las unidades de caudal.
- Elegir las unidades de volumen.
- Se desplegara la opción “PROGRAMA MODULE” cuando se encuentre un módulo de medición de caudal en su compartimento, sin embargo, en esta PTAR el equipo es utilizado únicamente para toma de muestras.
- Ingresar el número de botellas con las que se trabajara.
- Ingresar el volumen de cada una de las botellas
- “SUCCION LINE LENGHT” nos brindara la opción de ingresar la longitud de la manguera a utilizarse
- Seleccionar “TIME PACE”

- Elegir los intervalos de tiempo para toma de muestras.
- Elegir la opción “SEQUENTIAL” para realizar el muestreo
- Elegir “RUN CONTINUOSLY”
- Ingresar el volumen de muestra que se necesita para posterior análisis.
- Presionar enter en la opción “ NO DELAY TO START”
- Correr el programa
- Verificar la correcta succión
- Tapar el equipo

3.1.2 Mantenimiento preventivo

- Se deberá realizar una inspección en campo cada cierto tiempo, cambio de batería, limpieza de botellas, limpieza del contenedor interno, verificación de las condiciones de la manguera de succión y verificación de correcta succión.
- Se deberá limpiar las partes internas del equipo con el responsable de mantenimiento.

3.2 Control del muestreo.

Para verificar el correcto funcionamiento del muestreador automático (ISCO), se deberá contar con una planificación de mantenimiento por parte de los técnicos responsables mismos que dejaran el equipo en correctas condiciones para continuar con el trabajo del equipo.

4. Seguridad y Salud Ocupacional.

El personal que realice la instalación, operación, manipulación y mantenimiento del equipo deberá contar con el equipo de protección personal adecuada para este trabajo como son:

- Guantes de protección.
- Ropa de trabajo.
- Gafas.
- Mascarilla.

5. Anexos.

Figura 4.51: Muestreador automático (ISCO)

Figura 4.52: Display muertreador automático (ISCO).

D. Turbidimetro.

Marca:	Turbicheck
Método:	Espectofometria
Función:	Medición en campo
Ubicación:	Laboratorio

Tabla 4.44: Especificaciones equipo turbicheck.

1. Alcance:

El presente procedimiento contempla las etapas de medición de turbiedad, desde la toma de muestra, determinación y reporte del parámetro en los registros de control diario de la PTAR.

2. Objeto:

El presente documento describe el procedimiento para la medición de turbiedad en el agua en los diferentes procesos a determinar.

3. Desarrollo

3.1 Procedimiento:

3.1.1 Operación.

- Toma de muestras a realizar el análisis.
- Encendido del equipo.
- Colocación de 10 ml del agua a analizarse en el envase preestablecido.
- Limpieza del envase con un paño limpio para evitar interferencias.
- Insertar el envase en la perforación, tapar y evitar el ingreso de luz.
- Presionar la tecla (READ).
- El símbolo de intervalo de medida parpadea durante unos ocho segundos.
- En la pantalla se visualizara el resultado en NTU.
- Copiar el dato en el registro diario.

3.1.2 Mantenimiento preventivo.

- El turbidimetro ha sido calibrado de fábrica con estándares de formacina, por lo que no es necesario una calibración por el usuario.
- Se deberá mantener las cubetas limpias de forma periódica después de un cierto número de medidas para evitar la acumulación de errores.
- Se deberá verificar cada cierto tiempo que las cubetas se encuentren toralmente limpias sin rayones y obstrucciones que pudieran causar mediciones erróneas

- De forma continua se deberá verificar la no entrada de agua en el compartimiento de medición ya que puede producir la destrucción de componentes electrónicos o daños por corrosión
- Limpieza constante en la óptica del compartimiento de medición
- Todas las limpiezas que se realicen deberán ser realizadas con agua destilada o agua desionizada.
- Cuando se presente acumulación de suciedad en las cubetas la limpieza deberá realizarse con ácido clorhídrico (HCL) enjaguándolos minuciosamente para después homogenizarlos con aguas destilada.
- El instrumento puede ser reiniciado con los valores de ajuste de fábrica cuando la situación lo amerite o en base a criterios técnicos del operador siguiendo los siguientes pasos.
    - ✓ Mantener apretada conjuntamente las teclas (MODE Y READ)
    - ✓ Encender el aparato con la tecla ON
    - ✓ Después de aproximadamente de un segundo soltar las teclas MODE y READ.
    - ✓ En la pantalla aparecerá alternadamente el aparato está en su estado inicial de suministro.
    - ✓ Presionar SELECCIONAR.
    - ✓ Presionar la tecla OFF.

3.2 Control del equipo.

Para verificar el correcto funcionamiento del equipo se contara con mediciones estándar las cuales reflejaran la situación actual del equipo.

4. Seguridad y Salud Ocupacional.

El personal que realice la toma de muestra y análisis de turbiedad en campo deberá contar con el equipo de protección personal adecuada para este trabajo como son:

- Guantes nitrilo.
- Ropa de trabajo.
- Gafas.

- Mascarilla.

5. Anexos.

Figura 4.53: Turbidimetro.

Figura 4.54: Envase de muestra.

E. Multiparametros.

Marca:	Lovibond
Método:	Sondas de medición
Función:	Medición en campo
Ubicación:	Laboratorio

Tabla 4.45: Especificaciones equipo Lovibond.

1. Alcance:

El presente procedimiento contempla las etapas de medición de ph, oxígeno disuelto, conductividad eléctrica y solidos disueltos totales en base a las necesidades del registro operacional pudiendo obtener una visión clara de las condiciones del agua en sus diferentes procesos.

2. Objeto:

El presente documento describe el procedimiento para la medición de ph, oxígeno disuelto, conductividad eléctrica y solidos disueltos totales en el agua en los diferentes procesos a determinar.

3. Desarrollo.

3.1.1 Procedimiento:

3.1.2 Operación.

- Toma de muestras a realizar el análisis.
- Encendido del equipo.
- Colocación de 200 ml a 500 ml del agua a analizarse en un vaso de precipitación ya homogenizado.
- Limpieza de las sondas con un paño limpio para evitar interferencias con anteriores mediciones.
- Realizar la correcta instalación entre los cables y sus compartimientos.
- Insertar las sondas en el vaso de precipitación.
- Presionar la tecla (READ).
- Esperar mientras la medida se estabilizada
- En la pantalla se visualizara el resultado en unidades de pH, mg/L, uS/cm, mg/L
- Copiar el dato en el registro operacional diario en los horarios ya establecidos como se muestra en el anexo.

3.1.3 Mantenimiento preventivo.

- Se deberá mantener una limpieza periódica de las sondas para evitar interferencias de medidas anteriormente realizadas.
- El personal responsable deberá realizar el mantenimiento de las partes internas del equipo y cambio de baterías.
- Para la correcta medición deberá contar con una calibración periódica del equipo la cual se describe a continuación.

3.1.3.1 Calibración PH

- Insertar el electro de pH en su compartimiento
- Prender el equipo
- Seleccionar el modo de medición de pH
- Insertar el electrodo de pH completamente en el buffer seleccionado y medir.
- La pantalla mostrara el valor de pH.
- Presione el botón REC y HOLD al mismo tiempo.
- La pantalla mostrara la siguiente imagen como ejemplo.

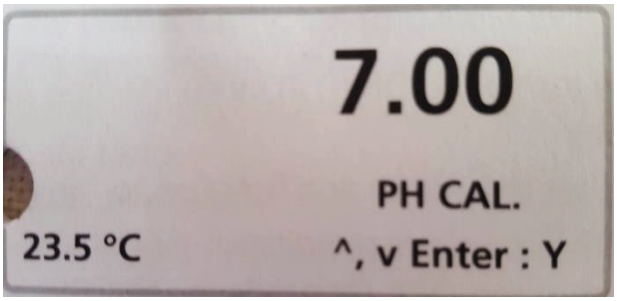


Figura 4.55: Display multiparametros. (pH)

- Si la solución buffer es 7.0 (+/- 1 pH), la parte superior de la pantalla mostrara automáticamente 7.00
- Si la solución buffer es 4.0 (+/- 1 pH), la parte superior de la pantalla mostrara automáticamente 4.00
- Si la solución buffer es 10.0 (+/- 1 pH), la parte superior de la pantalla mostrara automáticamente 10.00
- Si la solución buffer da un valor por encima de 7.00 pH, 4.00 pH, 10.0 pH, por ejemplo (7.01 pH, 4.02 pH, 10.03 pH) luego de eso use el botón de arriba abajo para ajustar el valor de pantalla a exactamente el buffer de solución.
- Presione el botón enter dos veces para guardar el valor de la calibración y finalizar.

3.1.3.2 Calibración Oxígeno disuelto

- Inserte el electrodo de oxígeno disuelto en su compartimiento.
- Encender el equipo.
- Seleccionar el modo de medición de oxígeno disuelto.
- Mantener presionado el botón MODE hasta que la pantalla indique % O_2
- Esperar por lo menos cinco minutos hasta que los valores sean estabilizados y no se presenten fluctuaciones.
- Presione el botón REC y HOLD al mismo tiempo.
- La pantalla mostrara la siguiente imagen como ejemplo.

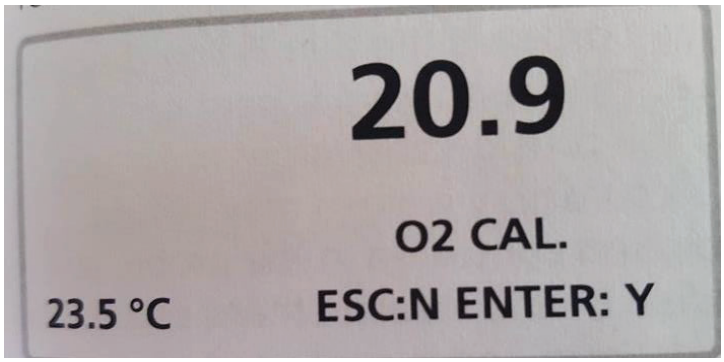


Figura 4.56: Display multiparamentros. (OD)

- Presione el botón enter dos veces para guardar el valor de la calibración y finalizar.

3.1.3.3 Calibración conductividad eléctrica

- Obtener la solución estar de conductividad por ejemplo.

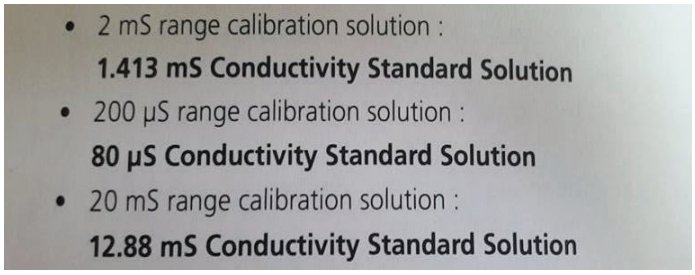


Figura 4.57 Estándares Conductividad eléctrica

- Inserte el electrodo de conductividad eléctrica en su compartimiento.
- Encender el equipo.
- Seleccionar el modo de medición de conductividad.
- Insertar el electrodo de conductividad completamente en el buffer seleccionado.
- Mover el electrodo en la solución y no dejar que ni burbuja escape de la cabeza del sensor
- Medir.
- La pantalla mostrara los valores de conductividad en mS
- Presione el botón REC y HOLD al mismo tiempo.
- Presionar el botón arriba y abajo para ajustar el valor de la solución estándar
- Presione el botón enter dos veces para guardar el valor de la calibración y finalizar.

NOTA. La medición de solidos disueltos totales es en función directa de los valores de conductividad por lo que su calibración no es necesaria.

3.2 Control del equipo.

Para verificar el correcto funcionamiento del equipo se contara con soluciones estándar que corroboraran las mediciones

4. Seguridad y Salud Ocupacional.

El personal que realice la toma de muestra, análisis, calibración y mantenimiento del equipo deberá contar con el equipo de protección personal adecuada para este trabajo como son:

- Guantes nitrilo.
- Ropa de trabajo.
- Gafas.
- Mascarilla.

5. Anexos:

Figura 4.58 Equipo lovibond.

II. TABLERO ELÉCTRICO

4.1.2 TABLERO ELÉCTRICO PARA CONTROL DE BOMBAS EN LOS DIFERENTES PROCESOS.

F. Bombas sumergibles tanque de captación.

1. Alcance:

Este procedimiento tiene por alcance la manipulación del tablero eléctrico de control para la operación y mantenimiento de las bombas sumergibles del tanque de captación en la PTAR DE NONO.

2. Descripción:

Este procedimiento describe el correcto funcionamiento desde el tablero de control para las bombas sumergibles de alimentación que dirigen el agua pre-tratada hacia el tanque de homogenización así como las medidas a considerarse para un correcto mantenimiento.

3. Composición del tablero eléctrico.

COMPONENTES DEL TABLERO ELECTRICO (TANQUE DE CAPTACION)		
Selector 1	consta de tres posiciones	Manual
		OFF
		Automático
Selector 2	consta de dos posiciones	funcionamiento bomba 1
		funcionamiento bomba 2

Tabla 4.46: Componentes tablero eléctrico T. de capación.

4. Composición de las bombas.

BOMBAS EN EL TANQUE DE CAPTACION			
BOMBA 1	Compuesta por:	Válvula de apertura o cierre	A su vez las dos bombas trabajan en serie con un flotador.
		Válvula check	
BOMBA 2	Compuesta por:	Válvula de apertura o cierre	
		Válvula check	

Tabla 4.47: componentes bombas T. de captación.

5. Desarrollo

5.1 Procedimiento:

5.1.1 Operación manual.

- Selector en posición OFF del selector uno.
- Verificar la correcta posición de las bombas en el tanque de captación.
- Verificar niveles de agua en el tanque para evitar que la succión de las bombas se realicen con aire o en vacío.
- Verificar que la apertura de las válvulas de estrangulación en cada una de las bombas, sea total.
- Verificar que las universales se encuentren totalmente cerradas para evitar fugas.
- Verificación del flotador en correcta posición.
- Movimiento del selector uno hacia la opción manual.
- Manipulación del selector 2 hacia la bomba con que de desea trabajar.

- El movimiento del selector dos se lo podrá realizar de forma libre en función de los mantenimientos de la bomba, tiempo de trabajo o las necesidades del operador.
- Se han establecido periodos de trabajos de un día por cada bomba para evitar recalentamiento de los componentes los cuales se realizaran en cada cambio de turno del operador.

5.1.2 Operación automática.

- Selector en posición OFF del selector uno.
- Verificar la correcta posición de las bombas en el tanque de captación.
- Verificar niveles de agua en el tanque para evitar que la succión de las bombas se realicen con aire o en vacío.
- Verificación de la apertura de las válvulas de estrangulación en cada una de las bombas.
- Verificación que las universales cuenten con el ajuste necesario para evitar fugas.
- Verificación del flotador en correcta posición.
- Movimiento del selector uno hacia la opción automático.
- Verificación de la puesta en marcha de la bomba ya determinada en función del timer.
- Verificación de la correcta succión en la tubería de paso hacia el tanque de homogenización en base al nivel de agua (Flotador).

5.1.3 Mantenimiento de las bombas.

- Apagar el sistema desde el primer selector a modo OFF.
- Cierre de la válvula de la bomba en la cual se va a realizar mantenimiento.
- Desarmar la universal presente en la parte superior de la bomba.
- Retiro el tanque hacia un lugar adecuado donde no se puedan perder cada uno de sus componentes.
- Limpieza externa de la bomba para retirar las impurezas presentes.
- Desarmado de la estructura que cubre la hélice.
- Limpieza de la hélice de forma manual y con manguera a presión.
- Verificación de las condiciones de los rodamientos.

- Chequeo del correcto funcionamiento de los flotadores.
- Verificar el no desgaste de la hélice por solidos de gran tamaño o atascamiento.
- Armado de la bomba.
- Prendido de la bomba para obtener agua a lo largo de la tubería y no ensebarla posteriormente.
- Colocación de la universal.
- Apertura de las válvulas.
- Prendido de la bomba.
- Chequeo con el multímetro de que la bomba esté actuando en concordancia con las especificaciones de la bomba en lo que tiene que ver a corriente y voltaje.

6. Planificación anual mantenimiento electromecánico año 2016.

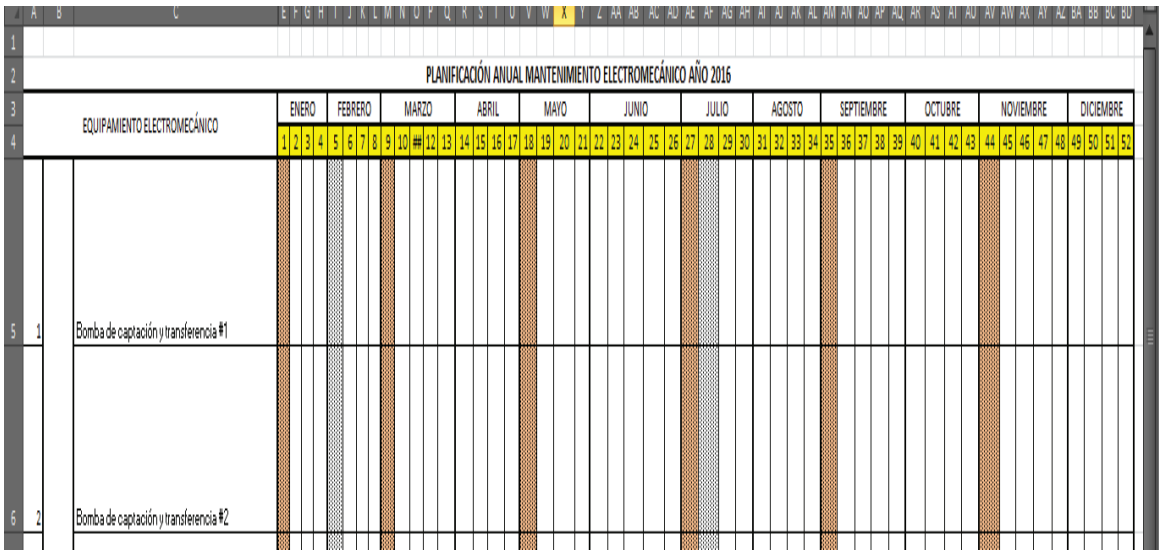


Figura 4.59: Planificación bombas sumergibles T. de captación.

LIMPIEZA EQUIPOS
MANTENIMIENTO
ELECTROMECÁNICO

7. Diagrama eléctrico bombas tanque de captación

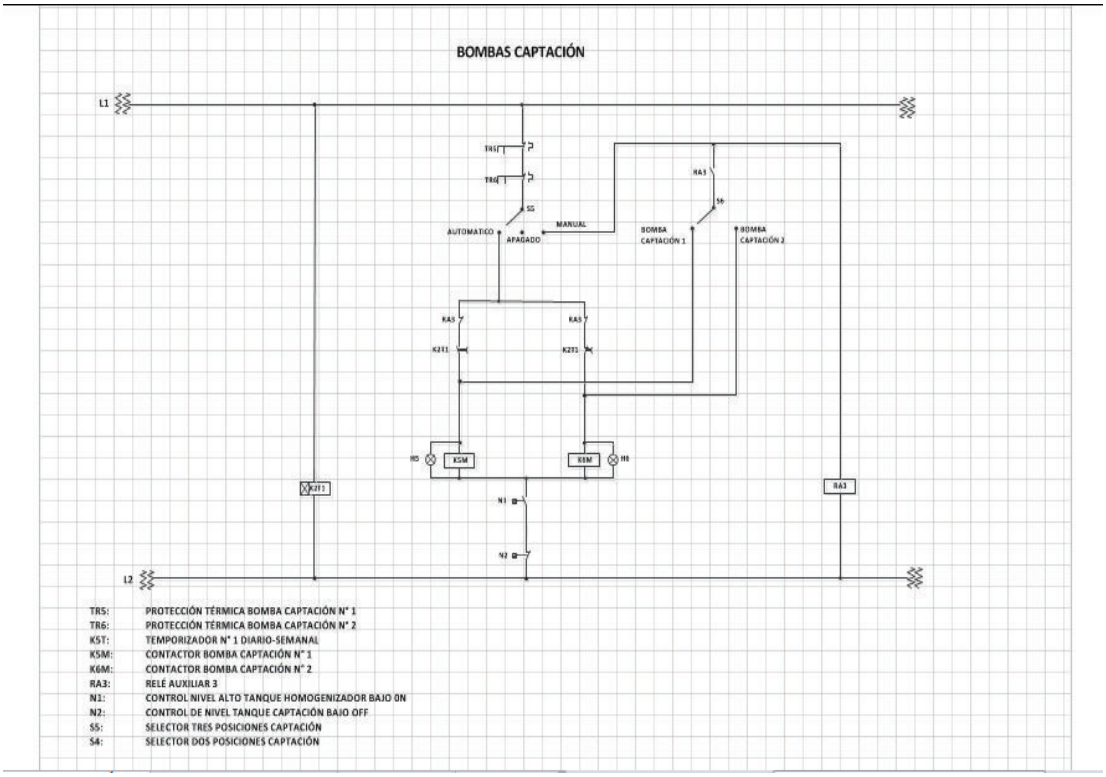


Figura 4. 60 Diagrama eléctrico bombas T. de captación.

8. Equipos y materiales.

- Manguera.
- Llave de tubo.
- Multímetro.

9. Seguridad y Salud Ocupacional

El personal que realice la manipulación del tablero para la operación y mantenimiento de control y su respectiva bomba, deberá contar con el equipo de protección personal adecuada para este trabajo.

- Guantes dieléctricos.
- Botas de seguridad
- Ropa de trabajo.

10.Anexos.

Figura 4.61 Tablero eléctrico.

Figura 4.62 Tuberías, válvulas, T. captación.

G. Bomba sumergible tanque de homogenización.

1. Alcance:

Este procedimiento tiene por alcance la operación y mantenimiento del tablero de control y bomba sumergible para el correcto funcionamiento del tanque de homogenización en la PTAR DE NONO.

2. Descripción:

Este procedimiento describe el correcto funcionamiento de operación y mantenimiento desde el tablero de control para la bomba sumergible de alimentación que dirige el sustrato del tanque de homogenización hacia el bioreactor.

3. Composición del tablero eléctrico.

COMPONENTES DEL TABLERO ELÉCTRICO BOMBA SUMERGIBLE(TH)		
Selector	consta de dos posiciones	On
		Off

Tabla 4.48: Componentes tablero eléctrico.

4. Composición de las bombas.

<table>
<tr><th colspan="4">BOMBA SUMERGIBLE EN EL TANQUE DE HOMOGENIZACION</th></tr>
<tr><td rowspan="4">BOMBA SUMERGIBLE</td><td rowspan="4">consta de</td><td colspan="2">Válvula de apertura y cierre</td></tr>
<tr><td colspan="2">Válvula check</td></tr>
<tr><td rowspan="2">2 flotadores</td><td>1 tanque de homogenización</td></tr>
<tr><td>1 bioreactor</td></tr>
</table>

Tabla 4.49: Componentes bomba T. de homogenización.

5. Desarrollo

5.1 Procedimiento:

5.1.1 Operación Manual.

- Selector en posición OFF
- Verificar la correcta posición de las bombas en el tanque de homogenización.
- Verificar la apertura de la válvula de estrangulación de la bomba, sea total.
- Verificar que la universal se encuentre completamente cerrada para evitar fugas.
- Verificación del flotador en correcta posición.
- Movimiento del selector hacia la opción manual.
- Verificación de un correcto trasvaso hacia el bioreactor.

5.1.2 Mantenimiento preventivo.

- Apagado del sistema.
- Cerrar las válvulas de apertura y cierre.
- Retiro de la universal con una llave de tubo.
- Retiro la tubería con la bomba del proceso.
- Abrir la estructura donde se encuentra la hélice.
- Con una manguera de agua, limpiar la hélice.
- Verificación de cada uno de los componentes de la bomba que no tengan desgaste.
- Colocar la bomba verificando que todos los componentes se encuentren en condiciones adecuadas para su instalación.

- Prender la bomba para obtener agua a lo largo de la tubería y no encebarla posteriormente.
- Instalar la universal revisando que se encuentre con el ajuste necesario para evitar fugas.
- Abrirlas válvulas de apertura y cierre.
- Prender la bomba.
- Verificación de paso de corriente y voltaje con un multímetro.

6. Planificación anual mantenimiento electromecánico año 2016.

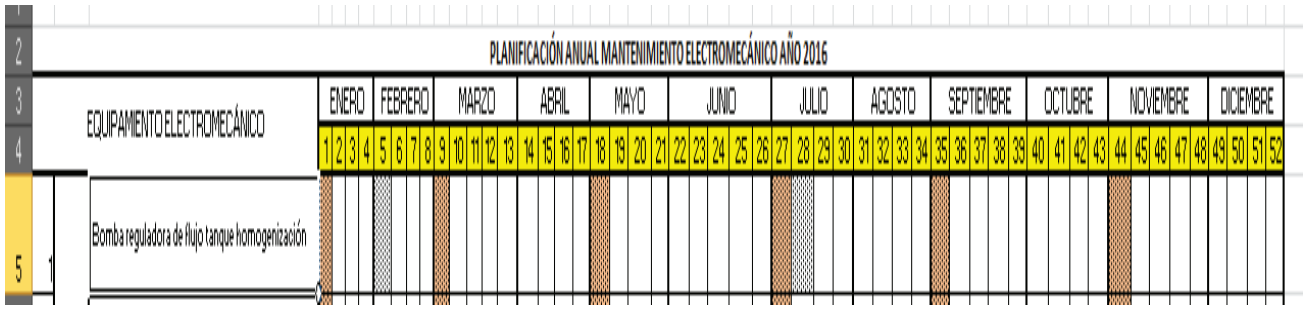


Figura 4.63: Planificación bomba sumergible T. de homogenización.

LIMPIEZA EQUIPOS
MANTENIMIENTO ELECTROMECÁNICO

7. Diagrama eléctrico bomba sumergible taque de homogenización.

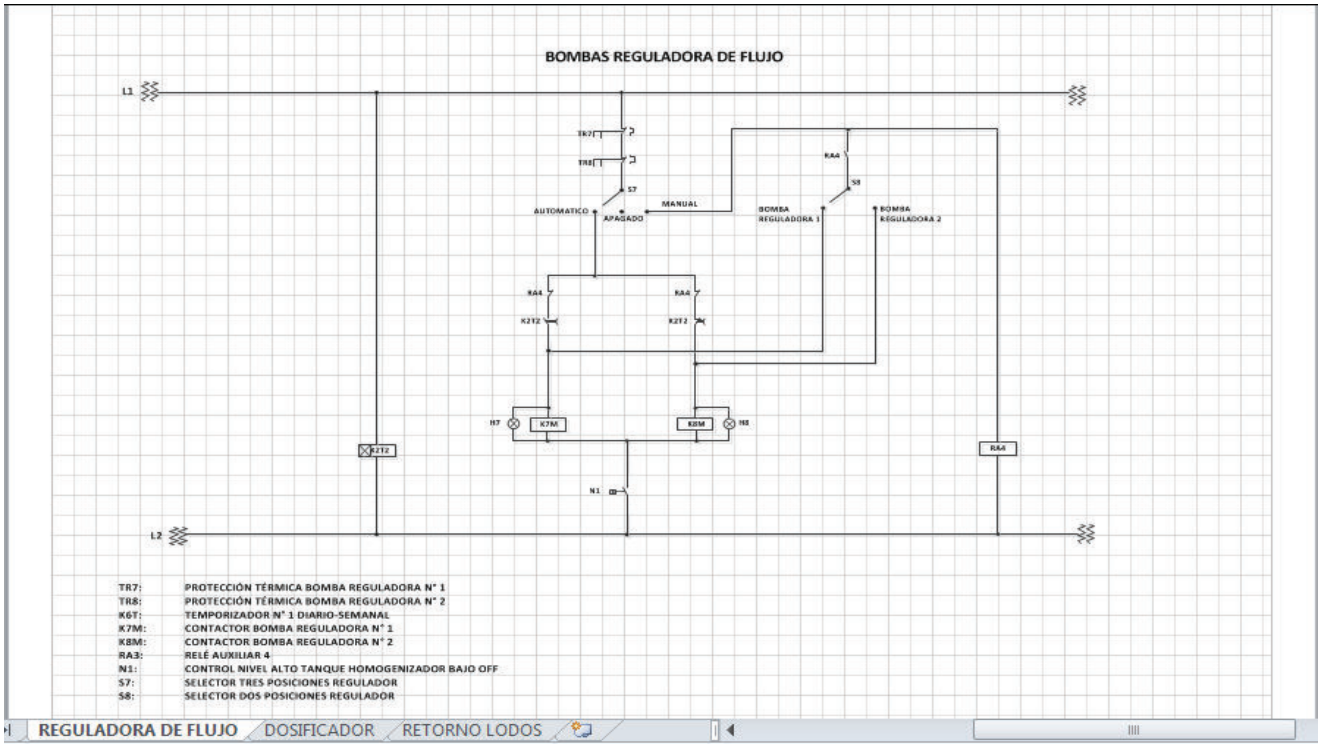


Figura 4.64: Diagrama eléctrico bomba T. de homogenización.

8. Equipos y materiales.

- Llave de tubo.
- Manguera.
- Multímetro.

9. Seguridad y Salud Ocupacional.

El personal que realice la manipulación, operación y mantenimiento del tablero de control y bomba deberá contar con el equipo de protección personal adecuada para este trabajo.

- Guantes dieléctricos.
- Botas de seguridad
- Ropa de trabajo.
- Gafas.

10.Anexos.

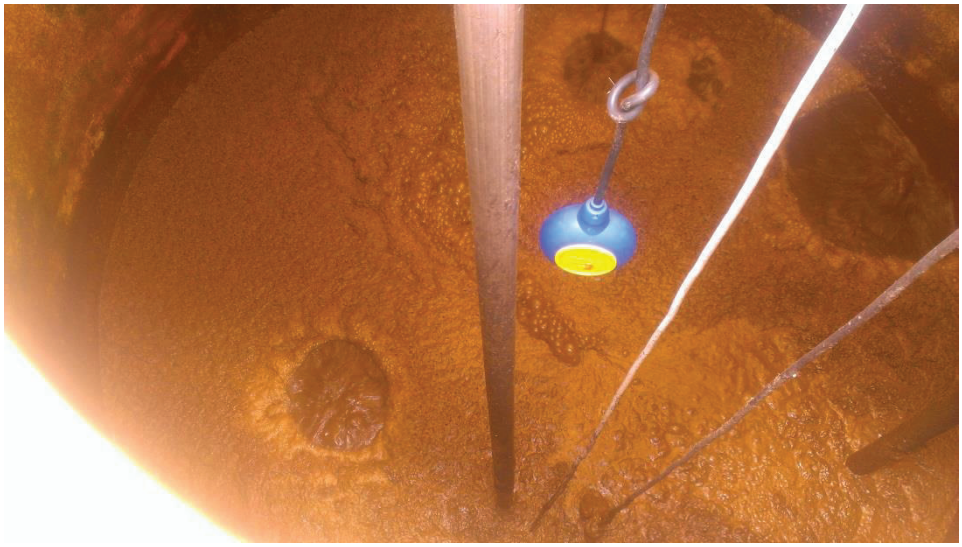


Figura 4.65: Parte interna tanque de homogenización.

H. Funcionamiento bombas centrifugas tanque de homogenización.

1. Alcance:

Este procedimiento tiene por alcance la operación y mantenimiento del tablero de control y bombas para el correcto funcionamiento del tanque de homogenización en la PTAR DE NONO.

2. Descripción:

Este procedimiento describe la operación y mantenimiento desde el tablero de control para las bombas centrifugas las cuales realizan la inyección de oxígeno al bioreactor evitando así puntos muertos y una correcta homogenización del agua.

3. Composición del tablero eléctrico.

COMPONENTES DEL TABLERO ELÉCTRICO (T .DE HOMOGENIZACIÓN)		
Selector 1	consta de tres posiciones	Manual
		OFF
		Automático
Selector 2	consta de dos posiciones	funcionamiento bomba 1
		funcionamiento bomba 2

Tabla 4.50: Componentes tablero eléctrico T. de homogenización.

4. Composición de las bombas.

BOMBAS CENTRIFUGAS EN EL TANQUE DE HOMOGENIZACION			
Bomba 1	consta de:	válvula check	
		2 válvulas de apertura y cierre	salida y entrada
		1 nanómetro	
Bomba 2	consta de:	válvula check	
		2 válvulas de apertura y cierre	salida y entrada
		1 nanómetro	

Tabla 4.51: Componentes bombas centrifugas T. de homogenización.

5. Desarrollo

5.1 Procedimiento:

5.1.2 Operación Manual.

- Selector en posición OFF del selector uno.
- Verificar la correcta posición de las bombas en el compartimiento exterior.
- Verificación de la apertura de las válvulas de estrangulación en cada una de las bombas.
- Verificar que las universales se encuentren totalmente cerradas para evitar fugas.
- Movimiento del selector uno hacia la opción manual.
- Manipulación del selector 2 hacia la bomba con que de desea trabajar.

- El movimiento del selector dos se lo podrá realizar de forma libre en función de los mantenimientos de la bomba, tiempo de trabajo o las necesidades del operador.
- Se han establecido periodos de trabajos de un día por cada bomba para evitar recalentamiento de los componentes los cuales se realizaran en cada cambio de turno del operador.

5.1.3 Operación Automática.

- Selector dos en posición OFF.
- Verificar la correcta posición de las bombas en el compartimiento exterior.
- Verificar que la apertura de las válvulas de estrangulación en cada una de las bombas, sea total.
- Verificación que las universales cuenten con el ajuste necesario para evitar fugas.
- Movimiento del selector uno hacia la opción automático.
- Verificar antes del encendido de las bombas que los tiempos programados por el personal de mantenimiento estén marcando en el timer un tiempo de 40 minutos de trabajo y 20 de descanso en cada bomba.

5.1.4 Mantenimiento preventivo.

- Apagar del sistema.
- Cerrar las válvulas de apertura y cierre.
- Retiro de la universal con una llave de tubo.
- Retiro de la bomba del compartimiento exterior.
- Verificación de rodamientos de las bombas que no tengan desgaste.
- Verificación de correcta lubricación de las bombas.
- Colocar la bomba verificando que todos los componentes se encuentren en condiciones adecuadas para su instalación.
- Instalar la universal revisando que se encuentre con el ajuste necesario para evitar fugas.
- Abrirlas válvulas de apertura y cierre.
- Prender la bomba.

- Verificación de paso de corriente y voltaje con un multímetro.

6. Planificación anual mantenimiento electromecánico año 2016.

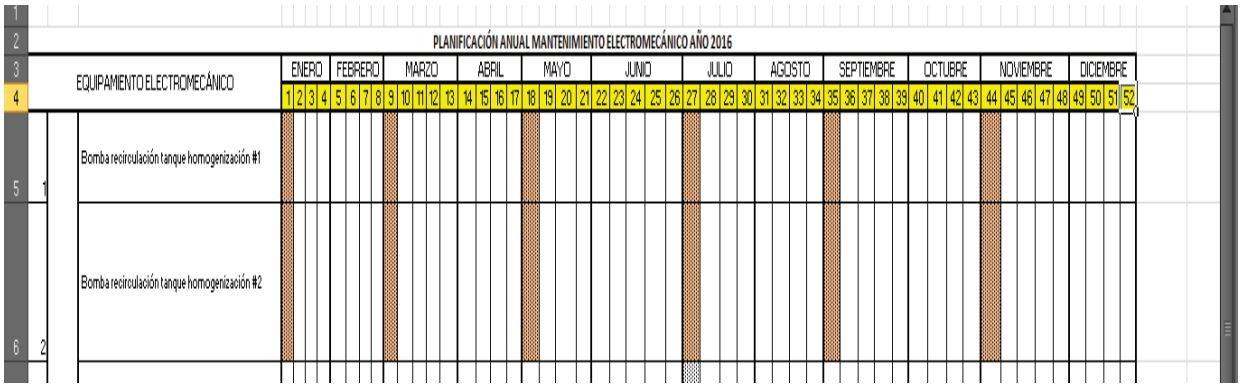


Figura 4.66: Planificación bombas centrifugas T. de homogenización.

LIMPIEZA EQUIPOS
MANTENIMIENTO
ELECTROMECÁNICO

7. Diagrama eléctrico bombas centrifugas taque de homogenización.

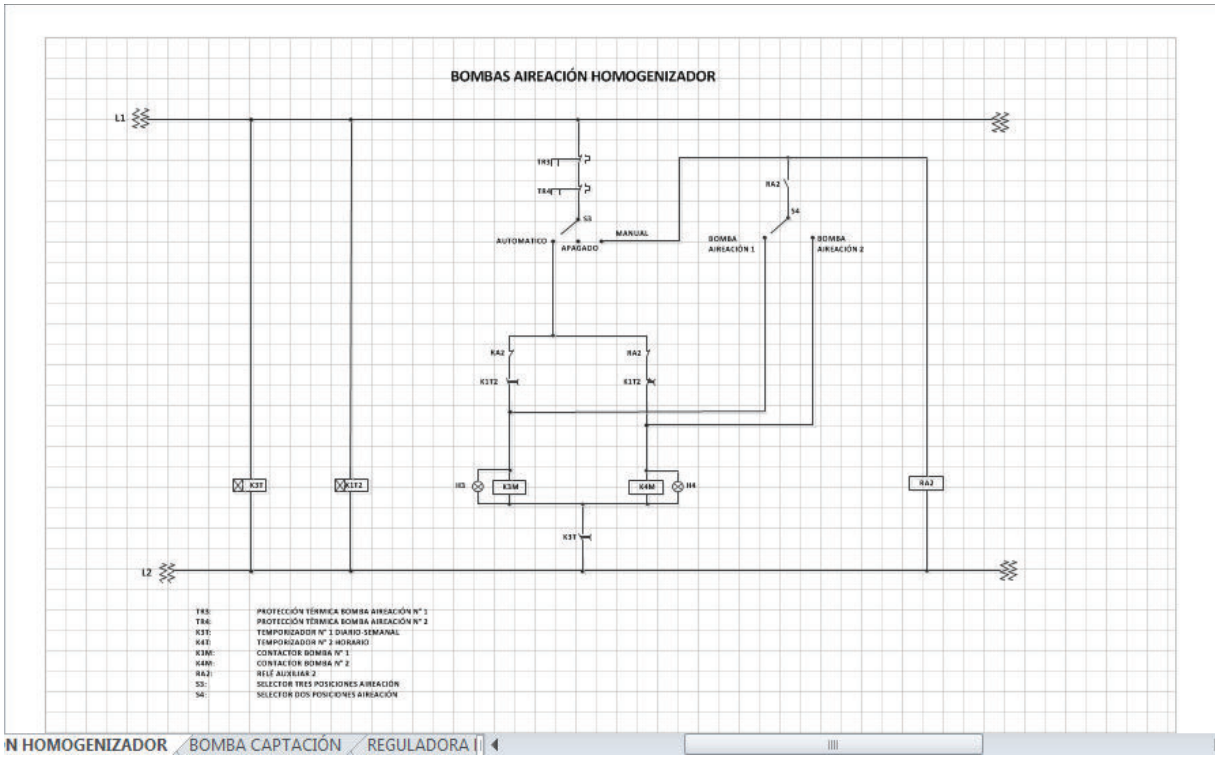


Figura 4.67: Diagrama eléctrico bombas centrifugas T. de homogenización

8. Equipos y materiales.

- Llave de tubo.

- Grasa.
- Multímetro.

9. Seguridad y Salud Ocupacional.

El personal que realice la operación y mantenimiento del tablero de control y bombas centrifugas deberá contar con el equipo de protección personal adecuada para este trabajo.

- Guantes dieléctricos.
- Botas de seguridad
- Ropa de trabajo.
- Gafas.

10. Anexos.

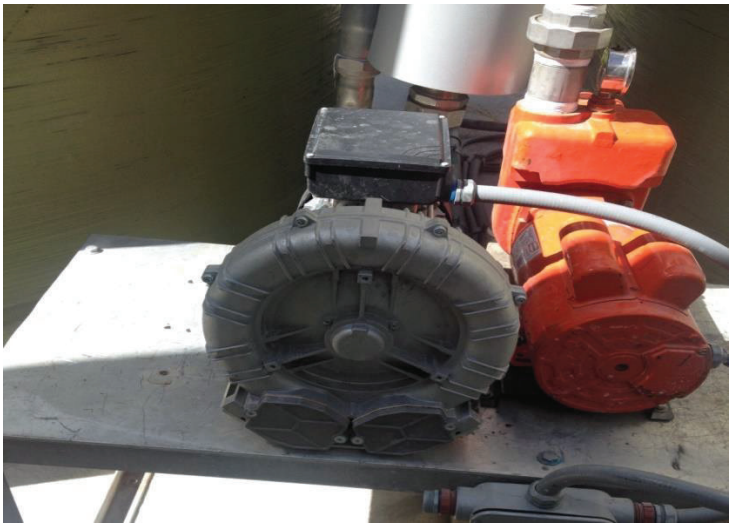


Figura4.68: Bomba centrifuga.

I. Blowers bioreactor uno y dos.

1. Alcance:

Este procedimiento tiene por alcance la manipulación del tablero eléctrico de control para la correcta operación y mantenimiento de los blowers de cada uno de los bioreactores en la PTAR DE NONO.

2. Descripción:

Este procedimiento describe las acciones de operación y mantenimiento que deben ser realizadas desde el tablero de control para los blowers, los cuales realizan la inyección de oxígeno de burbuja fina a los bioreactores por medio de difusores, manteniendo así el hábitat para el correcto desarrollo de la biomasa.

3. Composición del tablero eléctrico.

COMPONENTES DEL TABLERO ELÉCTRICO (BLOWERS)		
Selector 1	consta de tres posiciones	Manual
		OFF
		Automático
Selector 2	consta de dos posiciones	funcionamiento blower 1
		funcionamiento blower 2

Tabla 4.52: Componentes tablero eléctrico bolwers.

4. Composición de los blowers.

BLOWERS BIOERACTORES		
Blower 1	consta de:	1 válvula check
		1 válvula de apertura y cierre
		1 filtro
		7 difusores en cada tanque
Blower 2	consta de:	1 válvula check
		1 válvula de apertura y cierre
		1 filtro
		7 difusores en cada tanque

Tabla 4.53: Componentes blowers.

5. Desarrollo

5.1 Procedimiento:

5.1.1 Operación manual.

- Selector en posición OFF del selector uno.
- Verificar la correcta posición de las blowers compartimiento exterior.

- Verificar que la apertura de las válvulas de estrangulación en cada una de las bombas, sea total.
- Verificar que las universales se encuentren totalmente cerradas para evitar fugas de aire
- Verificar que filtro se encuentren en condiciones buenas para evitar el paso de impurezas y taponamiento en los difusores.
- Movimiento del selector uno hacia la opción manual.
- Manipulación del selector dos hacia el blower con que de desea trabajar.
- El movimiento del selector dos se lo podrá realizar de forma libre en función de los mantenimientos de los blowers, tiempo de trabajo o las necesidades del operador.
- Se han establecido periodos de trabajos de un día por cada blower para evitar recalentamiento de los componentes los cuales se realizaran de forma constante y en base al calor generado por los mismos.

5.1.2 Operación automática.

- Selector dos en posición OFF.
- Verificar la correcta posición de los blowers en el compartimiento exterior.
- Verificar que la apertura de las válvulas de estrangulación en cada una de los blowers, sea total
- Verificar que las universales se encuentren totalmente cerradas para evitar fugas de aire.
- Movimiento del selector uno hacia la opción automático.
- Verificar antes del encendido de los blowers que los tiempos programados por el personal de mantenimiento estén marcando en el timer un tiempo de 40 minutos de trabajo y 20 de descanso en cada blower.

5.1.3 Mantenimiento preventivo.

- Apagar el sistema desde el tablero de control.
- Apertura del blower.
- Verificación de las condiciones internas.
- Limpieza del filtro de aire con soplete.
- Armado del blower.

- Encendido del blower.
- Verificar que las condiciones sean las adecuadas en el blower en función de la corriente y voltaje con el multímetro, y corroborar si trabaja de acuerdo a las especificaciones técnicas.

6. Planificación anual mantenimiento electromecánico año 2016.

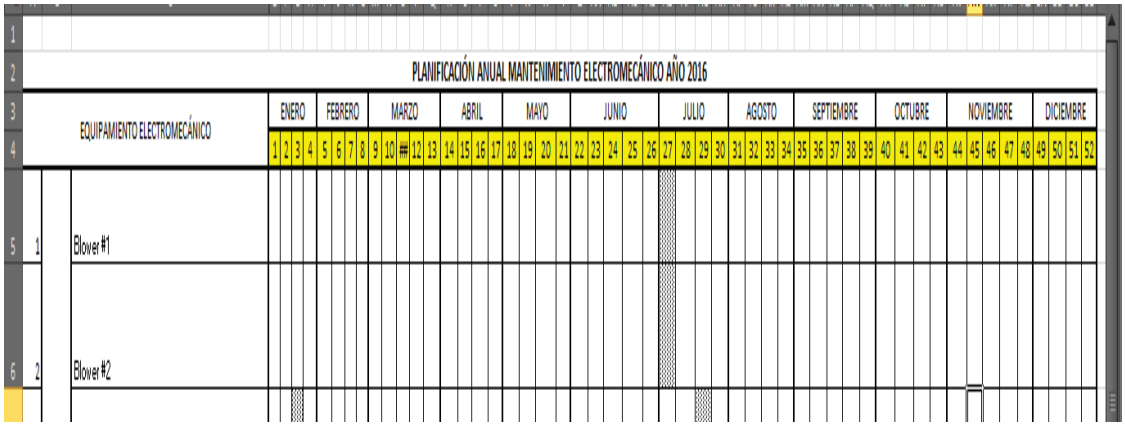


Figura 4.69: Planificación blowers bioreactor uno y dos.

LIMPIEZA EQUIPOS MANTENIMIENTO ELECTROMECÁNICO

7. Diagrama eléctrico blowers bioreactor uno y dos.

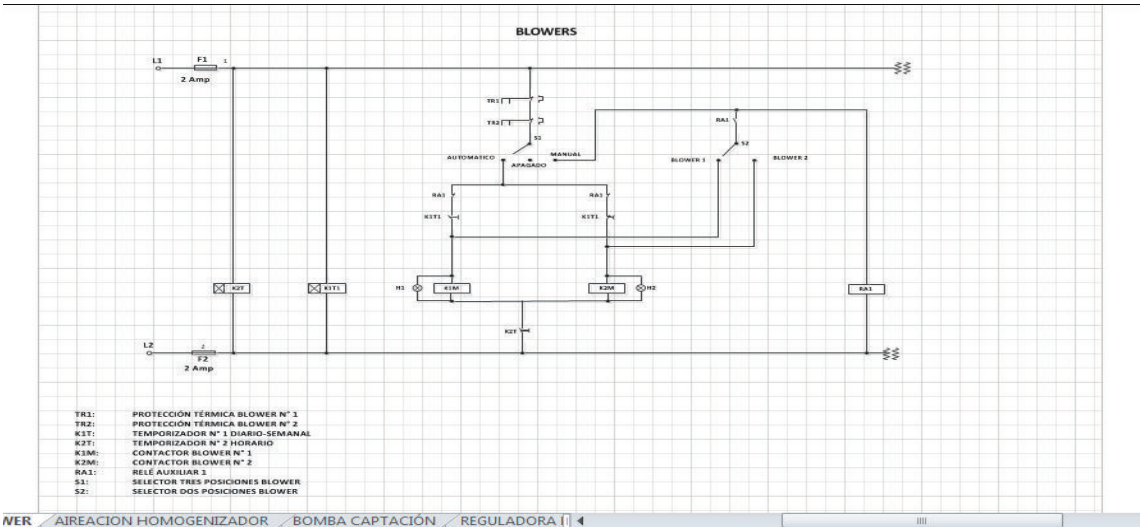


Figura 4.70: Diagrama eléctrico blowers bioeractor uno y dos.

8. Materiales y Equipos

- Multímetro
- Herramientas menores
- Llave de tubo
- Soplete
- Filtros de repuesto

9. Seguridad y Salud Ocupacional

El personal que realice la operación y mantenimiento del tablero de control para el correcto funcionamiento de los blowers, deberá contar con el equipo de protección personal adecuada para este trabajo.

- Guantes dieléctricos.
- Botas de seguridad
- Ropa de trabajo.

10. Anexos

Figura 4.71: Bacterias actuantes bioreactor.

J. Bombas dosificadoras. (Desinfección)

1. Alcance:

Este procedimiento tiene por alcance la operación y mantenimiento del tablero de control y bombas dosificadoras ayudando así al correcto funcionamiento de

desinfección desde el sedimentador secundario a la descarga final (efluente) en la PTAR DE NONO.

2. Descripción:

Este procedimiento describe la operación y mantenimiento desde el tablero de control y bombas dosificadoras de hipoclorito de calcio desde el sedimentador secundario hacia la descarga final (efluente), evitando así la existencia de microorganismos presentes en la descarga.

3. Composición del tablero eléctrico.

COMPONENTES DEL TABLERO ELECTRICO BOMBAS DOSIFICADORAS (DESINFECCION)		
Selector 1	consta de dos posiciones	OFF
		ON
Selector 2	consta de dos posiciones	Bomba 1
		Bomba 2

Tabla 4.54: Componentes tablero eléctrico desinfección.

4. Composición de las bombas dosificadoras (Desinfección).

Bombas dosificadoras (Desinfección)			
dosificadora 1	consta de:	1 manguera	el sensor de flujo trabajara en función del paso de agua por la tubería
dosificadora 2	consta de:	1 manguera	

Tabla 4.55. Componentes desinfección.

5. Desarrollo.

5.1 Procedimiento:

5.1.1 Operación manual.

- Selector en posición OFF del selector uno.
- Verificar la correcta posición de las bombas dosificadoras en la caja de revisión.
- Movimiento del selector uno hacia la opción manual.
- El movimiento del selector propio de la bomba se lo manipulara en función de la concentración requerida de hipoclorito de calcio al 70%, el cual se

prepara con inclusión de 3 kg del mismo en el tanque de dilución de 250 litros.

- Se han establecido periodos de trabajos de un día por cada bomba dosificadora para evitar recalentamiento de los componentes los cuales se realizaran de forma constante, se debe tomar en cuenta que el cambio debe realizarse en cada cambio de turno.

5.1.2 Mantenimiento preventivo.

- Apagar las bombas dosificadoras.
- Desconectar las mangueras que se encuentran instaladas a las bombas dosificadoras.
- Limpiar con agua las mangueras para evitar la calcificación.
- Verificación del correcto funcionamiento del diafragma.
- Limpieza del diafragma.
- Chequeo del sensor de flujo.
- Instalación de las mangueras en los compartimientos de las bombas dosificadoras.
- Prender las bombas
- Verificación de paso de corriente y voltaje con un multímetro.

6. Planificación anual mantenimiento electromecánico año 2016.

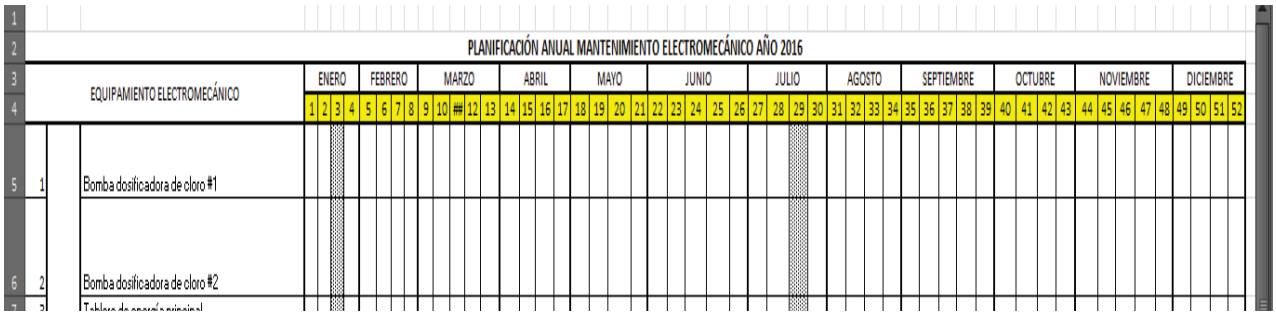


Figura 4.72: Planificación bombas dosificadoras Desinfección.

7. Diagrama eléctrico bombas dosificadoras.

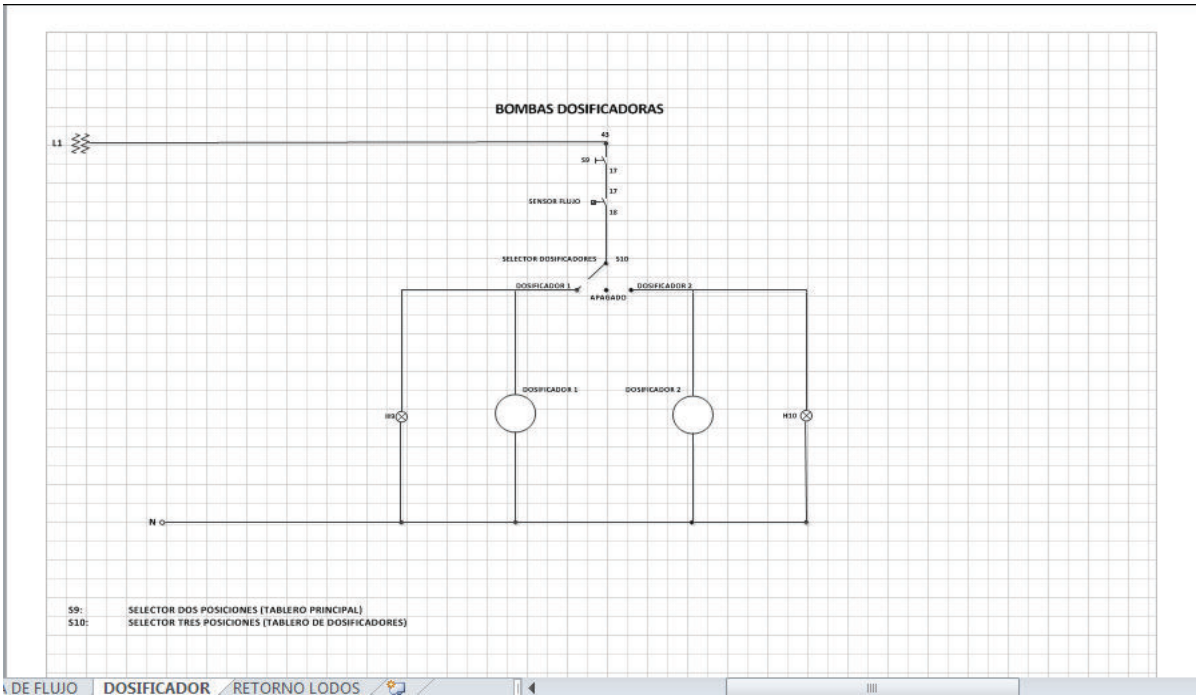


Figura 4.73: Diagrama eléctrico bombas dosificadoras.

8. Equipos y materiales.

- Manguera.
- Multímetro.

9. Seguridad y Salud Ocupacional

El personal que realice la operación y mantenimiento del tablero de control y las bombas dosificadoras deberá contar con el equipo de protección personal adecuada para este trabajo.

- Guantes dieléctricos.
- Botas de seguridad
- Ropa de trabajo.
- Gafas
- Mascarilla.

10. Anexos

Figura 4.74: Tanque de cloración.

Figura 4.75: Bomba dosificadora.

III. UNIDADES OPERATIVAS.

4.1.3 OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO UNIDADES OPERATIVAS.

K. Cribado.

1. Alcance:

Este procedimiento tiene por alcance la correcta operación y mantenimiento del cribado por parte del personal técnico de la PTAR DE NONO.

2. Descripción:

Este procedimiento describe la operación manual y mantenimiento de la unidad operativa cribado, la cual cumple como función principal la retención de solidos de tamaño grande.

3. Desarrollo

3.1 Acciones a tomar para una correcta operación:

3.1.1 Operación manual.

- Verificar que se realice una correcta limpieza de la rejilla para evitar taponamientos y desbordamientos en esta unidad.
- Se deberá tener un control oportuno cuando se presenten precipitaciones fuertes, ya que el caudal a tratarse será únicamente con alta carga orgánica y no diluido en función del alcantarillado combinado.

- Se deberá tener una acción oportuna en caso de que se presente lluvias con la colocación del balde en el último pozo de revisión para desvió directo al cauce del caudal.
- El operador en turno deberá estar pendiente de las descargas que se presente en función de los colores del agua de entrada para planificar limpiezas oportunas o cierres en el tratamiento de la planta.
- Se deberá limpiar los sólidos que se encuentren en el cribado por lo menos una vez por hora.
- Se deberá colocar los sólidos retenidos en un lugar que cuente con una pendiente para que se produzca el escurrimiento, secado y posterior disposición hacia la basura común.

3.1.2 Mantenimiento preventivo.

- Se pintara la rejilla cada determinado tiempo para evitar la corrosión.
- El operador de turno deberá realizar la limpieza constaste del cribado con una manguera de agua a presión.

4. Equipos y materiales.

- Balde plástico capacidad mínima de 12 litros.
- Pala de limpieza con agujeros en su base.
- Manguera.
- Pintura de esmalte.
- Brochas.

5. Seguridad y Salud Ocupacional.

El personal que realice la operación y mantenimiento del cribado deberá contar con el equipo de protección personal adecuada para este trabajo.

- Guantes
- Botas
- Overol
- Gafas
- Mascarilla

6. Anexos.

Figura 4.76: Limpieza cribado

Figura 4.77 Limpieza, pala de limpieza

L. Desarenador.

1. Alcance:

Este procedimiento tiene por alcance la correcta operación y mantenimiento del desarenador por parte del personal técnico de la PTAR DE NONO.

2. Descripción:

Este procedimiento describe la operación manual y mantenimiento de la unidad operativa desarenador, la cual cumple como función principal de sedimentación de arenas y retención de grasas.

3. Desarrollo

3.1.1 Acciones a tomar para una correcta operación y mantenimiento:

3.1.2 Operación manual.

- Verificar que los niveles de arena, para poder realizar planificaciones futuras de limpieza con la bomba de succión o los camiones eductores.
- Limpieza con la manguera de agua del tubo que actúa como trampa de grasas y retención de solidos flotantes para evitar desbordamientos no deseados.

- Limpieza constante de las natas, solidos flotantes y grasas por parte del operador de turno.
- En este tanque se debe evitar los movimientos de flujo con la finalidad de no llegar a tener presencia de solidos que puedan dañar las bombas de succión.

3.1.3 Mantenimiento preventivo.

- Limpieza recurrente de los orificios que retienen las grases y solidos flotantes.
- Limpieza de natas y solidos flotantes con la pala con agujeros.
- Limpieza de arenas con la pala con agujeros.
- Limpieza del tanque en su totalidad con la bomba de succión hacia el lecho de secado o con los camiones extractores de lodo séptico los cuales llevan el volumen total de agua hacia botaderos permitidos.
- Limpieza de las paredes del tanque con agua a presión.

4. Equipos y materiales.

- Pala de limpieza con agujeros en su base.
- Manguera.
- Bomba de succión.

5. Seguridad y Salud Ocupacional.

El personal que realice la operación y mantenimiento del desarenador deberá contar con el equipo de protección personal adecuada para este trabajo.

- Guantes
- Botas
- Overol
- Gafas
- Mascarilla

6. Anexos.

Figura 4.78: Desarenador (descarga clandestina)

M. Tanque de captación.

1. Alcance:

Este procedimiento tiene por alcance la correcta operación y mantenimiento del tanque de captación por parte del operador en turno de la PTAR DE NONO.

2. Descripción:

Este procedimiento describe la operación manual y correcto mantenimiento de la unidad operativa tanque de captación, la cual cumple como función principal de captar y almacenar el agua sin solidos de gran tamaño que será utilizada para el tratamiento biológico.

3. Desarrollo

3.1 Acciones a tomar para una correcta operación:

3.1.1 Operación manual.

- Verificar los niveles de solidos sedimentados, para planificaciones futuras de limpieza con la bomba de succión o los camiones eductores.
- Limpieza con la manguera de agua de los tanques evitando así el paso de solidos flotantes y arenas que aún se encuentran en el sistema.
- Limpieza continúa de la espuma generada por parte del operador de turno.

- En este tanque se debe evitar los movimientos de flujo con la finalidad de no llegar a tener presencia de solidos que puedan dañar las bombas de succión.
- En esta unidad operativa se deberá realizar la toma de muestras misma que corresponde al afluente, para la realización de parámetros in situ.

3.1.2 Mantenimiento preventivo.

- Se deberán limpiar los tanques los cuales protegen a las bombas sumergibles con agua a presión, para evitar perforaciones y la bomba no absorba en vacío.
- Limpieza del lodo flotante que se encuentra en las diferentes partes del tanque.
- Limpieza de las paredes con agua a presión.

4. Equipos y materiales.

- Pala de limpieza con agujeros en su base.
- Manguera.

5. Seguridad y Salud Ocupacional

El personal que realice la operación y mantenimiento del tanque de captación deberá contar con el equipo de protección personal adecuada para este trabajo.

- Guantes
- Botas
- Overol
- Gafas
- Mascarilla

6. Anexos

Figura 4.79. Tanque de captación.

N. Tanque de homogenización.

1. Alcance:

Este procedimiento tiene por alcance la correcta operación y mantenimiento del tanque de homogenización por parte del personal técnico de la PTAR DE NONO.

2. Descripción:

Este procedimiento describe la operación manual y mantenimiento del proceso operativo del tanque de homogenización, la cual cumple como función principal mantener la estabilización de caudal y una concentración homogénea del agua proveniente del tanque de captación.

3. Desarrollo

3.1 Acciones a tomar para una correcta operación:

3.1.1 Operación manual.

- Inspección visual por parte del personal de turno de una correcta mezcla de agua en el tanque.
- Realizar un control visual continuo en el tanque para evitar puntos muertos.
- Verificar la no presencia de espuma en gran cantidad, debido a que en esta unidad operativa se realiza el retorno de lodos.

- Limpieza diaria de las paredes del tanque para evitar formación de habitad que puedan influir en el tratamiento biológico.

3.1.2 Mantenimiento preventivo.

- Limpieza de las paredes del tanque.
- Purga por lo menos una vez al mes de la tubería de paso a gravedad hacia los bioreactores.

4. Equipos y materiales.

- Manguera.

5. Seguridad y Salud Ocupacional.

El personal que realice la limpieza del tanque de captación deberá contar con el equipo de protección personal adecuada para este trabajo.

- Guantes
- Botas
- Overol
- Gafas
- Mascarilla

6. Anexos

Figura 4.80: Tanque de homogenización.

O. Bioreactor uno y dos.

1. Alcance:

Este procedimiento tiene por alcance la correcta operación y mantenimiento de los bioreactores por parte del personal operativo de la PTAR DE NONO.

2. Descripción:

Este procedimiento describe la operación manual y mantenimiento del proceso operativo de los bioreactores, los mismos cumplen con la función principal el tratamiento biológico que se le da la planta por medio del tiempo de retención celular e hidráulica en los tanques.

3. Desarrollo

3.1 Acciones a tomar para una correcta operación:

3.1.1 Operación manual.

- En este proceso se deberá realizar la toma de muestras para análisis de parámetros en situ que serán reflejados en el registro operacional diario.
- Se deberá realizar la toma recurrente de solidos sedimentables mismos que nos darán una visión clara de la biomasa actuante en el proceso.
- El operador de turno deberá controlar las espumas generadas con la manguera de agua.
- Control visual de la aireación mediante los difusores por parte del personal técnico.
- Control de color de la espuma en los bioreactores para determinar la edad aproximada de los lodos y correcta variación de las purgas.

3.1.2 Mantenimiento preventivo.

- Se deberá mantener en buenas condiciones el tanque con aspersión de agua para que las espumas no desborden el tanque, siempre será esto en función de las descargas afluentes.
- Limpieza constante de las paredes de los bioreactores con agua a presión para evitar malos olores.

4. Equipos y materiales.

- Manguera.

5. Seguridad y Salud Ocupacional.

El personal que realice la operación y mantenimiento de los bioreactores deberá contar con el equipo de protección personal adecuada para este trabajo.

- Guantes
- Botas
- Overol
- Gafas
- Mascarilla

6. Anexos.

Figura 4.81. Bioreactor uno y dos.

P. Sedimentador secundario.

1. Alcance:

Este procedimiento tiene por alcance la correcta operación y mantenimiento del sedimentador secundario por parte del personal técnico de la PTAR DE NONO.

2. Descripción:

Este procedimiento describe la operación manual y mantenimiento del proceso operativo del sedimentador secundario, el mismo cumple con la función principal de decantar los flogs formados en los bioreactores.

3. Desarrollo.

3.1.1 Acciones a tomar para una correcta operación:

3.1.1. Operación manual.

- El operador en turno deberá tener una limpieza constante del anillo de sedimentación con la manguera de agua para evitar el crecimiento de algas.
- Con la ayuda de una malla y palo mínimo de tres metros se deberá remover los lodos ya sedimentados que no logren salir por la tubería de retorno de lodos o purga, para así evitar la formación de un sello hidráulico en las paredes. Esta actividad deberá ser verificada con el color cambiante que desborda en el tanque de homogenización.
- Movimiento constante horizontal y vertical del skimer para la recolección de lodos muertos y solidos flotantes.
- Apertura según necesidades de las válvulas de purga que dirigen al lecho de secado.
- Limpieza diaria de natas y solidos flotantes en la parte superficial del sedimentador.

3.1.2 Mantenimiento preventivo.

- Control periódico de las natas presentes en la parte superior del tanque.
- Limpiezas periódicas del anillo de sedimentación para evitar el crecimiento de algas.
- Limpieza de los sellos hidráulicos formados en la parte inferior del sedimentador y obtener un correcto retorno de lodos.

4. Equipos y materiales.

- Manguera.
- Palo minino 3 metros de longitud.

- Malla.

5. Seguridad y Salud Ocupacional.

El personal que realice la limpieza del sedimentador secundario deberá contar con el equipo de protección personal adecuada para este trabajo.

- Guantes
- Botas
- Overol
- Gafas
- Mascarilla

6. Anexos.

Figura 4.82: Limpieza anillo sedimentador

Figura 4.83: Limpieza parte superficial S.S

Q. Tanque de cloración.

1. Alcance:

Este procedimiento tiene por alcance la correcta operación y mantenimiento del tanque de cloración por parte del personal técnico de la PTAR DE NONO.

2. Descripción:

Este procedimiento describe la operación manual y mantenimiento del proceso operativo del tanque de cloración, el mismo cumple con la función principal

mantener el agua en el tanque por un tiempo determinado para que así actuara de forma eficaz el cloro con la eliminación de patógenos y posterior descarga.

3. Desarrollo.

3.1 Acciones a tomar para una correcta operación:

3.1.1 Operación manual.

- El operador en turno deberá tener una limpieza constante de las mangueras para evitar la clasificación a lo largo de estas.
- Control de adición de hipoclorito de calcio diluido en el tanque de almacenamiento.
- Control de concentración de cloro en el efluente con el método visual (Colorímetro).
- Aforo continúo del efluente que será reflejada en el registro operacional.
- Colocación de equipos para muestro mensual de la calidad de agua vertida al cuerpo de agua dulce.

3.1.2 Mantenimiento preventivo.

- Limpieza planificada de las mangueras.
- Desalojo completo del tanque de almacenamiento de cloro para su limpieza con agua a presión.
- Apertura de la válvula del tanque de contacto de cloro para su limpieza interna.

4. Equipos y materiales.

- Manguera.
- Colorímetro
- Balde.
- Cronometro.
- Muestreador automático.

5. Seguridad y Salud Ocupacional.

El personal que realice la operación y mantenimiento de tanque de cloración y mangueras deberá contar con el equipo de protección personal adecuada para este trabajo.

- Guantes
- Botas
- Overol
- Gafas
- Mascarilla

6. Anexos.

Figura 4.84: Bomba dosificadora.

R. Lechos de secado.

1. Alcance:

Este procedimiento tiene por alcance la operación y mantenimiento de los filtros de lechos de secado por parte del personal técnico de la PTAR DE NONO.

2. Descripción:

Este procedimiento describe la operación y mantenimiento de los lechos de secado, los cuales cumplen como función principal filtrar el agua contenida de los lodos para liego realizar la disposición del lodo seco al botadero.

3. Desarrollo.

3.1 Acciones a tomar para una correcta operación:

3.1.1 Operación manual.

- Esparcimiento de los lodos superficiales de manera homogénea para un correcto secado.
- Retiro de vectores y larvas en caso de existir.
- Puesta del plástico cuando se presenten precipitaciones.

3.1.2 Mantenimiento preventivo.

- Limpieza con los eductores de los lodos que no lograron secarse.
- Retiro continuo de vectores y larvas.

4. Equipos y materiales.

- Pala de limpieza
- Eductores.

5. Seguridad y Salud Ocupacional.

El personal que realice la operación y mantenimiento de los lechos de secado deberá contar con el equipo de protección personal adecuada para este trabajo.

- Guantes
- Botas
- Overol
- Gafas
- Mascarilla

6. Anexos.

Figura 4.85: Lechos de secado.

4.2 Guía de resolución de problemas operacionales, ambientales y electromecánicas.

4.2.1 Ultimo pozo de revisión.

4.21.1. Operacional.

- Se deberá colocar una compuerta para desviar el caudal con dilución y evitar el ingreso de agua no domestica a la PTAR.
- Para evitar desbordamientos en los tanques posteriores a este pozo se deberá colocar con anterioridad un balde del diámetro de la tubería (4”).

4.21.2. Ambiental.

- Para evitar malos olores a largo de aliviadero se deberá tener limpiezas planificadas de los sedimentos ya decantados y que pudiesen haber formado un sello hidráulico.

4.2.1. Tratamiento primario.

4.2.2.1 Operacional.

- En caso de no ser controlada la altura de lodos periódicamente por el operador en turno y se encuentre gran cantidad de sedimentos en el tanque de captación, se deberá parar el sistema

y recogerlos con la pala perforada y trasladar hacia el secado de sólidos, para no producir daños a la bomba.

- Se deberá crear una estructura donde se produzca la desecación correcta de los sólidos y no simplemente se realice la colocación en el piso adjunto.

4.2.2.2 Ambiental.

- Para evitar el ingreso de descargas ilícitas a la PTAR como sucede continuamente y que pudieran causar daño al proceso, se deberá realizar charlas de concientización sobre los uso del alcantarillado y disposición final de los residuos no domésticos.
- Para evitar malos olores se deberá limpiar periódicamente los sólidos flotantes de los distintos tanques, secarlos y adicionar cal.
- La estructura donde se depositaran los residuos deberán con las características necesarias para la no invasión de vectores.

4.2.2.3 **Electromecánico.**

- El operador en turno deberá estar pendiente del funcionamiento de las bombas y su absorción, ya que si se presentase daño en una de estas de forma manual poner en funcionamiento la bomba alterna.

4.2.2. Tanque de homogenización.

4.2.3.1. Operacional.

- Para evitar puntos muertos el operador en turno deberá verificar periódicamente la homogenización del agua a ser tratada.

4.2.3.2. Ambiental.

- Cuando se hayan generador olores por diferentes causas se deberá adicionar agua a presión en las paredes del tanque.

4.2.3.3. Electromecánico.

- Si presentase un daño en la bomba sumergible de alimentación hacia los bioreactores o de su correspondiente flotador, se dará apertura a la válvula que se encuentra ubicada en el tanque para que el proceso funcione por vasos comunicantes.

- El operador en turno deberá estar pendiente del funcionamiento de las bombas centrifugas, ya que si se presentase daño en una de estas de forma manual poner en funcionamiento la bomba alterna.
- En caso de daño de las dos bombas centrifugas de aireación se deberá realizar una recirculación pequeña pero continua para evitar puntos muertos y ayudar al tanque en su homogenización.

4.2.4. Bioreactor uno y dos.

4.2.4.1. Operacional.

- En caso de la formación de espumas en gran nivel se deberá adicionar agua a presión para su estancamiento.

4.2.4.2. Ambiental.

- Cuando se presenten malos olores el operador en turno deberá verificar el funcionamiento de los blowers para variar la adición de aire.
- La presencia de malos olores también denotara la edad de los microorganismos por lo que el operador en turno deberá variar el retorno y la purga de lodos.

4.2.4.3. Electromecánico.

- El operador en turno deberá estar pendiente del funcionamiento de los blowers, ya que si se presentase daño en una de estas de forma manual poner en funcionamiento el blower alterno.

4.2.5. Sedimentador secundario.

4.2.5.1. Operacional.

- Para evitar la formación de puntos muertos y un sello hidráulico en el fondo del tanque se deberá remover constantemente con la pala perforada y así obtener un correcto retorno de lodos.
- Para evitar la acumulación de solidos flotantes se deberá mover constantemente el skimer.

4.2.5.2. Electromecánico.

- Si se presentase un daño en la bomba de retorno de lodos o en su correspondiente flotador se deberá cerrar la válvula del tanque de almacenamiento de lodos, retirar la bomba y colocar una tubería que dirija los lodos directamente hacia el tanque de captación de forma continua por gravedad.

4.2.6. Desinfección.

4.2.6.1. Electromecánico.

- Si se presentase un daño en la bomba dosificadora de hipoclorito de calcio, se deberá realizar el cambio de forma manual a la bomba alterna.

4.2.7. Lechos de secado.

4.2.7.1. Operacional.

- En caso de presentarse precipitaciones se deberá colocar de forma inmediata el plástico para obtener una desecación buena y homogénea del lodo.

4.2.7.2. Ambiental.

- Para evitar proliferación de vectores y olores, en los lodos ya vertidos en los lechos se deberá adicionar cal hidratada en las diferentes partes de las camas de desecación para mitigar el impacto.

CAPITULO V.

5.1. Conclusiones.

- La caracterización física y bacteriológica del afluente, efluente y unidades operativas ha permitido determinar la eficiencia correcta de la misma en comparación con los límites permisibles de descarga a cuerpo de agua dulce de la normativa ambiental ecuatoriana vigente.
- La realización de este manual proporcionara al equipo técnico encargado de la PTAR NONO las herramientas necesarias en los procesos de operación y mantenimiento, y con ello tomar acciones preventivas y correctivas que disminuyan tiempos de trabajo, aumenten su efectividad, eviten daños en los equipos y unidades operativas.
- Así mismo, la aplicación de este manual, nos ayudara a efectivizar los procesos de operación y mantenimiento preventivo de la PTAR, y poder hacerlo extensivo hacia las PTARs que mantienen procesos similares.
- De igual manera lograr en un futuro una certificación en base a los procedimientos expuestos en el manual y así garantizar los trabajos realizados en esta PTAR para mejorar las condiciones socio-ambientales y calidad de vida de la población servida.
- La planta de tratamiento de aguas residuales objeto de estudio en este proyecto de titulación es diseñada con parámetros para agua residual domestica por lo que no deben ingresar aguas residuales de otro tipo como las del camal o alguna otra industria, ya que estas aguas residuales con parámetros fuera de los de diseño deberán tener su propia planta de tratamiento de aguas en base a los contaminantes presentes; por lo que, el agua de ingreso a la PTAR deberá cumplir con los límites permisibles de descarga hacia el alcantarillado.

5.2. Recomendaciones.

- Para el mejoramiento del derivador de caudales para que en la transición se tienda a un flujo laminar y no turbulento especialmente en precipitaciones fuertes implementar una válvula de cierre y apertura en el último pozo de revisión, evitando así el ingreso de agua pluvial a la PTAR.
- Adicionar un flotador más en las bombas de captación, por si llegase a ocurrir un daño en el ya instalado y trabajar con un sistema alterno de alimentación hacia el tanque de homogenización.
- En el tanque de homogenización cuando se presenta daño en la bomba sumergible se trabaja por vasos comunicantes, sin embargo la tubería en periodos pluviales no abastece de forma correcta sustrato a los bioreactores por su diámetro de 2", por lo que se recomienda instalar una tubería de mayor diámetro como mínimo 4".
- Colocar una bomba sumergible adicional en el tanque de homogenización por si se presentan daños.
- Colocar una campana de infiltración en la tubería interna de retorno los lodos generados en los procesos anteriores para su completa absorción.
- Instalar un agitador en el tanque de dilución de hipoclorito de calcio para evitar la sedimentación de las partículas y así mejorar la correcta homogenización al interior del tanque.
- Colocar un agitador en el tanque de contacto de cloro para tener una concentración homogénea del efluente que será descargado hacia el cuerpo receptor.
- Colocar una cubierta en los lechos de secado para mejorar exponencialmente la desecación.
- Cambiar el lecho filtrante de las camas de secado ya que se actualmente no se produce infiltración.

BIBLIOGRAFÍA.

- INGENIERIA SANITARIA. Redes de alcantarillado y bombeo de aguas residuales. Metcalf-eddy. Editorial Noriega1994.
- EVALUACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LOS PROCESOS DE OPERACIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA PARROQUIA RURAL DE NONO, EPMAPS. Ana Lucia Lincango. 2015.
- DEGREMONT. Manual técnico del agua 4ta ed. Bilbao. Grafo 2009.
- TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE (TULSMA) libro VI ANEXO 1
- KROFTA S.A. Manual Krofta S.A. Company of krofta waters. Julio 1999
- INGENIERIA DE AGUAS RESIDUALES. Tratamiento, vertido y reutilización. Metcalf&Eddy,INC. Volumen 1. Editorial Noriega 2011
- PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS.1ra edición. Pedro M. González 2013.
- MANUAL DEL AGUA. CIENCIA TECNOLOGÍA Y LEGISLACIÓN. 1ra edición. Antonio Madrid V. Editorial LID 2012.
- MANUAL PARA MUESTREO DE AGUAS Y SEDIMENTOS. 1ra ed. Jorge Jurado.
- INGENIERÍA QUÍMICA. Unidades SI. Operaciones básicas. John Metcalfe Coulson,J. F. Richardson,J.R. Backhurst
- TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES. Fresenious.W.y Schneider.1991
- Rev. Per. Química Vol. 5 N° 2, 2003 Pags 73-80
- SEDAPAL. Evaluación de Plantas y Desarrollo Tecnológico. Yolanda Andía C. Volumen 1. Editorial labor 2000.
- TRATAMIENTO DE AGUA PARA CONSUMO HUMANO, Plantas de filtración rápida Manual I: Teoría Tomo I. Ing. Lidia de Vargas.
- RUSSEL H. BABCOCK. Instrumentación y control en el tratamiento de aguas potables, industriales, y de desechos. Limusa Wiley. Mexico1971.

Direcciones electrónica:

- Arriaza, V. 1999. Diseño, presupuesto y manual de operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales para el casco urbano de Villa Nueva file:///C:/Users/uSuario/Desktop/san%20tesis/tesis%20guatemala%201999.pdf

- Ing. Roberto Alejandro, 2006. Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental. http://centro.paot.mx/documentos/varios/guia_metodologica_impacto_ambiental.pdf
- ANÓNIMO. Robuschi robox. http://www.capsaust.com.au/docs/robuschi/pd-blowers.pdf
- ANÓNIMO. Manual operativo para bomba dosificadora. http://www.3tres3.com/3tres3_common/tienda/doc/102_Digi_Doser_Oxy_Basic.pdf
- ANONIMO. Bomba dosificadora. http://www.directindustry.es/prod/lmi-milton-roy/controladores-ph-15853-35078.html#product-item_188795
- ANONIMO.Bombacentrifuga.http://es.wikipedia.org/wiki/Bomba_centr%C3%ADfug
- ANÓNIMO. Fichas técnicas bombas altapasión.http://www.barnes.com.co/media/fichastecnicas/HHE%201.5%20203%20HHE%201.5%2030-3.pdf.
- ANÓNIMO. Manual de uso y mantenimiento para soplantes. http://www.simchonimexico.com/photos/manuales/Robuschi%20Espanol.pdf