

**PROPUESTA DE OPTIMIZACION DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE
AGUAS RESIDUALES DE CASA GRAJALES S.A. Y GRUPO CLOZANO
FREXCO S.A.S DE LA UNION VALLE DEL CAUCA**

ROBINSON BUITRAGO LLANOS

**UNIDAD CENTRAL DEL VALLE
FACULTAD DE INGENIERIAS
PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL
TULUA, VALLE
2010**

**PROPUESTA DE OPTIMIZACION DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE
AGUAS RESIDUALES DE CASA GRAJALES S.A. Y GRUPO CLOZANO
FREXCO S.A.S DE LA UNION VALLE DEL CAUCA**

ROBINSON BUITRAGO LLANOS

**Proyecto de trabajo de grado para optar al título de
Ingeniero Ambiental**

**Director
Alexander Vallecilla Lozada
Ingeniero Ambiental
Supervisor Sistema Gestión Ambiental
PRODUCTORA DE JUGOS S.A.**

**UNIDAD CENTRAL DEL VALLE
FACULTAD DE INGENIERIAS
PROGRAMA DE INGENIERIA AMBIENTAL
TULUA, VALLE
2010**

NOTA DE ACEPTACIÓN

Presidente del jurado

Jurado

Jurado

Tuluá, Diciembre de 2010

DEDICATORIA

Este Es Un Momento Para Darle Gracias A DIOS, Para Recordar A Aquellas Personas Que Ya No Están., Pero Que Siempre Han Guiado E Iluminado Mi Camino; Es Un Momento Para Agradecerle Y Dedicarle Este Logro A Mi PADRE, Por Hacer De Mi La Persona Que Soy, Gracias A Él Hoy Puedo Alcanzar Este Importante Escalón De Mi VIDA, Y Por Ultimo Es Momento Para Agradecer A Mis Hermanos Y Familiares El Apoyo Y El Aliento Cuando Las Dificultades Hicieron Su Aparición... Para No Claudicar Ante Los Obstáculos Ya Vencidos, Que Hacen Hoy Mas Loable Este Logro Alcanzado.

GRACIAS!

AGRADECIMIENTOS

Agradezco la valiosa colaboración para el desarrollo y ejecución del presente Trabajo de Grado a:

El personal de casa Grajales por su apoyo para el desarrollo del proyecto, en especial a la Doctora Gloria Quintero, Gerente General, a la ingeniera Alba Victoria Rivera, directora de logística por brindar todas las herramientas, equipos y demás necesarios en cada fase del proyecto, y al personal que integra el Departamento de mantenimiento, por su colaboración en el desarrollo de actividades que se llevaron a cabo.

Agradezco también a personal de la empresa Grupo CLozano Frexco SAS, en especial a Shirley Sáenz, jefe de investigación y desarrollo por su colaboración en el proceso de formulación del proyecto y de su socialización, también a personal de Mantenimiento por su colaboración en el desarrollo de actividades al interior del STAR.

Finamente, al Ingeniero Alexander Vallecilla, por dirigir mi trabajo, y servir de apoyo para la toma de decisiones respecto a la formulación y ejecución del proyecto de grado presentado.

CONTENIDO.

	Pág.
1. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA.....	9
2. JUSTIFICACIÓN	11
3. OBJETIVOS	16
3.1 OBJETIVO GENERAL	16
3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
4. MARCO REFERENCIAL	17
4.1 MARCO TEÓRICO	17
4.1.1 Aguas Residuales Industriales	17
4.1.2 Tratamiento avanzado de las aguas residuales	17
4.1.3 Necesidad del tratamiento avanzado de las aguas residuales	18
4.1.4 Composicion de las aguas residuales	18
4.1.5 Proceso de elaboracion del Vino	21
4.1.6 Descripcion de procesos de frutas representativas	22
4.2 ESTADO DEL ARTE	23
4.3 MARCO HISTÓRICO	27
4.3.1 Reseña historica de Casa Grajales S.A	27
4.3.2 Reseña historica de Grupo CLozano Frexco S.A.S	28
4.3.3 Breve historia del tratamiento del agua residual	29
4.3.4 Tratamiento de agua residual en Latinoamerica	30
4.4 LOCALIZACION GEOGRAFICA.....	31
4.5 MARCO CONCEPTUAL.....	32
4.5.1 Naturaleza de las Aguas Residuales	32
4.5.2 Algunas definiciones	33
4.5.3 Clasificacion de los metodos de tratamiento de las aguas residuales	35
4.5.4 Factores a tener en cuenta en la eleccion del sistema de tratamiento	37
4.5.5 Analisis de resultados de la caracterizacion al interior del proceso	37
4.5.6 Analisis Costo/Beneficio.....	38
4.6 MARCO LEGAL.....	39
5. DISEÑO METODÓLOGICO	43
5.1 ALCANCE	43
5.2 LEVANTAMIENTO DE INFORMACION O MEMORIAS DE CALCULO DEL STAR.....	43
5.2.1 Revisión de información existente en la planta sobre el STAR.....	43
5.2.2 Validación de información encontrada y actualización de la misma	43
5.2.3 Revisión bibliográfica y consulta en otras fuentes.....	43
5.2.4 Toma de medidas y cálculos de cada una de las unidades de tratamiento.....	44
5.3 ELABORACION DE PROGRAMA DE MANEJO Y OPERACIÓN DEL STAR.....	45
5.3.1 Revisión de diseños hidráulicos y de la infraestructura que compone el STAR.....	45
5.4 DIAGNOSTICO DE CONDICIONES ACTUALES EXISTENTES EN EL STAR	46
5.4.1 Revision de información de la planta de generación de agua residual industrial.....	46
5.4.2 Levantamiento de información, materias primas y lavado de equipos.....	46

5.4.3 Estimación de caudales de agua residual vertidos al STAR.....	47
5.4.4 Descripción del sistema de recolección de aguas residuales actual	47
5.4.5 Determinación de profundidad de las lagunas, y altura de lodos en la alguna anaerobia	47
5.4.6 Toma de medidas.....	49
5.4.7 Levantamiento de información, materias primas y lavado de equipos.....	50
5.5 FORMULACION, EVALUACION Y SELECCION DE LA PROPUESTA DE OPTIMIZACION	52
5.5.1 Validación de información proveniente de la etapa de diagnostico	52
5.5.2 Revisión de la información de caudales y caracterizaciones de aguas residuales anteriores	52
5.5.3 Caracterizacion de aguas residuales.....	52
5.5.3.1 Toma de muestras y analisis de laboratorio	53
5.5.4 Consolidación de información y formulación de alternativas de optimización para el STAR	57
5.6 ANALISIS COSTO-BENEFICIO DE PROPUESTA DE OPTIMIZACION PARA EL STAR.....	57
6. RESULTADOS.....	58
6.1. INFORME DE LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE EN EL STAR	58
6.1.1 Ubicacion geografica del area de estudio.....	58
6.2 DESCRIPCION DEL STAR DE CASA GRAJALES Y GRUPO CLOZANO FREXCO S.A.S ..	59
6.2.1 Planta de producción Casa Grajales S.A Y Grupo C.Lozano Frexco	60
6.2.2 Area de la planta de producción de Casa Grajales Y Grupo C.Lozano Frexco	61
6.2.3 Esquema planta industrial Casa Grajales S.A Y Frexco S.A.....	63
6.2.3.1 Registro fotográfico de áreas identificadas de Casa Grajales y Frexco S.A	64
6.3 SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL	65
6.4 DESCRIPCION DE LAS UNIDADES DE TRATAMIENTO DEL STAR	67
6.4.1 Línea de conducción de vertimientos de ambas empresas, aguas lluvias y otras de lavado	67
6.4.2 Descripción de la caja receptora y cajas de inspección del STAR.....	68
6.4.3 Descripción de la caja o punto de dosificación de sodacaustica en escama	69
6.4.4 Descripción del canal de entrada de agua residual a los tanques de almacenamiento de agua	70
6.4.5 Tanques de almacenamiento “Homogenización”, del STAR.....	71
6.4.6 Caja – tanque de bomba sumergible	72
6.4.7 Sedimentador de mamparas inclinadas	73
6.4.8 Canal de salida del sedimentador	75
6.4.9 Lecho de secado	76
6.4.10 Laguna de oxidacion anaerobia	77
6.4.11 Laguna de oxidacion facultativa.....	80
6.5 PROGRAMA DE MANEJO Y OPERACIÓN DEL STAR	82
6.5.1 Revisión de diseños hidráulicos y de la infraestructura que compone el STAR.....	82
6.5.2 Contenido Manual de operación y mantenimiento del STAR	82
6.5.3 Manual de operación y mantenimiento del STAR	83
6.5.4 Actividades de operación y mantenimiento del STAR	86
6.5.5 Formato control de pH.....	86
6.5.6 Lista de verificación y chequeo de las actividades de mantenimiento y operación del STAR	86
6.5.7 Cumplimiento de actividades consignadas en el formato. Lista de verificacion/chequeo.....	88
6.6 DIAGNOSTICO DE CONDICIONES ACTUALES MANEJO DE AGUAS RESIDUALES	93
6.6.1 Proceso de produccion Casa Grajales S.A	94
6.6.2 Procesos de elaboracion de pulpa natural y concentrada en Grupo Clozano Frexco	95
6.6.2.1 Equipos empleados en los procesos de produccion de Frexco.....	97
6.6.3 Materias primas, insumos y otros de los procesos de producción lavado	98
6.6.3.1 Limpieza y desinfeccion del area de produccion de Frexco	100
6.6.3.2 Procesos de lavado del area de produccion de Casa Grajales	101
6.6.4 Línea de conducción de aguas residuales de ambas plantas de produccion	103

6.6.5 Caudales de agua residual industrial vertidas al STAR	104
6.6.5.1 Consolidado de informacion de caudales	105
6.6.6 Descripción del sistema de recolección de aguas residuales	107
6.6.6.1Recoleccion de aguas residuales de Frexco	107
6.6.6.2 Tuberia de conduccion de aguas residuales generadas en Frexco	108
6.6.6.3 Recolección de aguas residuales de Casa Grajales.....	108
6.6.6.4 Tuberia de conduccion de las aguas residuales generadas en Casa Grajales	110
6.6.6.5 Recolección de algunas aguas lluvias, de lavado de tambores y filtros de arena	111
6.7 ESTADO ACTUAL DE LAS UNIDADES DEL STAR.....	114
6.7.1 Caja receptora de vertimientos	114
6.7.2 Cajas de inspección del STAR	115
6.7.3 Punto de dosificacion de soda caustica en escama.....	116
6.7.4 Canal de entrada a tanques de homogenización	117
6.7.5 Tanques de homogenización	118
6.7.6 Sistema de bombeo.....	119
6.7.7 Sedimentador	120
6.7.8 Canal de salida del sedimentador	121
6.7.9 Lecho de secado	122
6.7.10 Laguna anaerobia.....	123
6.7.10.1 Determinación de profundidad de la laguna anaerobia.....	124
6.7.10.2 Determinación, altura de lodos.....	125
6.7.11 Laguna facultativa	129
6.7.11.1 Determinación de profundidad de la laguna facultativa.....	130
6.7.11.2 Ubicación de la entrada y salida de la laguna.....	131
6.7.12 Canal de salida de vertimientos del STAR.....	135
6.8 CARACTERIZACION DE AGUA RESIDUAL PROCESO DE ELABORACION DE VINO ...	136
6.8.1 Caracterizacion. proceso de elaboracion de vino.....	137
6.8.2 Caracterización de aguas residuales de Casa Grajales Y Frexco	139
6.8.3 Analisis de resultados	142
6.9 CARACTERIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DEL PROCESO DE MARACUYA.....	143
6.9.1 Analisis de resultados	145
6.10 CONSOLIDACIÓN DE INFORMACIÓN Y FORMULACIÓN DE LA PROPUESTA	147
6.10.1 Modificacion de la linea de conduccion de aguas residuales, desvio de aguas.....	150
6.10.2 Construccion de la caja receptora de vertimientos.....	151
6.10.3 Adecuacion de cajas de inspeccion.....	152
6.10.4Aforador para control y medicion de caudal	155
6.10.5 Control de pH.....	157
6.10.6 Dosificador de soda caustica	158
6.10.7 Canal de entrada a tanques	161
6.10.8 Sistema de bombeo	162
6.10.9 Sedimentador de pantallas/mamparas inclinadas.....	163
6.10.10 Construccion del lecho de secado	164
6.10.11 Optimizacion de la laguna de oxidacion anaerobia.....	166
6.10.12 Cambio de entrada y modificacion de la geometria de la laguna de oxidacion facultativa	170
6.11 ANALISIS COSTO-BENEFICIO DE LA PROPUESTA DE OPTIMIZACION DEL STAR....	172
6.11.1 Otros beneficios obtenidos	179
6.11.2 Calculo de la relacion Costo/Beneficio.....	180
7. CONCLUSIONES	181
8. RECOMENDACIONES.....	184
9. BIBLIOGRAFIA.....	186

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Jornadas de trabajo	8
Cuadro 2. Caudales vertidos al STAR	10
Cuadro 3. Marco legal agua residual	38
Cuadro 4. Tasas retributivas por vertimientos y sanciones	40
Cuadro 5. Área planta industrial.....	60
Cuadro 6. Áreas ocupadas por Frexco S.A	60
Cuadro 7. Áreas ocupadas por Casa Grajales.....	61
Cuadro 8. Áreas compartidas por Casa Grajales y Frexco.....	61
Cuadro 9. Características Bomba	71
Cuadro 10. Diseño del sedimentador	72
Cuadro 11. Condiciones de diseño del canal.....	74
Cuadro 12. Condiciones de diseño, laguna anerobia	78
Cuadro 13. Condiciones de diseño, laguna facultativa	81
Cuadro 14. Proceso de elaboración del vino	98
Cuadro 15. Proceso de elaboración de pulpas y asépticas	99
Cuadro 16. Proceso de desinfección Frexco	100
Cuadro 17. Proceso de desinfección Casa Grajales	101
Cuadro 18. Caudales promedio de los procesos llevados a cabo	104
Cuadro 19. Caracterización, proceso de vinos	137

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Elaboracion del vino	20
Figura 2. Diagrama de flujo Mango.....	21
Figura 3. Localización geográfica del área de estudio.....	30
Figura 4. Ubicación de líneas y puntos de muestreo laguna anaerobia	48
Figura 5. Ubicación de líneas y puntos de muestreo laguna facultativa	50
Figura 6. Mapa municipio de la Unión	57
Figura 7. Mapa, valle del cauca.....	59
Figura 8. Esquema general de la planta industrial, Casa Grajales y Frexco	62
Figura 9. Esquema general del STAR.....	65
Figura 10. Vista general en planta del sistema de tratamiento de agua residual	66
Figura 11. Esquema, línea de conducción de aguas al STAR.....	67
Figura 12. Caja de recepción de vertimientos y cajas de inspección.....	68
Figura 13. Caja de dosificación y canecas de dosificación	69
Figura 14. Vista frontal del canal de entrada.....	70
Figura 15. Vista lateral del canal de entrada	70
Figura 16. Tanques de almacenamiento y regulación de caudal	71
Figura 17. Vista longitudinal del tanque de homogenización	71
Figura 18. Bomba sumergible	72
Figura 19. Tanque y tubería de bomba sumergible	72
Figura 20. Vista en planta del sedimentador	73
Figura 21. Cámara de entrada posterior a tubería de impulsión de la Bomba	74
Figura 22. Vista en perfil longitudinal del sedimentador.....	74
Figura 23. Vista en planta. Canal de salida del sedimentador.....	75
Figura 24. Vista en planta. Lecho de secado.....	76
Figura 25. Corte longitudinal del lecho de secado	77
Figura 26. Vista en planta de la laguna anaerobia	78
Figura 27. Vista en planta, laguna anaerobia	79
Figura 28. Vista en planta de la laguna facultativa.....	80
Figura 29. Vista en Planta, ancho y longitud, Laguna facultativa.....	81
Figura 30. Diagrama de flujo de pulpa de fruta.....	95
Figura 31. Línea de conducción de las aguas descargadas al star	103
Figura 32. Caudales totales por proceso en los 4 meses medidos	105
Figura 33. Profundidad laguna anaerobia	127
Figura 34. Profundidad laguna facultativa	130
Figura 35. Línea de conducción , solo vertimientos industriales)	150
Figura 36. Descripción general de la canaleta parshall.....	156
Figura 37. Equipo de dosificación de soda caustica	158
Figura 38. Lecho de secado propuesto.....	165

LISTA DE FOTOGRAFIAS

	Pág.
Fotografía 1. Toma de medidas	44
Fotografía 2. Medidas lecho secado	44
Fotografía 3. Medición de caudal	47
Fotografía 4. Vertimiento de aguas.....	47
Fotografía 5. Bote inflable	47
Fotografía 6. Varas de medición.....	47
Fotografía 7. Preparación del Bote	48
Fotografía 8. Preparación del Bote	48
Fotografía 9. Inicio del proceso de medición	48
Fotografía 10. Entrada a laguna.....	48
Fotografía 11 .Medida profundidad	49
Fotografía 12. Ubicación línea guía.....	49
Fotografía 13. Desplazamiento por la línea	49
Fotografía 14. Medición últimos metros.....	50
Fotografía 15. Medición de lodos.....	50
Fotografía 16. Medición primeros 5 m	51
Fotografía 17. Medicion.....	51
Fotografía 18. Medición últimos metros.....	51
Fotografía 19. Punto No.1 de monitoreo.....	54
Fotografía 20 Punto No.2 de monitoreo	54
Fotografía 21. Punto No.3 de monitoreo.....	54
Fotografía 22. Punto No.4 de monitoreo.....	54
Fotografía 23. Punto No.5 de monitoreo.....	54
Fotografía 24. Aforo con molinete	55
Fotografía 25. Aforo método volumétrico	55
Fotografía 26. Toma de datos.....	55
Fotografía 27. Mediciones in-situ.....	55
Fotografía 28. Integración muestra.....	56
Fotografía 29. Conservación muestra	56
Fotografía 30. Transporte muestra.....	56
Fotografía 31. Municipio. La Unión Valle.....	58
Fotografía 32. Área Producción Casa Grajales	60
Fotografía 33. Área Producción Frexco	60
Fotografía 34. Oficinas Casa Grajales	63
Fotografía 35. Oficinas Frexco.....	63
Fotografía 36. Área de Embotellado	63
Fotografía 37. Lavado de Tambores	63
Fotografía 38. Calderas	63
Fotografía 39. Talleres	63
Fotografía 40. Elementos de protección	84
Fotografía 41. Elementos de protección	84

Fotografía 42. Herbicida	84
Fotografía 43. Soda caustica	84
Fotografía 44. Tanques de soda.....	84
Fotografía 45. Elementos de higiene y protección laboral.....	86
Fotografía 46. Utensilio toma de muestras	87
Fotografía 47. Elementos de limpieza y aseo.....	87
Fotografía 48. Utensilio de remoción de natas.....	87
Fotografía 49. Residuos organicos	88
Fotografía 50. Maleza sin remover	88
Fotografía 51. Residuos organicos removidos	88
Fotografía 52. Maleza removida.....	88
Fotografía 53. Entrada de agua.....	89
Fotografía 54. Toma de tiempo	89
Fotografía 55. Limpieza de caja	89
Fotografía 56. Tanques de soda.....	89
Fotografía 57. Dosificación.....	89
Fotografía 58. Lavado de tanques.....	90
Fotografía 59. Disposición de lodo.....	90
Fotografía 60. Laguna anaerobia sin guadañar.....	90
Fotografía 61. Laguna anaerobia limpia	90
Fotografía 62. Laguna facultativa sin guadañar	90
Fotografía 63. Laguna facultativa limpia	90
Fotografía 64. Remoción Natas.....	91
Fotografía 65. Salida de agua.....	91
Fotografía 66. Sólidos secos.....	91
Fotografía 67. Transporte de material orgánico	91
Fotografía 68. Fumigación	92
Fotografía 69. Estado del canal de salida.....	92
Fotografía 70. Estado del canal de salida.....	92
Fotografía 71. Uva a Estrujadora.....	93
Fotografía 72. Tanque de maceración.....	93
Fotografía 73. Tanques de fermentación.....	93
Fotografía 74. Tanques clarificación	94
Fotografía 75. Pasteurizador.....	94
Fotografía 76. Embotellado	94
Fotografía 77. Registro fotografico. Proceso elaboracion de pulpa de fruta.....	94
Fotografía 78. Aguas generadas en Frexco	107
Fotografía 79. Rejilla Frexco.....	107
Fotografía 80. Equipo de Frexco	107
Fotografía 81. Tubería de transporte de AR.....	108
Fotografía 82. Entrada de Uva.....	108
Fotografía 83. Canaleta de recolección de agua	109
Fotografía 84. Rejilla Casa Grajales	109
Fotografía 85. Destilación	109
Fotografía 86. Tubería conducción enterrada.....	110

Fotografía 87. Caja inspección	110
Fotografía 88. Llegada del vertimiento.....	110
Fotografía 89. Zona de caída de aguas lluvias	111
Fotografía 90. Caja mal estado.....	111
Fotografía 91. Zona de lavado de tambores	112
Fotografía 92. Canales de recolección de aguas.....	112
Fotografía 93. Aguas generadas en lavado de filtros.....	113
Fotografía 94. Inadecuado manejo de combustible	113
Fotografía 95. Caja receptora	114
Fotografía 96. Estado de la caja receptora	114
Fotografía 97. Estado de cajas de inspección.....	115
Fotografía 98. Estado de cajas de inspección.....	115
Fotografía 99. Estado de cajas de inspección.....	115
Fotografía 100. Profundidad de caja	115
Fotografía 101. Estado del punto de dosificación	116
Fotografía 102. Presencia de vectores en el STAR	116
Fotografía 103. Lecho de secado propuesto.....	117
Fotografía 104. Estado tanques	117
Fotografía 105. Grieta de tanques.....	117
Fotografía 106. Filtraciones de agua.....	117
Fotografía 107. Tanques.....	118
Fotografía 108. Lavado de tanques.....	118
Fotografía 109. Estado sistema de bombeo.....	119
Fotografía 110. Estado sistema de bombeo.....	119
Fotografía 111. Cámara de entrada.....	120
Fotografía 112. Sedimentador	120
Fotografía 113. Canal de salida	121
Fotografía 114. Canal de salida	121
Fotografía 115. Caja de salida	121
Fotografía 116. Estado de rejilla de la caja	121
Fotografía 117. Estado del lecho de secado	122
Fotografía 118. Entrada agua al lecho de secado	122
Fotografía 119. Laguna anaerobia	123
Fotografía 120. Estado de la laguna anaerobia.....	123
Fotografía 121. Ubicación, entrada salida de la laguna	124
Fotografía 122. Sedimentación y zonas muertas	124
Fotografía 123. Sedimentación y zonas muertas	124
Fotografía 124. Erosión en el dique de la laguna	125
Fotografía 125. Erosión en el dique de la laguna	125
Fotografía 126. Espuma en la laguna.....	125
Fotografía 127. Presencia vectores, laguna anaerobia	125
Fotografía 128. Filtración de la laguna	126
Fotografía 129. Filtración de la laguna	126
Fotografía 130. Medición de la profundidad, laguna anaerobia.....	127
Fotografía 131. Altura de lodos.....	128

Fotografía 132. Estado laguna facultativa.....	129
Fotografía 133. Ubicación de entrada y salida, laguna facultativa.....	131
Fotografía 134. Crecimiento de maleza	132
Fotografía 135. Caja de salida, laguna facultativa.....	132
Fotografía 136. Estructura de salida del agua de la laguna	132
Fotografía 137. Canal de evacuación de vertimientos	135
Fotografía 138. Canal de evacuación de vertimientos	135
Fotografía 139. Estado del canal de salida de los vertimientos.....	135
Fotografía 140. Estado del canal de salida de los vertimientos.....	135
Fotografía 141. Reparación del techo del punto de dosificación	147
Fotografía 142. Techo punto de dosificación reparado	147
Fotografía 143. Restauración del lecho de secado.....	147
Fotografía 144. Residuos lecho de secado	148
Fotografía 145. Residuos de cajas de inspección	148
Fotografía 146. Residuos del área de producción, Frexco	148
Fotografía 147. Residuos del área de producción, Casa Grajales	148
Fotografía 148. Almacenamiento residuos.....	148
Fotografía 149. Apilamiento de residuos	148
Fotografía 150. Abono orgánico.....	148
Fotografía 151. Condiciones de la caja.....	151
Fotografía 152. Caja No. 2.....	152
Fotografía 153. Adecuación caja	154
Fotografía 154. Instalación rejilla.....	154
Fotografía 155. Rejilla propuesta	154
Fotografía 156. Canaleta propuesta	156
Fotografía 157. Sitio instalación.....	156
Fotografía 158. Sistema de dosificación	159
Fotografía 159. Sistema de dosificación	159
Fotografía 160. Sistema de dosificación	159
Fotografía 161. Fuga de agua residual.....	161
Fotografía 162. Tubería, sistema de bombeo	162
Fotografía 163. Sitio ubicación nuevo lecho de secado.....	164
Fotografía 164. Pilas material para compost.....	168
Fotografía 165. Sitio de disposicion de lodos	168

RESUMEN

El presente trabajo de grado titulado *PROPUESTA DE OPTIMIZACION DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DE CASA GRAJALES S.A Y GRUPO CLOZANO FREXCO SAS* ha tenido como objetivo el de elaborar y presentar la propuesta de optimización del sistema de tratamiento de agua residual (STAR) de ambas empresas, con el fin de brindarle a las compañías las herramientas y alternativas para que optimicen su sistema de tratamiento y puedan cumplir las imposiciones legales por este concepto y lograr que el STAR tenga la eficiencia requerida para garantizar la disminución de la contaminación por efecto del vertimiento de aguas residuales.

El proyecto se desarrolló en tres etapas básicamente: levantando información sobre las unidades de tratamiento del sistema, su diseño y funcionamiento de acuerdo a los parámetros con los que fueron construidos. Se hizo un diagnóstico donde se identificaron las fuentes generadoras de aguas residuales en ambas plantas de producción, se describió el sistema de recolección de dichas aguas, la manera como se llevan a cabo los procesos de elaboración en cada una de las empresas y los procedimientos de lavado- desinfección y una descripción detallada del estado actual estructural y de funcionamiento de cada unidad de pretratamiento y tratamiento con que cuenta el sistema de tratamiento, con el fin de tener una idea clara de las necesidades que se requieren para proponer las propuestas más adecuadas desde el punto de vista técnico-económica que sean fáciles de adoptar por parte de las empresas y que brinden resultados eficaces. Finalmente el proyecto aportó a la empresa una **Propuesta de optimización** enfocada en el mejoramiento de las condiciones de funcionamiento de la fase de pretratamiento y de las unidades que componen el STAR, con el fin de que las empresas cuenten con un documento fundamentado que les permita cumplir con las obligaciones impuestas por parte de la autoridad ambiental.

Con la formulación de la propuesta, se presentan una alternativa que permita que el STAR alcance las eficiencias requeridas en los parámetros reglamentados por el Decreto 1594 de 1984 actualmente, ubicando a las empresas en perfil de cumplimiento de la normatividad ambiental para orientarlas posteriormente a un perfil de mejoramiento continuo del manejo de sus aspectos ambientales significativos.

1. DESCRIPCION DEL PROBLEMA

La Incorporación al agua de materiales extraños ajenos a su composición natural tales como residuos industriales, o aguas residuales es un grave problema que conlleva a la alteración de las características físico-químicas y organolépticas del agua. Estos materiales deterioran la calidad del agua y la hacen no apta para algunos usos pretendidos por parte de las personas (consumo humano, actividades domésticas y agricultura), es eso lo que conocemos como contaminación del agua.

El Municipio de La Unión, se encuentra ubicado al norte del Departamento del Valle del Cauca, en este municipio se encuentran las instalaciones donde opera la planta industrial de Casa Grajales S.A. y Grupo CLozano Frexco S.A.S. Ambas empresas están ubicadas en la calle 14-Carrera 4 Factoría la Rivera, de la Unión Valle, Casa Grajales cuenta con 64 empleados, Frexco con 42 empleados.

La jornada de Trabajo se maneja de la siguiente manera en ambas empresas.
(Ver cuadro 1)

Cuadro 1. Jornadas de trabajo

PERSONAL	LUNES A VIERNES	SABADO
ADMINISTRATIVO	8:00 A.M. – 12:00 M ; 2:00 P.M. – 06:00 P.M.	
PRODUCCION	7:00 A.M. – 12:00 M ; 1:00 P.M. – 05:00 P.M.	En temporada

El turno para el personal de producción pasa a ser de 2 o 3 turnos por día, cuando es temporada alta en el caso de casa Grajales, es decir, entre Agosto y Diciembre, en el caso de Frexco se pueden trabajar hasta 3 turnos de 8 horas y aumentar el personal del área de producción en temporada de mango entre Junio y Julio.

En el proceso productivo de Casa Grajales hay una serie actividades relevantes, en especial las de fermentación, clarificación, destilación y las labores de lavado, las cuales generan gran cantidad de aguas residuales que van al Sistema de Tratamiento de Agua Residual (STAR).

En cuanto a Grupo CLozano Frexco S.A.S., sus actividades son de producción y de pulpa, concentrados, congeladas y asépticas, y frutas naturales congeladas de excelente calidad. Se procesan frutas tales como: mango, maracuyá, guayaba, guanábana, lulo, papaya, fresa, curuba, mora, piña, tomate de árbol. Estos procesos demandan altas cantidades de agua que se inyecta en diferentes etapas del proceso productivo, así también como en lavados y desinfección de equipos.

- a. En el proceso productivo del vino inicialmente, se generan entre 300 y 1000 Kg de hollejo y palillo cuando se ingresa Uva al proceso, residuos que se depositan en una tolva para luego ser depositadas en botadero a cielo abierto, causando problemas de olores, proliferación de vectores y lixiviación a los suelos, y deterioran el paisaje, convirtiendo así este material orgánico en un problema ambiental por manejo inadecuado del mismo, al no contemplar otras opciones para su disposición final que genere un menor impacto ambiental.
- Así mismo en este proceso está la fermentación, la cual es realizada en (2) tanques con capacidad de 13200 litros c/u, en esta etapa del proceso se vierten al STAR aproximadamente 1200 litros de agua, con contenidos altos de partículas disueltas y en suspensión producto de la fermentación del vino. Luego de fermentar, se trasiega, con el fin de empezar a eliminar los sólidos a través de la Clarificación. Al final de esta etapa también se hace lavado del tanque de clarificación y se vierten altas cantidades de agua residual al sistema de tratamiento, se cuenta con 5 tanques de clarificación con capacidad c/u de 107.000 litros, cuando se lava uno de estos tanques se vierten alrededor de 5000 litros de agua, este proceso puede hacerse una vez a la semana, finalmente cuando se hace destilación de alcohol van al Sistema de tratamiento aproximadamente 7000 litros de agua.
 - Las vinazas residuales que se generan en la elaboración del vino se caracterizan por presentar unos valores de pH ácido entre 3 y 5 unidades, elevado contenido de materia orgánica biodegradable, alta temperatura del agua a la salida, altos contenidos de sólidos en suspensión. La producción de estos residuos no es continua, sino que está sometida a estacionalidad, la mayor generación de aguas se da entre los meses de (Septiembre a Diciembre).
- b. En cuanto al proceso productivo de Frexco en la elaboración de pulpas de fruta, los caudales que van al STAR son altos, porque no hay recuperación de aguas de procesos, poca de esta agua se recircula, se gasta considerables cantidades de agua sin ningún control en lavado de equipos y de tambores de empaque de pulpas, y los equipos empleados en el procesamiento de la fruta constantemente en los retro-lavados están botando gran cantidad de agua, en especial en procesos como el de Maracuyá, mango y guayaba. Para tener una idea más clara de la generación de agua residual por parte de Grupo CLozano Frexco S.A.S se relaciona a continuación el resumen de los caudales vertidos del último mes. (Ver cuadro 2)

Cuadro 2. Caudales Vertidos al STAR, de Un (1) Mes del año 2010

Días de Proceso/Mes	V (m ³)	Q máx. (l/s)	Q min. (l/s)	Proceso
5	800	38.4	5.86	Mango
5	132			Tratamiento de agua Para
4	176	2.98	1.87	proceso Guanábana
6	1152	19.56	3.98	Maracuyá
2	464	6.85	1.97	Guayaba
1	80	6.55	2.47	Tomate
1	48	1.97	1.4	Fresa

Tanto las aguas de Casa Grajales como las de Frexco van a un sistema de tratamiento compuesto por: una caja receptora, 3 cajas de inspección, y una caja dosificadora de soda cáustica. Todas las cajas se encuentran en muy mal estado físico y estructural, en especial la caja receptora, la cual ha ocasionado por su inestabilidad incidentes laborales con personal de la planta en la manipulación de su tapa y demás al presentarse caídas de operarios, además del riesgo sanitario del contacto con las aguas residuales que allí llegan.

La caja dosificadora presenta deterioro en su estructura, en especial por abrasión y corrosión, la dosificación de soda cáustica se hace de manera manual y sin tener en cuenta el caudal que entra al STAR. Este tipo de dosificación al estar tan expuesto el operario le ha causado problemas de tipo dérmico por contacto con la soda cáustica, al no haber plan de contingencia en este tipo de eventualidades, el operario debe salir de la planta acentuando los problemas para equilibrar el pH.

Se cuenta con (2) tanques “homogenizadores” con capacidad c/u de 16 m³, los cuales no cumplen su función al no haber ninguno tipo de mezcla para homogenizar cargas, funcionan como tanques de almacenamiento, a estos tanques llegan frutas enteras provenientes de procesos, cáscaras y otro tipo de sólidos, que al no contarse en el momento con rejillas de retención de sólidos en la fase de pretratamiento llegan estos materiales hasta este punto afectando el proceso y la eficiencia del tratamiento llevado a cabo. El sedimentador, está dividido por tabiques, es destapado permitiendo así caída constante de hojas y algunos residuos, además de la posibilidad de que allí caigan iguanas que merodean el STAR constantemente, el flujo es sumergido, se presenta deterioro en el concreto y algunas filtraciones, posiblemente debido a las características físico-químicas del agua residual.

En cuanto al lecho de secado, éste se encuentra en mal estado, está mal distribuido el lecho filtrante, de una manera irregular, tiene el techo deteriorado, además de esto es pequeño para la demanda en disposición de lodos que se tienen, y los sólidos que allí se secan no cuentan con un sitio de disposición final idóneo. No es claro el manejo de sólidos en el STAR.

EL sistema de lagunas es en serie, se tiene una laguna anaerobia, la cual requiere de mantenimiento de taludes y remoción de nata sobrenadante periódicamente, presenta una geometría irregular, la entrada y la salida se encuentran muy cerca y mal ubicadas evidenciando así presencia de zonas muertas, se observa un gran volumen de sólidos (lodos) que disminuyen el área superficial de tratamiento, además por una esquina de la laguna se presenta una fuga de agua bastante considerable. Esta laguna genera olores desagradables gran parte del día, actualmente no se cuenta con una barrera viva cortavientos, estos olores afectan no solo a personal al interior de la planta, sino también a comunidades aledañas que ya han expresado sus quejas por estos inconvenientes. En cuanto a la segunda laguna hay pequeñas zonas muertas debido a su geometría, y el espejo lagunar presenta algún tipo de obstrucción de la luz solar necesaria para su funcionamiento debido a ramas de árboles frondosos que se encuentran muy cercanos a la orilla de la laguna. Finalmente el canal en donde se depositan las aguas al final del STAR esta erosionado y en mal estado, requiere de mantenimientos urgentes, tanto de estabilización de paredes como limpieza y de la abundante vegetación que allí crece. El efluente del sistema de tratamiento finalmente va a la quebrada platanares a través del canal que conduce las aguas.

La empresa no cuenta con la memoria de cálculo del sistema que permita analizar hidráulicamente el sistema, falta presencia constante de operario para garantizar su mantenimiento y operación, el vertimiento de cargas contaminantes es alto, y la remoción del sistema no cumple los valores que controla la CVC a través del decreto 1594 de 1984. Se remueve cerca del 56 % en DBO, 61 % en SST y 45% en grasas y aceites, según el último reporte del año en curso.

Todas estas problemáticas expuestas anteriormente han desencadenado en que las empresas en este momento tengan abierto un proceso por parte de la corporación autónoma del valle del cauca (CVC), a tal punto que no se cuenta con Permiso de vertimientos definitivo, ni con permiso temporal (la normatividad no lo permite), se tiene en este momento en trámite la respuesta a un Oficio emanado por la CVC donde se hacen una serie de requerimientos, si la empresa no cumple los compromisos pactados o impuestos por la autoridad ambiental, podría acarrear una multa considerable para las empresas o una suspensión de actividades de las compañías.

2. JUSTIFICACION

Es innegable que los daños causados a las fuentes hídricas son enormes y generan altos costos sociales y privados, evitar estos daños implica la implantación de técnicas y procedimientos que permitan cumplir las metas de reducción de contaminación de la manera más efectiva y con un mínimo costo posible. Buscando mitigar los impactos ambientales negativos como no poder emplear las aguas para las actividades de consumo de la población, para el uso en cultivos y demás usos directos e indirectos que se hace del preciado recurso.

La generación de aguas residuales es un producto inevitable de la actividad humana. Su tratamiento supone el conocimiento de las características físicas, químicas y biológicas; de su significado y de sus efectos principales sobre la fuente receptora, lo que se busca es aumentar simultáneamente la productividad, la competitividad y al mismo tiempo hacer un adecuado manejo de los aspectos ambientales significativos como el control de la generación de agua residual. Esto implica introducir medidas tecnológicas y de gestión orientadas a mejorar los procedimientos de control existentes.

Este trabajo se realizó con el propósito primeramente de identificar qué procesos y actividades son las generadoras de agua residual en el área de producción de Casa Grajales y Grupo CLozano Frexco, se buscó saber el estado en el que se encuentran las unidades de tratamiento del STAR, que características tiene el agua que allí llega, en características tales como (DBO, SST, Grasas y Aceites, pH, T°, entre otros), saber el estado de esta agua en cuanto a los aspectos antes mencionados permitió saber las condiciones en las que se encuentran los vertimientos y conocer además el efecto que tienen las descargas contaminantes realizadas por las compañías sobre el ambiente al no cumplir los parámetros admisibles en la normatividad vigente actual.

El propósito de formular y plantear la Propuesta de Optimización del Sistema de Tratamiento de Agua Residual, es que las empresas:

- Desarrollen una estrategia ambiental que les permitan aumentar la eficiencia total en reducción de la contaminación por generación y disposición final de las aguas residuales.
- Realicen así un uso eficiente de sus recursos y en sí de todas las materias primas que emplea en cada uno de los procesos, para que no solo se recurra a medidas al final de tubo, sino alternativas de producción más limpia de reducción de residuos orgánicos y caudales de aguas residuales que están generando una serie de riesgos para los empleados de ambas las plantas.

- Disminuir los caudales de agua que puedan ser sujetos a desviarse al alcantarillado municipal, minimizando así costos en la operación.

Con la propuesta de optimización se busca poder a futuro introducir modificaciones en los procesos de operación en las plantas en cuanto a ciertos procedimientos y ciertas actividades que generan aguas residuales en cantidad y calidad que podrían no ser necesariamente ser descargadas de la manera que se hace actualmente al STAR, como por ejemplo algunas aguas lluvias y aguas de lavado de los filtros donde se trata el agua de proceso, con el fin de disminuir caudales y cargas contaminantes, disminuir el uso de insumos y el costo de tratamiento antes de proceder a la disposición final de los efluentes provenientes de las plantas.

En cuanto a las unidades de tratamiento que componen el STAR:

1. Dotar a la empresa de las memorias de cálculo, planos y demás información necesaria para evaluar el funcionamiento del Sistema de tratamiento.
2. Elaborar un documento donde quede consignado el programa de actividades diarias y periódicas a desarrollar para que las empresas puedan poner en funcionamiento el STAR actual, con las condiciones físicas y de mantenimiento y operación existentes en el momento.
3. Obtención de información valiosa como:
 - ❖ Descripción de los procesos de elaboración en cada planta de producción
 - ❖ Evaluación de las causas de los flujos de desechos, generación y evaluación de opciones de minimización.
 - ❖ Diagnostico del estado del STAR.
4. Mejorar la estructura receptora de vertimientos, el proceso de tratamiento de aguas residuales, disminuyendo la entrada de sólidos por medio de rejillas, mejorando el procedimiento de dosificación ayudando así a estabilizar mejor el pH y minimizando los riegos de manejo de esta agua a los que está expuesto el operario del sistema.
5. Lograr que los tanques de almacenamiento puedan empezar a cumplir su función de regulación de caudal y a futuro ser de homogenización, logrando así que al STAR entren aguas con una carga contaminante más estable y regular, facilitando así las operaciones y procesos de tratamiento siguientes como lo son la sedimentación y el tratamiento biológico en lagunas.

6. Hacer un mejor manejo de los residuos orgánicos generados en la operación del sistema (provenientes de lecho de secado y lo que se extrae de la laguna anaerobia). Evitando que se conviertan en un aspecto ambiental significativo que cause algún impacto ambiental severo.
7. Mitigar los efectos adversos que genera el tratamiento de las aguas en el STAR (especialmente la laguna anaerobia). Disminuyendo la generación de olores por medio de establecimiento de barreras vivas cortavientos con el fin de no atender contra la calidad de vida de la comunidad aledaña, evitando el aumento de vectores dentro y fuera de la empresa.

Todos estos logros harán aumentar la eficiencia total del sistema de tratamiento colocando a las empresas en un perfil de cumplimiento de la Normatividad ambiental inherente al manejo de las aguas residuales (Decreto 1594 de 1984) evitando sanciones por parte de la autoridad ambiental CVC.

En el marco de este cumplimiento legal esta lo concerniente al pago por Tasas Retributivas por vertimientos establecidas en el artículo 42 de la Ley 99 de 1993, y a su vez reglamentadas por el Decreto 3100 de 2003, al optimizar el sistema de tratamiento se pretende reducir tanto la carga contaminante como el pago que por este concepto se hace semestral por parte de las empresas , reduciendo así los impactos negativos que estas representan en los cuerpos de agua garantizando los porcentajes de remoción en los parámetros reglamentados

Es imperiosa la necesidad de adoptar y mejorar los sistemas de tratamiento, pues así se podrán reducir los riesgos ambientales, mejorar ostensiblemente las condiciones ambientales, no solo de los empleados sino también de la comunidad y de los productos., buscando alcanzar un Desarrollo sostenible, entendiendo este como aquel que permita a las empresas el desenvolvimiento de sus potencialidades y su patrimonio Biofísico y cultural, garantizando su permanencia en el tiempo.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

Elaborar y una propuesta de optimización del Sistema de Tratamiento de Agua residual de Casa Grajales S.A y Grupo CLozano Frexco S.A.S del municipio de la Unión Valle del Cauca.

3.2. Objetivos específicos

- Hacer el levantamiento de información y descripción de cada una de las unidades que componen el Sistema de tratamiento de Agua Residual.
- Realizar un diagnostico que describa las condiciones actuales existentes de recolección de aguas residuales, manejo y tratamiento de aguas residuales, identificando los procedimientos y actividades que generan agua residual al interior de los procesos productivos de Casa Grajales S.A. y Grupo CLozano Frexco S.A.S.
- Formular y analizar la propuesta de optimización, para garantizar un mejor funcionamiento y operación del S.T.A.R, de manera tal que se pueda lograr la disminución de las cargas contaminantes, dando cumplimiento a la Normatividad actual vigente.
- Realizar análisis Costo/Beneficio sobre las alternativas planteadas para la propuesta de Optimización del S.T.A.R. de Casa Grajales S.A y Grupo CLozano Frexco S.A.S.

4. MARCO REFERENCIAL

4.1 MARCO TEORICO

4.1.1 AGUAS RESIDUALES INDUSTRIALES: Son aquellas que proceden de cualquier actividad o negocio en cuyo proceso de producción, transformación o manipulación se utilice el agua. Son enormemente variables en cuanto a caudal y composición, difiriendo las características de los vertidos no sólo de una industria a otro, sino también dentro de un mismo tipo de industria. A veces, las industrias no emiten vertidos de forma continua, si no únicamente en determinadas horas del día o incluso únicamente en determinadas épocas de año, dependiendo del tipo de producción y del proceso industrial. También son habituales las variaciones de caudal y carga a lo largo del día. Generalmente son mucho más contaminadas que las aguas residuales urbanas domésticas, además, con una contaminación mucho más difícil de eliminar. Su alta carga unida a la enorme variabilidad que presentan, hace que el tratamiento de las aguas residuales industriales sea complicado, siendo preciso un estudio específico para cada caso.

4.1.2 TRATAMIENTO AVANZADO DEL AGUA RESIDUAL

El tratamiento avanzado del agua residual se define como el tratamiento adicional necesario para la eliminación de los sólidos suspendidos y de las sustancias disueltas que permanecen en el agua residual después del tratamiento secundario convencional. Estas sustancias pueden ser materia orgánica o sólidos en suspensión, y su naturaleza puede variar desde iones inorgánicos relativamente simples, como el calcio, el potasio, el sulfato, el nitrato, y el fosfato, hasta un número cada vez mayor de compuestos orgánicos sintéticos muy complejos. En el transcurso de los últimos años se ha conseguido tener un conocimiento mucho más completo sobre el efecto de estas sustancias en el medio ambiente. La investigación sobre los posibles efectos tóxicos de estas sustancias en el medio ambiente continua, así como la investigación sobre los procesos de tratamiento, tanto convencionales como avanzados, dirigidos hacia su eliminación. ¹

¹ REYNOLDS AUSTIN, Kelly. MSPH, PH.D. Tratamiento de agua residual en Latinoamérica. EE.UU. Universidad de Arizona. Departamento de Suelos, Agua y Ciencias Ambientales. American Water Works Association.2008

Como consecuencia de ello las normativas sobre el tratamiento de las aguas residuales se están volviendo cada vez más estrictas, tanto en lo referente a la limitación de las concentraciones de muchas de estas sustancias en los efluentes de las plantas de tratamiento, como en el establecimiento de los límites globales de toxicidad de los efluentes. Para poder cumplimentar las nuevas normativas, será necesario remodelar muchas de las instalaciones de tratamiento secundario existentes, y la construcción de nuevas instalaciones de tratamiento avanzado de aguas residuales.

4.1.3 NECESIDAD DEL TRATAMIENTO AVANZADO DE LAS AGUAS RESIDUALES

El progreso del conocimiento científico de los constituyentes presentes en el agua residual y la disponibilidad de información de base más amplia, obtenida a partir de estudios medioambientales, han conducido al desarrollo de limitaciones más restrictivas para los permisos de vertido de los efluentes tratados. Las restricciones impuestas para la concesión de permisos de vertidos en ciertas zonas pueden incluir la eliminación de materia orgánica, sólidos en suspensión, nutrientes, y compuestos tóxicos específicos que no se consiguen eliminar con los procesos de tratamiento secundarios convencionales. En algunas zonas de los Estados Unidos, donde los recursos hidráulicos son limitados, la reutilización del agua residual se está convirtiendo en un factor de gran importancia en la gestión de aquellos. En esta sección se analizarán los constituyentes residuales presentes en el agua residual que requieren especial atención, así como su potencial impacto ambiental ².

4.1.4 COMPOSICIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES

El A.R. está formada por: Microorganismos, sólidos, constituyentes inorgánicos, sustancias tóxicas y peligrosas y materia orgánica entre otros.

4.1.4.1 Microorganismos

Donde haya suficiente alimento, humedad y temperatura adecuada, los microorganismos crecerán.

² Metcalf & Eddy, Ingeniería de Aguas Residuales, 3ra Edición. McGraw Hill. México, 1996

El A.R. Proporciona un ambiente ideal para el crecimiento de microorganismos, bacterias, virus y protozoos. Muchos de estos microorganismos son inofensivos y pueden ser empleados en procesos biológicos para estabilizar la materia orgánica. Sin embargo, esta agua puede también contener patógenos (causantes de enfermedades) provenientes de las excretas del hombre con enfermedades que pueden ser transmitidas por el agua contaminada.

4.1.4.2 Sólidos

Los sólidos totales (orgánicos e inorgánicos) en un agua por definición, son los residuos después de la porción líquida que ha sido evaporada y que después de secados conservan su peso a los 103°C.

La diferenciación entre sólidos disueltos y no disueltos (suspendidos) es acompañada por la evaporación del filtrado y no filtrado de la muestra.

La medida de S.S. y D.B.O. son usados para determinar la calidad del A.R. y el proceso que se va a usar para limpiarla, debido a que son los 2 parámetros que denotan el grado de contaminación por cargas contaminantes y son los parámetros objeto de control por parte de la autoridad ambiental³.

4.1.4.3 Constituyentes inorgánicos

- Cloruros y sulfatos: Normalmente presentes en el agua y en los desechos humanos.
- N y P: En sus formas orgánica e inorgánica vienen del hombre y el fósforo de los detergentes.
- Carbonatos y bicarbonatos: Normalmente presentes en el agua y en desechos como sales de Ca y Mg.

Además, concentración de gases disueltos especialmente O₂ y el ión H⁺ que se expresa como pH son parámetros de interés en el A.R. ³.

³ SANTACOLOMA LONDOÑO, Sandra. Operaciones y Procesos Unitarios, 1ra Parte. Colombia: 2007.p7,8.

4.1.4.4. Materia orgánica

Las proteínas y carbohidratos constituyen el 90% de la Materia Orgánica (M.O) en el Agua Residual (A.R) doméstica. Las fuentes son las excretas y orina de los humanos.

Varios parámetros son usados para medir la cantidad de M.O. en el A.R.: Carbono Orgánico Total (COT), Demanda Química Oxígeno (DQO), Demanda Biológica Oxígeno (DBO).

DQO: Medida de la cantidad de oxígeno requerido para oxidación química de la materia orgánica del agua residual, usando como oxidantes sales inorgánicas de permanganato o dicromato en un ambiente ácido y a altas temperaturas.

DBO: Cantidad de oxígeno usado en la estabilización de la materia orgánica carbonácea y nitrogenada por acción de los microorganismos en condiciones de tiempo y temperatura especificados (generalmente cinco días y 20 °C). Mide indirectamente el contenido de materia orgánica biodegradable.

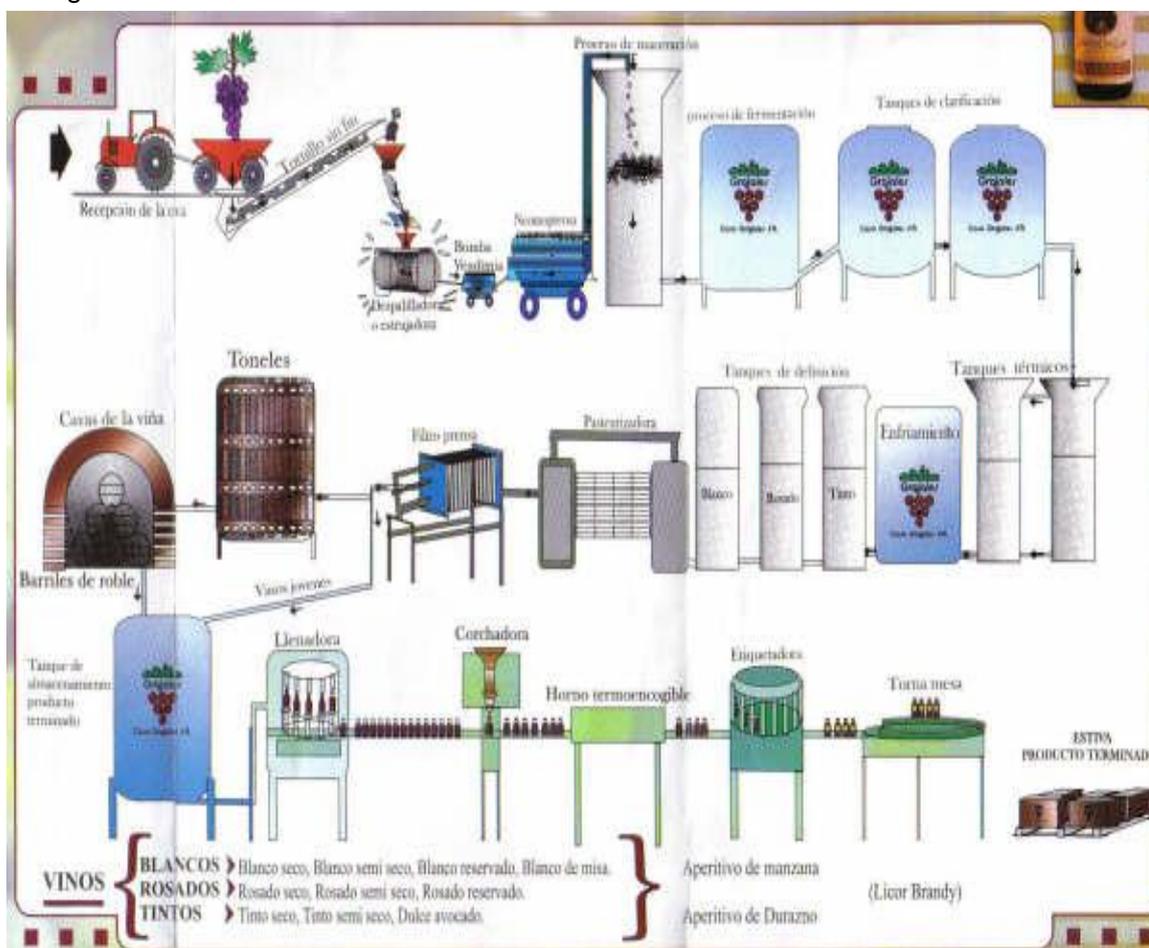
La velocidad de degradación depende del tipo de A.R., y de la temperatura ya que varía directamente con la cantidad de materia orgánica.

⁴ SANTACOLOMA LONDOÑO, Sandra. Operaciones y Procesos Unitarios, 1ra Parte. Colombia: 2007.p.10.

4.1.5 PROCESO DE ELABORACION DEL VINO EN CASA GRAJALES

El proceso de elaboración del vino se ilustra de manera resumida a continuación: (Ver figura 1)

Figura 1. Elaboración Del Vino



Fuente: Departamento de Calidad, Casa Grajales S.A

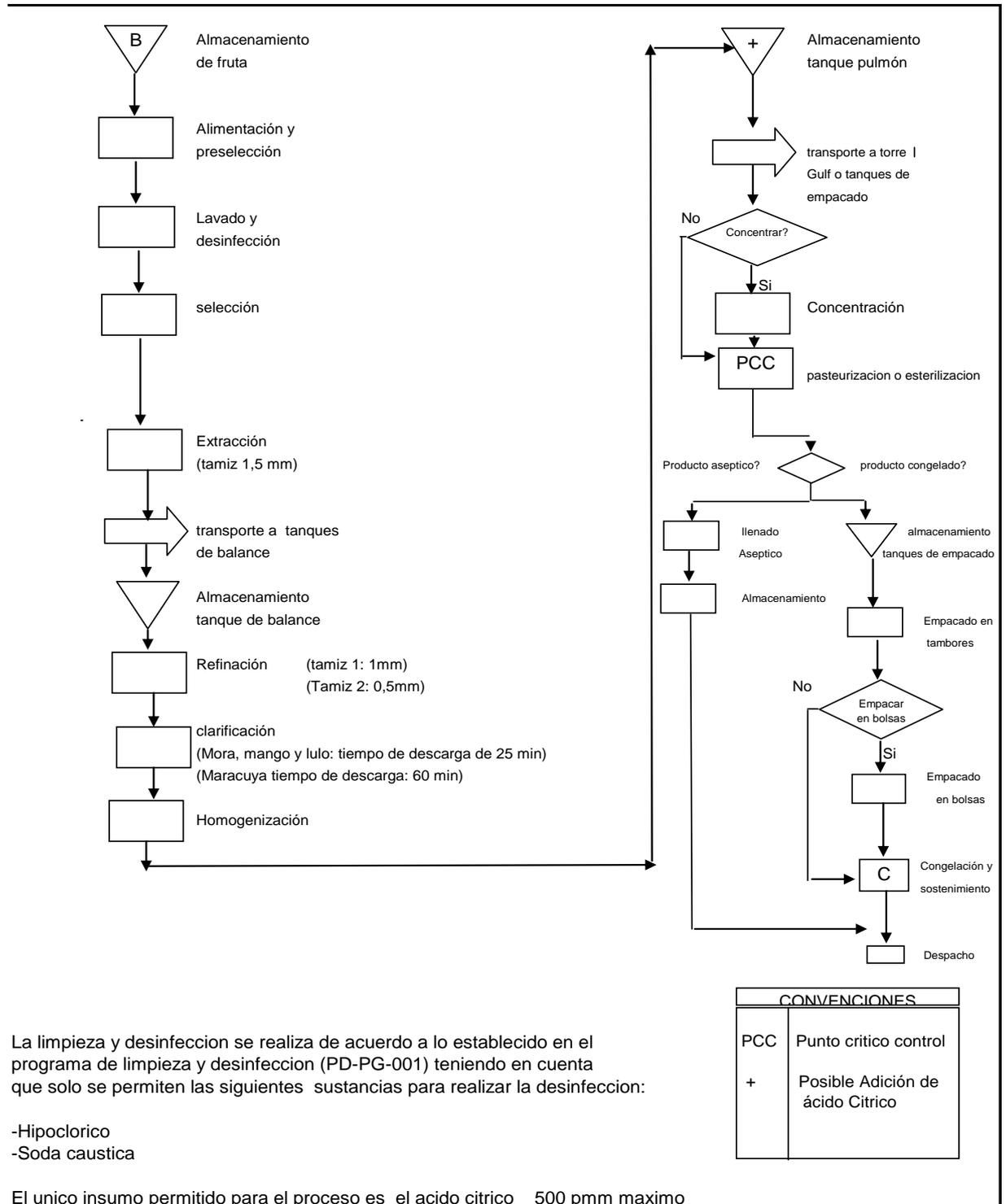
Luego de ser recepcionada la uva por un operario, esta es transportada por un tornillo sin fin a la estrujadora, que es una máquina que tiene la función de separar el palillo del hollejo, semilla y jugo o mosto de la uva.

Luego la uva va a tanques de maceración, después del Macerado o de la Neumoprensa, se continua con la Fermentación; la fermentación se realiza en unos tanques con capacidad de 28.000 litros cada uno, culminada esta etapa, sigue la Clarificación, que es un proceso fisicoquímico necesario para eliminar del vino las sustancias aún presentes que lo enturbian. Posteriormente sigue el proceso de enfriamiento, cuyo objetivo es rebajar la acidez total del vino. Posterior a este está el proceso de filtración (filtro arena y filtro prensa), de ahí pasa el vino al proceso de pasteurización.

Finalmente se sigue con el embotellado y barrilería (añejamiento).

4.1.6 DESCRIPCION DE PROCESOS DE LAS FRUTAS REPRESENTATIVAS EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE GRUPO CLOZANO FREXCO

Figura 2. Diagrama de Flujo –Mango y Maracuyá



Fuente: Departamento de investigación y Desarrollo, Grupo CLOzano Frexco

4.2 ESTADO DEL ARTE

Título: Optimización de la Planta de Tratamiento de Agua Residual para poder recircular el efluente, para su utilización en diferentes procesos en la zona de producción de GRASAS S.A, BUGA VALLE.

El presente trabajo de grado realizado por Londoño Vásquez Andrea en el año 2001, tuvo por objetivo lograr la optimización de la Planta de Tratamiento de Agua Residual de Grasas S.A para recircular su caudal efluente, el cual sería utilizado en algunos procesos de la zona de producción y básicamente para el lavado de pisos de las diferentes secciones de la empresa, el agua sobrante sería vertida directamente al alcantarillado de la empresa.

Metodología:

- Aforo del afluente de la PTAR
 - Con el fin de establecer la variabilidad del flujo afluente
 - Con la medición de caudal se obtuvieron el Q/día y el Q l/s.
 - Se verifico que el volumen del tanque de igualación es el indicado para los flujos de entrada que se manejan.
 - Se determinan otros caudales en zonas de producción.
- Área de la PTAR: Se determina esta área, para conocer sus dimensiones ante unas eventuales modificaciones y proyecciones que tiene la empresa a futuro realizar de acuerdo al aumento de la producción.
- Determinación de la capacidad de los tanques: Se hallan las dimensiones de los tanques con que cuenta la PTAR (igualación, de bombeo, mezcla rápida, caja receptora, almacenamiento de lodos, floculador, presurizador)
- Proceso para la optimización de la PTAR
 - Mediciones constantes de pH
 - Prueba de jarras (ensayos con diferentes productos)
 - Diseño del sistema (modificaciones y/o diseño de unidades de tratamiento)
 - Detección de inconvenientes de funcionamiento de la PTAR

Conclusiones:

- Actualización de planos y verificación de cambios en la PTAR.
- Se determina que recuperando el Q efluente de la PTAR y recirculándolo al proceso se tendrá un ahorro de 9210 m³/mes de agua, lo que equivale a \$10.800.000 y reducción del pago de Tasa de Vertimiento de Agua Residual.
- La PTAR no es apta para el manejo del caudal que llega actualmente proveniente de producción.
- Los cambios propuestos no incrementan el costo del tratamiento para la empresa, la recirculación genera ingresos a la empresa.

Título: Propuesta de mejoramiento técnico- operacional de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la PRODUCTORA DE JUGOS S.A

Este trabajo de investigación tiene como finalidad entregar un documento con una propuesta para la optimización de la PTAR con que cuenta la Productora de Jugos en la actualidad, para mejorar aspectos técnicos y operacionales de su funcionamiento.

Metodología:

- Identificación de las aguas residuales en la planta de producción

Se identifica las diferentes áreas generadoras: prelavado, lavado de maquinas, selección de producto, extracción, refinación, pasteurización, almacenamiento y distribución.

- Sistema actual para disminuir la carga contaminante y el caudal

Se identifica las labores utilizadas actualmente para disminuir la carga contaminante y el caudal en la línea de mango guayaba y mora y en la línea de jugos.

- Caracterización de aguas residuales de productora de jugos

Se cuantificaron las cargas contaminantes de los vertimientos líquidos hechos por la empresa, con el fin de utilizar los datos como base para el cálculo de sistema de tratamiento definitivo y se analizaron los posteriores resultados.

- Trabajos a realizar para disminuir la carga contaminante y el caudal

Se proyecta una serie de medidas y de trabajos a llevar a cabo en el área de producción (lavadoras, banda de selección, elevador de desechos, pasteurizador, concentrador).

Conclusiones:

- Las aguas presentan problemas de pH sus valores son extremos en jornada de lavado y de producción normal.
- El vertimiento no presenta problemas de temperatura, sin embargo el pH y los parámetros a remover no cumplen las normas vigentes.
- Las aguas presentan altas concentraciones de sólidos sedimentables debido a las características de la fruta.
- El caudal de lavado es relativamente más alto que el de producción.
- El caudal generado por producto procesado es mucho más alto para mango que para las demás frutas que se manejan en el proceso.

Título: Actualización del sistema de gestión ambiental y elaboración de propuesta de optimización de los sistemas de tratamientos de aguas residuales del INGENIO SAN CARLOS S.A

Esta investigación elaborada por Campo Cárdenas Victoria Eugenia y Gil Villegas Angélica María en el año 2004, tuvo como objetivo actualizar el SA con que cuenta el ingenio San Carlos cambiando el esquema de áreas al de procesos y presentar una propuesta de optimización a los diferentes sistemas de tratamientos de aguas residuales con que cuenta el ingenio.

Metodología:

- Aspectos generales de los STAR: se describe de manera cronológica la evolución de los STAR que se establecen en el tiempo para dar un control ambiental y disminuir las consecuencias de no tratamientos de efluentes líquidos generados en las diferentes actividades del ingenio.
- Diagnostico: en esta fase se presenta el estado en el que se encuentran los diferentes componentes de los STAR presentando un seguimiento, opción de mejora, y propuesta de optimización para cada uno de ellos. Los sistemas objeto diagnostico fueron:
 - Sistema de lagunas de estabilización
 - Sistema de decantación de cenizas
 - Sistema de trampa de grasas de fabrica
 - Sistema de trampa de grasas del taller agrícola
 - Sistema de tratamiento de aguas residuales domesticas
- Análisis costo beneficio de las propuestas de optimización de los STAR.
- Reutilización del agua residual: se determino que el reúso más viable del efluente de las lagunas es en la actividad agrícola para irrigación de cultivo de cañas sobretodo en épocas de verano prolongado cuando escasea el agua superficial y subterránea

Conclusiones:

- Los STAR del ingenio son opciones de tratamiento que cumplen con las normas de descarga en cuanto a parámetros de DBO y SST.
- El efluente es muy variable en su composición sin embargo los volúmenes de agua y los aumentos de carga orgánica pueden ser reducida si se toman al interior del proceso productivo.
- La propuesta para el sistema de trampa de grasas del taller agrícola hace que su operación y mantenimiento no sea problemático y cumple el requerimiento exigido por la autoridad ambiental al igual que los demás sistemas analizados.

Título: Propuesta para el manejo de aguas residuales industriales generadas en la planta del ingenio CARMELITA S.A

El presente trabajo de grado elaborado por Perdomo Salazar Claudia Patricia y Montaña Hurtado yenny María en 2009, tuvo como objetivo plantear la propuesta del manejo de las aguas residuales industriales provenientes de la planta de producción del ingenio Carmelita de Riofrío Valle.

Metodología:

- Identificación de los procesos y sus vertimientos de la planta de producción
- Identificación de los puntos de muestreo
- Características de las aguas residuales de la planta de producción
- Aforo de canales de la planta
- Análisis químico de las aguas residuales
- Resultados y análisis
- Caracterización de vertimientos
- Evaluación del sistema de trampa de grasa y de oxidación
- Y de laguna de oxidación
- Formulación de alternativas para disminuir la carga orgánica de la planta de producción
- Análisis costo-beneficio de las alternativas planteadas

Conclusiones:

- La serie de mayor incidencia en contaminación fueron: patio de caña, molienda y clarificación de jugos; las de menor incidencia: cristalización, centrifugación y empaque.
- El STAR remueve el 94% en carga de DBO en jornada de operación normal.
- Las alternativas planteadas de racionamiento de agua y pérdida de bombeo de jugo proyectadas a un año representan un beneficio económico y ambiental para el ingenio-
- La construcción de trampa de grasa y tubería para bajantes de aguas lluvias representan una inversión económica que ayuda al mejoramiento de la empresa y además trae beneficios ambientales.
- Según los resultados obtenidos la eficiencia de remoción del sistema de lagunas está por encima del 80% por tanto, el ingenio cumple con lo establecido en el decreto 1594 de 1984.

4.3 MARCO HISTORICO

4.3.1 RESEÑA HISTORICA CASA GRAJALES S.A.

La familia Grajales estaba conformada por sus padres Alberto Grajales y teresa Hernández, tenían 9 hijos 6 hombres: Alberto, León, Agustín, Luis, Gerardo y Eduardo. Y 3 mujeres: Teresa, Alicia y Elvia. Alberto el mayor y Eduardo el menor fueron los únicos que se quedaron con sus padres en La Unión valle donde habían nacido, los otros hijos tenían diferentes ocupaciones que ejercían en otras regiones de Colombia. Gerardo y león trabajan con la policía, Luis era carnicero y Agustín peluquero.

Alberto además de ayudar en las labores de la casa trabajaba como enfermero y a la edad de 22 años conoció a un español de nombre Seferino González que había llegado al municipio de Bolívar a manejar una granja del gobierno y en la cual cultivaba variedades de uva traída de su país, sintiéndose el español muy enfermo visito a Alberto quien lo ayudó a curar de su padecimiento y este en agradecimiento le enseñó a cultivar la uva en 1945.

Ya para el año 1964 había grandes extensiones de tierras sembradas y se utilizaba alrededor de 2.400 personas, se tenía uva que no cumplía la norma de calidad para ser exportada, convirtiéndose en un problema porque tenía que votarse. A raíz de esto surgió la idea de utilizarla para la fabricación de vino este proyecto se inicio moliendo la uva en una maquina rudimentaria y llenando un tanque de la casa de recreo de la familia, se contrato los servicios del ingeniero químico Darío Osorio que tenía alguna experiencia en la producción de vinos, para el montaje de la bodega se presento una solicitud de crédito a las líneas de fomento del gobierno que debían ser aprobadas por la junta del banco de la república y el gerente general Dr. Rafael gama el cual creyó en el proyecto y autorizo el crédito.

CASA GRAJALES S.A., tiene como objeto social las siguientes actividades: La fermentación, añejamiento, envasado y comercialización de vinos de pura uva, para los mercados nacionales, fabricación e hidratación de bebidas alcohólicas, para producir y envasar bebidas de baja graduación alcohólica carbonatadas y no carbonatadas.

Fuente. Departamento de producción, Casa Grajales

4.3.2 RESEÑA HISTÓRICA, GRUPO CLOZANO FREXCO S.A.S

GRUPO CLOZANO FREXCO S.A. es una empresa perteneciente al sector agroindustrial, dedicada al desarrollo, producción y comercialización de pulpa, concentrados y frutas naturales congeladas de excelente calidad. La empresa fue constituida bajo escritura pública No.027 del 15 de enero de 1996 en la Notaría única de la Unión. Cuenta con el respaldo económico, administrativo e institucional de la Empresa GRAJALES S.A., con quienes comparte plenamente su filosofía, sus principios empresariales y sociales. La sede administrativa de LA EMPRESA está ubicada en el municipio de la Unión Valle, factoría la Rivera y hace parte de las instalaciones de GRAJALES S.A. lo que permite compartir con las demás empresas del grupo algunas áreas administrativas.

En su primer año de funcionamiento en 1996, se inició con la producción de pulpas y concentrados de Mango y Maracuyá con destino al mercado Europeo, procesándose un promedio de 300 toneladas al año. Posteriormente con el posicionamiento del producto en el mercado, en el año 2000 a través de una comercializadora internacional se inician negociaciones con clientes a nivel nacional, centro América y Estados Unidos con lo que se incrementó el volumen de producción y se introdujeron nuevos productos como pulpas de guayaba, mango, mora, banano, lulo, tomate de árbol, guanábana Etc.

Debido al constante crecimiento de la empresa, a inicios del año 2002 se amplió el espacio de frío pasando de 1 cuarto de congelación y uno de sostenimiento con capacidad de 77 toneladas, a 7 cuartos de congelación y 2 de sostenimiento con una capacidad de almacenamiento de aproximadamente 308 ton. Durante el año 2003 se atendió el mercado europeo entregando alrededor de 300 toneladas de concentrado de maracuyá y otras frutas. A través de Comercializadoras Internacionales exportaron 600 toneladas de pulpas naturales a Estados Unidos.

A nivel nacional se codificaron productos en presentación de 250 g. para almacenes de cadena y se entregaron aproximadamente 800 toneladas de pulpa natural y concentrada (mango, mora, lulo, banano y fresa), como materia prima básica para la elaboración de jugos.

Actualmente la empresa genera 28 empleos directos y 150 indirectos contribuyendo de esta manera al desarrollo social y económico de la región

Fuente. Departamento de producción, Grupo CLozano Frexco

4.3.3 BREVE RESEÑA HISTORICA DEL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS

Los métodos de depuración de residuos se remontan a la antigüedad y se han encontrado instalaciones de alcantarillado en lugares prehistóricos de Creta y en las antiguas ciudades asirias. Las canalizaciones de desagüe construidas por los romanos todavía funcionan en nuestros días. Aunque su principal función era el drenaje, la costumbre romana de arrojar los desperdicios a las calles significaba que junto con el agua de las escorrentías viajaban grandes cantidades de materia orgánica. Hacia finales de la edad media empezaron a usarse en Europa excavaciones subterráneas privadas primero y, más tarde, letrinas. Cuando éstas estaban llenas, unos obreros vaciaban el lugar en nombre del propietario. El contenido de los pozos negros se empleaba como fertilizante en las granjas cercanas o era vertido en los cursos de agua o en tierras no explotadas.

Unos siglos después se recuperó la costumbre de construir desagües, en su mayor parte en forma de canales al aire o zanjas en la calle. Al principio estuvo prohibido arrojar desperdicios en ellos, pero en el siglo XIX se aceptó que la salud pública podía salir beneficiada si se eliminaban los desechos humanos a través de los desagües para conseguir su rápida desaparición. Un sistema de este tipo fue desarrollado por Joseph Bazalgette entre 1859 y 1875 con el objeto de desviar el agua de lluvia y las aguas residuales hacia la parte baja del Támesis, en Londres. Con la introducción del abastecimiento municipal de agua y la instalación de cañerías en las casas llegaron los inodoros y los primeros sistemas sanitarios modernos.

A comienzos del siglo XX, algunas ciudades e industrias empezaron a reconocer que el vertido directo de desechos en los ríos provocaba problemas sanitarios. Esto llevó a la construcción de instalaciones de depuración. Aproximadamente en aquellos mismos años se introdujo la fosa séptica como mecanismo para el tratamiento de las aguas residuales domésticas tanto en las áreas suburbanas como en las rurales. Para el tratamiento en instalaciones públicas se adoptó primero la técnica del filtro de goteo. Durante la segunda década del siglo, el proceso del cieno activado, desarrollado en Gran Bretaña, supuso una mejora significativa por lo que empezó a emplearse en muchas localidades de ese país y de todo el mundo. Desde la década de 1970, se ha generalizado en el mundo industrializado la cloración, un paso más dentro del tratamiento químico⁶.

⁶ http://es.wikipedia.org/index.pHp/Tratamiento_agua_residual

4.3.4 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LATINOAMERICA

De acuerdo al Banco Mundial, más de 300 millones de habitantes de ciudades en Latinoamérica producen 225,000 toneladas de residuos cada día. Sin embargo, menos del 5% de las aguas de alcantarillado de las ciudades reciben tratamiento. Con la ausencia de tratamiento, las aguas negras son por lo general vertidas en aguas superficiales, creando un riesgo obvio para la salud humana, la ecología y los animales. En Latinoamérica, muchas corrientes son receptoras de descargas directas de residuos domésticos e industriales. La contaminación del suelo ocurre tanto en áreas urbanas como rurales.

Conteniendo 40% de las especies tropicales de plantas y animales del mundo, y 36% de las especies cultivadas de alimentos y productos industriales, la región presenta intenso interés en la preservación y protección del medio ambiente, sin mencionar una preocupación por la salud humana. De 1950 a 1995, la población de Latinoamérica aumentó de 179 millones a 481 millones de habitantes, lo cual correspondió con una carga mayor sobre la infraestructura existente y un aumento en la producción de residuos domésticos. De igual manera, la tendencia de aumento en la población seguirá durante las próximas décadas, al igual que las presiones sobre la infraestructura. Para 1995, se estimó que el porcentaje de latinoamericanos que contaban con instalaciones para el desecho de aguas residuales incluía 69% de la población total (80% urbana; 40% rural). Aunque, como promedio, 80% de la población urbana de Latinoamérica tiene acceso a servicios de recolección de aguas de alcantarillado, existe una gran variación entre los países.

La mayor parte de las aguas negras no han recibido tratamiento. Aun las grandes ciudades se encuentran a menudo altamente contaminadas y carecen de infraestructura de saneamiento para tratar los residuos peligrosos.

Es difícil generalizar acerca de cualquier condición en Latinoamérica, debido a la diversidad económica, social y ambiental de la región, tanto entre país y país como dentro de una misma nación. Una gran inquietud, es la gente pobre que vive en áreas urbanas y habita en colonias y áreas que no son adecuadas para el desarrollo (como laderas empinadas de cerros, pantanos, y planicies propensas a inundaciones). En Latinoamérica, existe una división marcada entre las poblaciones de escasos recursos y las de altos ingresos, con respecto al acceso a los servicios de saneamiento. Aproximadamente 18% de la población de escasos recursos cuenta con agua de tubería en sus casas, comparado con 80% de la población de altos ingresos.

⁷ CARRIÓN OSORNO. Bayardo, Doc. Pdf, Máster universitario en Ingeniería del Agua/ Universidad de Sevilla/ Tecnologías No Convencionales o de Bajo Costo/.

4.5 MARCO CONCEPTUAL

La creciente importancia que tiene la conservación de los recursos naturales ha despertado en el hombre, la búsqueda de métodos para cuidarlos y recuperarlos, para que puedan ser aprovechados por los seres vivos; de aquí que uno de los recursos de vital importancia para el hombre, como el agua, sea objeto de estudio.

Las aguas residuales son aquellas provenientes o que han sido utilizadas en los diferentes sistemas de fabricación, producción o manejo industrial y que para ser desechadas necesitan ser tratadas previamente, de manera tal que puedan ser adecuadas para su ubicación en las respectivas redes de vertido, depuradoras o sistemas naturales, tales como lagos, ríos, embalses, etc.

Las impurezas se encuentran en el agua como materia en suspensión, material coloidal, o materia en solución; mientras que la materia en suspensión siempre se separa por medio mecánico, con intervención o no de la gravedad, la coloidal y la materia en solución puede tratarse en el propio estado molecular iónico o precipitarse y separarse utilizando procesos semejantes a los empleados para la separación de los sólidos inicialmente en suspensión. A esto es lo que se denomina tratamiento de las aguas.

4.5.1 Naturaleza de las aguas residuales

El origen, composición y cantidad de los desechos están relacionados con los hábitos de vida vigentes. Cuando un producto de desecho se incorpora al agua, el líquido resultante recibe el nombre de agua residual.

Origen y cantidad

Las aguas residuales tienen un origen doméstico, industrial, agrícola, urbano, etc. Y estos tipos de aguas residuales suelen llamarse respectivamente, domésticas e industriales.

Las aguas residuales domésticas son el resultado de actividades cotidianas de las personas. La cantidad y naturaleza de los vertidos industriales es muy variada, dependiendo del tipo de industria, de su consumo de agua y del grado de tratamiento que los vertidos reciben antes de la descarga.⁸

⁸ Roos, W. R.; The Urban Pollution Problem in Latin America. Nagoya Seminar on Financing for the Environment, Japan. Doc Pdf,2002

Composición

La composición de las aguas residuales se analiza con diversas mediciones físicas, químicas y biológicas. Las mediciones más comunes incluyen la determinación del contenido en sólidos, la demanda bioquímica de oxígeno a 5 días (DBO5), la demanda química de oxígeno (DQO), grasas y aceites, pH y t°.

Los residuos sólidos comprenden los sólidos disueltos y en suspensión. Los sólidos disueltos son productos capaces de atravesar un papel de filtro, y los suspendidos los que no pueden hacerlo. Los sólidos en suspensión se dividen a su vez en depositables y no depositables, dependiendo del número de miligramos de sólido que se depositan a partir de 1 litro de agua residual en una hora. Todos estos sólidos pueden dividirse en volátiles y fijos, siendo los volátiles, por lo general, productos orgánicos y los fijos materia inorgánica o mineral.

4.5.2 ALGUNAS DEFINICIONES A TENER EN CUENTA PARA EL MANEJO DE LAS AGUAS RESIDUALES

- **Análisis fisicoquímico del agua** Pruebas de laboratorio que se efectúan a una muestra para determinar sus características físicas, químicas o ambas.
- **Análisis microbiológico del agua** Pruebas de laboratorio que se efectúan a una muestra para determinar la presencia o ausencia, tipo y cantidad de microorganismos.
- **Contaminación del agua** Alteración de sus características organolépticas, físicas, químicas, radiactivas y microbiológicas, como resultado de las actividades humanas o procesos naturales, que producen o pueden producir rechazo, enfermedad o muerte al consumidor.
- **Cortocircuito** Condición que ocurre en los tanques cuando parte del agua pasa a una velocidad mayor que el resto del fluido, disminuyendo el tiempo de residencia medio de la masa líquida en el reactor.
- **Dosificación** Acción mediante la cual se suministra una sustancia química al agua.
- **Dosis óptima** Concentración que produce la mayor eficiencia de reacción en un proceso químico.
- **Eficiencia de tratamiento** Relación entre la masa o concentración removida y la masa o concentración en el afluente, para un proceso o planta de tratamiento y un parámetro específico; normalmente se expresa en Porcentaje.

- **Efluente** Flujo proveniente de un sistema hidráulico.
- **Lodo** Contenido de sólidos en suspensión o disolución que contiene el agua y que se remueve durante los procesos de tratamiento.
- **Mantenimiento** Conjunto de acciones que se ejecutan en las instalaciones y/o equipos para prevenir daños o para la reparación de los mismos cuando se producen.
- **Material flotante** Aquellos materiales que se sostienen en equilibrio en la superficie del agua y que influyen en su apariencia.
- **Muestra compuesta de agua** Integración de muestras puntuales tomadas a intervalos programados y por períodos determinados, preparadas a partir de mezclas de volúmenes iguales o proporcionales al flujo durante el periodo de toma de muestras.
- **Muestra puntual de agua** Muestra tomada en un punto o lugar en un momento determinado.
- **Operación Unitaria** Conjunto de acciones por medio de las cuales sólo se obtiene cambios físicos.
- **Pretratamiento** Proceso previo que tiene como objetivo remover el material orgánico e inorgánico flotante, suspendido o disuelto del agua antes del tratamiento final.
- **Sedimentación** Proceso en el cual los sólidos suspendidos en el agua se decantan por gravedad, previa adición de químicos coagulantes.
- **Sólidos disueltos** Mezcla de un sólido (solute) en un líquido solvente en forma homogénea.
- **Zonas muertas** Sitios en un reactor en donde no hay desplazamiento unidimensional de la masa de agua.

⁹ RAS –Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico, Título E, Tratamiento de aguas residuales, Bogotá DC, 2000

4.5.3 CLASIFICACIÓN DE LOS METODOS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Establecidos los objetivos y revisada la normatividad y requerimientos, se compara calidad de agua cruda con exigencias del efluente, para determinar el grado de tratamiento requerido.

Posteriormente se procede al desarrollo y evaluación de las diferentes alternativas de tratamiento o reutilización, para luego determinar la situación óptima para tratamiento.

Los contaminantes en el agua residual pueden eliminarse con procesos químicos, operaciones físicas y/o biológicas.

Los métodos individuales suelen clasificarse como:

OPERACIONES FISICAS UNITARIAS

PROCESOS QUÍMICOS UNITARIOS

PROCESOS BIOLÓGICOS UNITARIOS

A pesar que estos se utilizan conjuntamente en los sistemas de tratamiento, se estudian por separado las bases científicas de cada uno.

a. OPERACIONES FISICAS UNITARIAS

Son los métodos de tratamiento en los que predominan las fuerzas físicas.

Nacen de la observación del hombre, por eso fueron los primeros que se aplicaron.

Ejemplo de operaciones físicas son la sedimentación y la flotación.

b. PROCESOS QUIMICOS UNITARIOS

Son los métodos de tratamiento en los que la eliminación de los contaminantes o la conversión de ellos se consiguen con la adición de químicos o gracias al desarrollo de ciertas reacciones químicas, ejemplo de procesos químicos la coagulación- floculación y la desinfección.

c. PROCESOS BIOLÓGICOS UNITARIOS

Los métodos de tratamiento en los que la eliminación de los contaminantes se lleva a cabo gracias a la actividad biológica.

La principal aplicación de los procesos biológicos es la eliminación de la materia orgánica biodegradable, esta se convierte en gases que se liberan a la atmósfera y en tejido celular biológico eliminable por sedimentación. Se usan también para eliminar el nitrógeno.

APLICACIÓN DE LOS METODOS DE TRATAMIENTO

Los procesos y operaciones unitarias se combinan para dar como resultado diversos niveles de tratamiento.

TRATAMIENTO PRELIMINAR O PRETRATAMIENTO

Se refiere a operaciones físicas, tales como eliminación de arenas, tanques de igualación, sirven para acondicionar el agua antes de tratamientos primarios, ejemplos las rejillas, tamices, trituradores.

TRATAMIENTOS PRIMARIOS

Operaciones físicas, algunos autores toman como uno solo los tratamientos preliminares y los primarios.

El objetivo de estos es eliminar aquellos contaminantes que puedan sedimentar por ejemplo sólidos sedimentables, sólidos suspendidos, o aquellos que puedan flotar como las grasas-

Con un tratamiento primario se pueden llegar a remover un 60% de Sólidos suspendidos y un 35% de la DBO. Un tratamiento primario no elimina compuestos solubles.

TRATAMIENTOS SECUNDARIOS

Procesos químicos y/o biológicos cuyo objetivo es remover la DBO soluble que escapa a un tratamiento primario, además de remover cantidades adicionales de Sólidos suspendidos. Básicamente procesos biológicos, remueve aproximadamente un 85 % de DBO y de Sólidos Suspendidos. Por ejemplo lodos activados, sedimentadores secundarios.

TRATAMIENTOS TERCIARIOS O AVANZADOS

Combinación de los anteriores, cuyo objetivo es la eliminación de nitrógeno, fósforo, metales pesados, DQO y bacterias patógenas. Por ejemplo lagunas, micro filtración o desinfección.

4.5.4 FACTORES A TENER EN CUENTA EN LA ELECCIÓN DE SISTEMAS DE TRATAMIENTO

- Necesidades del propietario de la instalación.
- Experiencia previa
- Requisitos de las entidades de control.
- Compatibilidad con instalaciones existentes.
- Costos
- Consideraciones medioambientales.
- Otras como equipos, personal, requerimientos de energía.
- Confiabilidad
- Aplicabilidad

4.5.5 ANALISIS DE RESULTADOS DE UNA CARACTERIZACION AL INTERIOR DEL PROCESO

Cuando se trate de un proceso industrial es importante hacer un análisis de variabilidad de los resultados y su relación con el proceso productivo.

Esta variabilidad puede deberse a:

- Derrames accidentales o pobre mantenimiento de los procesos productivos o de las válvulas de control de agua y/o materias primas líquidas o sólidas.
- Modificaciones temporales de los procesos productivos.
- Reacciones químicas resultantes de la combinación de descargas diferentes.
- Mantenimiento u operación inapropiada de los equipos de monitoreo.
- Errores en los procesos analíticos o en los cálculos de cuantificación de parámetros.

Se deben evaluar los siguientes aspectos al interior de procesos:

- Aguas residuales recuperables (Materia prima).
- Aguas residuales recirculables.
- Aguas residuales controlables en el origen.
- Aguas residuales reutilizables.
- Aguas residuales relativamente limpias que puedan separarse.
- Aguas residuales con características antagónicas o neutralizables entre sí.
- Procedimientos de aseo y limpieza.
- Practicas de lavado de equipo.

4.5.6 ANALISIS COSTO/BENEFICIO

Es una técnica usada para evaluar programas o proyectos de Inversión, que consiste en comparar costos con los beneficios asociados a la realización del proyecto. Un proyecto estará bien sustentado si los beneficios superan los costos. Los beneficios pueden ser de tipo monetario o social, directo o indirecto.

. Los métodos que se usan con mayor frecuencia en este tipo de análisis son: tasa de Rentabilidad interna, Valor neto futuro y actual, y análisis Costo-Eficiencia.

La diferencia esencial entre el análisis de Costo - Beneficio y los métodos ordinarios de evaluación de inversiones que emplean las empresas, es el énfasis en los costos y beneficios sociales. El objetivo consiste en identificar y medir las pérdidas y las ganancias en el bienestar económico que recibe la sociedad en su conjunto.

4.6 MARCO LEGAL

Cuadro 3. Marco legal agua residual

NORMATIVIDAD AMBIENTAL VIGENTE			NORMATIVIDAD CORRESPONDIENTE A:
			AGUA RESIDUAL
Norma	Título	Artículo	Descripción del Artículo
<u>Decreto 2811 de diciembre de 1974 MINAGRICULTURA.</u>	Por el cual se dicta el código nacional de recursos naturales renovables y de protección del medio ambiente.	33	El manejo de los recursos naturales renovables.
		77	Aprovechamiento de las aguas no marítimas en todos sus estados y formas.
		132	No se permiten alterar las condiciones del agua.
<u>Decreto 1541 Del 26 De Julio De 1978 Presidencia De La República.</u>	Por el cual se reglamenta la parte III del libro II del decreto 2811 de 1974 y la ley 23 de 1973 de las aguas no marítimas.	69-72	Uso de agua para la industria manufacturera o de transformación.
		211	Se prohíbe verter sin tratamiento, residuos líquidos que puedan contaminar o eutroficar las aguas.
<u>Decreto 1594 Del 26 De Junio De 1984 - Presidente De La República.</u>	Por el cual se reglamenta parcialmente el TITULO I de la ley 23 DE 1973. Capítulo XIV de los métodos de análisis y toma de muestras.	29	Usos del agua.
		30	Del uso del agua para consumo humano y domestico.
		35	Uso industrial del agua.
		70	Los sedimentos, lodos, cenizas, cachaza y bagazo no podrán disponerse en cuerpos de aguas superficiales y subterráneas.

		72	Requerimientos para todo vertimiento a un cuerpo de agua deberá cumplir.
		74-75	Carga máxima permisible.
		155	De los métodos de análisis y toma de muestras.
NORMATIVIDAD AMBIENTAL VIGENTE			NORMATIVIDAD CORRESPONDIENTE A:
			AGUA RESIDUAL
Norma	Título	Artículo	Descripción del Artículo
<u>Ley 99 de 1993</u>	Título I	Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones.	
<u>Ley 9 del 24 de enero de 1979 emitida por el Congreso De La República</u>	Por la cual se dictan medidas sanitarias.	7	Condiciones que se deben cumplir en cuanto al control sanitario en uso de aguas
		9	Prohibición de utilización de aguas para disposición final de residuos sólidos.
		10	Vertimientos de residuos líquidos

NORMATIVIDAD AMBIENTAL VIGENTE			NORMATIVIDAD CORRESPONDIENTE A:
			AGUA RESIDUAL
Norma	Título	Artículo	Descripción del Artículo
<u>Decreto 3930 De 2010</u>	Por el cual se reglamenta parcialmente el Título I de la <u>Ley 9ª de 1979</u> , así como el Capítulo II del Título VI -Parte III- Libro II del <u>Decreto-ley 2811 de 1974</u> en cuanto a usos del agua y residuos líquidos y se dictan otras disposiciones.	CAP I art 1-38 CAP IV art 16 CAP VI art 24,34 CAP VII art 41,42 45-50	Disposiciones Generales De la destinación genérica de las aguas superficiales De los vertimientos De la obtención de los permisos de vertimiento y planes de cumplimiento

Cuadro 4. Tasas retributivas por vertimientos y sanciones

NORMATIVIDAD AMBIENTAL VIGENTE			NORMATIVIDAD CORRESPONDIENTE A:
			TASAS RETRIBUTIVAS
Norma	Título	Artículo	Descripción
<u>Resolución 0273 de abril de 1997 Ministerio Del Medio Ambiente.</u>			Por la cual se fijan las tarifas mínimas de las tasas retributivas por vertimientos líquidos para los parámetros Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) y Sólidos Suspendedos Totales (SST).
<u>Resolución No 0372 06 Mayo 1998</u>		1,2,3	Por la cual se actualizan las tarifas mínimas de las tasas retributivas por vertimientos líquidos y se dictan disposiciones
<u>Resolución No. 044 DG. de 2000</u>		1	Multas por infracción de vertimientos líquidos industriales y domésticos
<u>Decreto 3100 de 30 de octubre del 2003</u>			Por medio del cual se reglamentan las tasas retributivas por la utilización directa del agua como receptor de los vertimientos puntuales y se toman otras determinaciones.

NORMATIVIDAD AMBIENTAL VIGENTE			NORMATIVIDAD CORRESPONDIENTE A:
			TASAS RETRIBUTIVAS
Norma	Título	Artículo	Descripción
<u>Resolución 070</u> <u>Marzo de 2004</u> <u>Ministerio de</u> <u>Medio</u> <u>Ambiente</u>		1,2	Modifica la Resolución 372 del 98 - Valor tarifa mínima de tasa retributiva por vertimientos puntuales de DBO Modifica la Resolución 372 del 98 - Valor tarifa mínima de tasa retributiva por vertimientos puntuales de SST
<u>Decreto 3440 de</u> <u>Octubre de 2004</u> <u>Min Ambiente</u>		1-10	Modifica art. 3 del Decreto 3100 del 2003 Cobro de la tasa retributiva; el art. 18 - Sujeto pasivo de la tasa El art. 26 - Forma de cobro; el art. 28 - Presentación de reclamos; el art. 33 inciso 1 del Decreto 3100 del 2003 - Disposiciones transitorias
<u>Resolución No.</u> <u>DG. 0686 DE 2006</u>		1,3,5	Por medio de la cual se establecen los objetivos de calidad y se consulta la propuesta de metas de reducción para la cuenca del río cauca, para el año 2016. Estos objetivos serán requisito para la fijación de metas de reducción de cargas contaminante para efectos de cobro de la tasas retributivas
<u>Ley 1333 de 2009</u> <u>Congreso</u> <u>Colombia</u>			Por la cual se establece el procedimiento sancionatorio ambiental y se dictan otras disposiciones.

5. DISEÑO METODOLOGICO

El componente metodológico del presente proyecto está basado en los objetivos planteados y proyectados para su correcto cumplimiento:

5.1. ALCANCE

Formular una Propuesta de Optimización Para el Sistema De Tratamiento de Aguas Residuales De Casa Grajales S.A. Y Grupo CLozano Frexco S.A.S De La Unión Valle Del Cauca, a través de las siguientes actividades:

- Describiendo la infraestructura existente en el sistema
- Identificando las fuentes generadoras de agua residual, como también los demás vertimientos que son dispuestos en el STAR
- Caracterizando las aguas residuales en diferentes puntos al interior del sistema de tratamiento
- Elaborando Diagnostico que permitiera dar clara cuenta del estado actual de cada una de las unidades de pre-tratamiento y tratamiento, lo anterior con la finalidad de conocer a fondo la problemática de manejo y disposición de aguas residuales en ambas empresas y llegar a plantear una Propuesta de optimización.

El desarrollo del proyecto se desarrollo mediante las siguientes etapas:

5.2. LEVANTAMIENTO DE INFORMACIÓN O MEMORIAS DE CÁLCULO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL.

Se lleva a cabo el levantamiento de información inherente a las características físicas y de diseño de cada una de las unidades de pre-tratamiento y tratamiento que componen el STAR actual de ambas empresas.

5.2.1 Revisión de información existente en la planta sobre el STAR: Se revisan documentos de archivo del área de producción de la empresa Casa Grajales, con el fin de obtener información acerca del STAR, también se revisan algunos documentos de Frexco S.A.

5.2.2 Validación de información encontrada y actualización de la misma: Se compara la información encontrada en las empresas con las condiciones actuales del STAR, descartando así documentos obsoletos o no aplicables para el objetivo del trabajo, de igual manera se mejora y/o se cambian algunos apartes de la información encontrada.

5.2.3 Revisión bibliográfica y consulta en otras fuentes:, Se consultan libros del tema, profesionales en la materia, documentos científicos y estudios similares desarrollados en distintos lugares.

5.2.4 Toma de medidas y cálculos de cada una de las unidades de tratamiento

Se realizó un recorrido por el STAR, y se inspecciona cada una de las zonas donde están instalados y/o construidos las unidades de pre-tratamiento y tratamiento de agua residual del Sistema de tratamiento con que cuentan las empresas Casa Grajales y Frexco. (Ver Fotografía 1)

- **Pretratamiento:** Se realizó inspección visual, y toma de medidas, de las dimensiones actuales con que cuentan las siguientes estructuras:
 - Caja receptora y cajas de inspección
 - Caja de dosificación
 - Canal de entrada
 - Rejilla de retención de Sólidos

Fotografía 1. Toma de medidas

- **Tratamiento Primario:** Se hace el levantamiento de la información correspondiente a dimensiones, tuberías, diámetros, y demás detalles importantes para la correcta descripción estructural de estas. (Ver Fotografía 2)



- Tanques de Almacenamiento - Cámara de bombeo
- Sedimentador - Cámara de salida

Fotografía 2. Medidas lecho secado

- **Tratamiento Biológico:** Se determina el área ocupada por c/u de las lagunas, su longitud y ancho, como también la profundidad aproximada de cada una de estas (Laguna anaerobia y Laguna facultativa)



Fuente. El Autor

5.3. ELABORACION DEL PROGRAMA DE MANEJO Y OPERACIÓN DEL STAR DE CASA GRAJALES Y GRUPO CLOZANO FREXCO.

Se elabora un Programa De Manejo Y Operación Del STAR, con el fin de incluir una serie de actividades diarias y periódicas a llevar a cabo en el sistema de tratamiento, así como las medidas necesarias para el mantenimiento de cada uno de los componentes del mismo. En el programa se incluye una inducción al Operario. Así mismo se establecen unos formatos con los cuales se hará seguimiento tanto a los parámetros a medir en algunos puntos del STAR como el control a realizar a las actividades diarias y periódicas,

5.3.1 Revisión de diseños hidráulicos y de la infraestructura que compone el STAR y formulación de manual de operación y mantenimiento

Se revisa la información del diseño y las dimensiones de cada una de los componentes y demás que hacen parte del sistema de tratamiento, con el fin de tener bases claras, sobre las cuales se formula el manual de manejo y operación del sistema de tratamiento actual con que cuenta Casa Grajales y Frexco.

Se formula el documento, se hace el registro del este para uso interno y se implementa el programa o Manual de Operación y Mantenimiento del STAR, teniendo en cuenta:

- Personal y Funciones del Personal
- Actividades para prevención de riesgos en el STAR.
- Creación de formato de actividades diarias y periódicas a realizar
- Creación de ficha de registro y control a las actividades instauradas para el manejo y operación de STAR
- Creación de formato de control de pH diario.
- Consolidación de la información de procesos mensual (tipo proceso, consumos, caudales).
- Operación y mantenimiento de las unidades de tratamiento primario
- Operación y mantenimiento de lagunas.

5.4. DIAGNOSTICO DE CONDICIONES ACTUALES EXISTENTES DE RECOLECCIÓN, MANEJO Y TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE CASA GRAJALES. Y GRUPO CLOZANO FREXCO.

5.4.1 Revisión de información de la planta de generación de agua residual industrial y de los procesos llevados a cabo

- Se consulta documentos de la planta, principalmente los del área de Calidad, que estén directamente relacionados con los procesos de elaboración, tanto en la producción de Vino como en la producción de Pulpas de Fruta, además de información relacionada con aguas residuales, canales de recolección de estas y línea de conducción al STAR.
- Descripción de cómo se llevan a cabo los procesos de elaboración, cuales son las materias primas, qué insumos se emplean, que materias auxiliares usan, y como se llevan a cabo los procesos de lavado de equipos, y en qué etapa de los procesos se da la generación y vertimiento de agua residual.
- Se identificar la infraestructura (maquinaria y equipos) que operan y se emplean para la elaboración de los productos (vino-pulpas de fruta).

5.4.2 Levantamiento de información, materias primas empleadas en los procesos de elaboración y en lavado de equipos, elaboración o validación de planos de la línea de conducción de aguas residuales.

- Se Revisa información de cómo se llevan a cabo los procesos de elaboración, se contrasta la información teórica recopilada con lo observado y recopilado en los recorridos por la planta de producción de ambas empresas.
- Se levanta la información correspondiente a la línea de conducción de aguas residuales y otras que llegan al STAR, se revisan planos existentes y se genera información más actualizada.

5.4.3 Estimación de caudales de agua residual vertidos al STAR.

Se llevan a cabo mediciones de caudal de aquellas aguas conducidas al STAR, se mide el caudal para las aguas residuales generadas en cada una de las plantas de producción, como también el caudal del agua de retro-lavados de filtro de arena y carbón activado en la zona de calderas. (Ver Fotografía 3)

Fotografía 3. Medición de caudal



Fuente. El Autor

5.4.4. Descripción del sistema de recolección de aguas residuales actual y del estado de cada una de las unidades del STAR.

Se revisa que tipo de aguas recolecta la línea de conducción de aguas que van al STAR, se evalúa en las salidas de los procesos que aguas son las generadas y si es posible su reducción en caudal o en composición de sólidos de gran tamaño se revisan los insumos empleados en los lavados y desinfección de equipos (Ver Fotografía 4).

Fotografía 4. vertimiento de aguas



Fuente. El Autor

Finalmente se evalúa el funcionamiento actual de cada una de las unidades que compone el sistema de tratamiento de agua residual actualmente (Diagnostico)

5.4.5 Determinación de profundidad de las lagunas de estabilización, y medición de la altura de lodos en la laguna anaerobia.

Se lleva a cabo la determinación de la altura de ambas lagunas, y la medición de lodos en la laguna anaerobia. Para tener datos actuales y poder obtener un resultado más verídico del estado actual de estas unidades de tratamiento. (Ver Fotografía 5,6)

a. Materiales y Equipo Empleados

Fotografía 5. Bote inflable



Fuente. El Autor

Fotografía 6. Varas de medición



b. Alistamiento de materiales y equipo para inicio de procedimiento

Fotografías 7, 8, Preparación del Bote



Fuente. El Autor



Fuente. El Autor

c. Inicio Del Procedimiento – Entrada a La Laguna

Fotografías 9, 10. Inicio del proceso de medición- Entrada a laguna



Fuente. El Autor

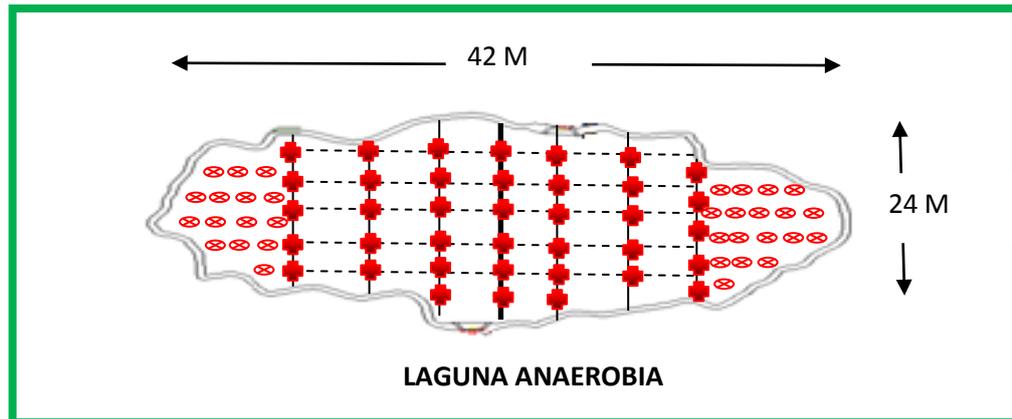


d. Delimitación de líneas para toma de medidas – Laguna Anaerobia

- Para delimitar los puntos de muestreo, se divide la laguna en cuadrantes imaginarios, a lo largo se cuenta con una longitud promedio de 42 m, a lo ancho se cuenta con una longitud máxima de 24 m, especialmente en la zona central de la laguna, disminuyendo este ancho al acercarse a los dos extremos de la laguna. En cuanto a las divisiones a lo largo se toman cada 6 metros, obteniendo 7 líneas imaginarias. A lo ancho en algunas zonas se divide cada 4 metros para tomar dato, y a medida que disminuye el ancho se disminuyen el número de puntos a considerar.

- En cuanto a los primeros 5 metros de cada extremo de la laguna, se toman medidas al menos cada metro, debido a que son áreas identificadas como críticas en acumulación de lodos por cuenta de las zonas muertas y cortos circuitos relacionados entre otros por la mala ubicación de la entrada y la salida de la laguna, y la entrada irregular de agua y de su carga contaminante. (Ver figura 4)

Figura 4. Ubicación de líneas y puntos de muestreo, laguna anaerobia.



5.4.6 TOMA DE MEDIDAS

- ❖ Se realizó la medición en los primeros 5 metros de cada extremo de la laguna, debido a que esta zona de la laguna evidencia de manera visual acumulación de gran cantidad de lodo (Ver Fotografía 11)

Fotografías 11, medida profundidad



Fuente. El Autor

- ❖ Luego se hizo la división de los cuadrantes planteados por medio de un lazo que cruza la laguna, el cual se iba moviendo a lo ancho de esta, cada que se avanzaba en la medición de la profundidad de la laguna y de la altura estimada de lodos. (Ver Fotografía 12,13)

Fotografía 12. Ubicación línea guía



Fuente. El Autor

Fotografía 13. Desplazamiento por la línea



- ❖ Se realiza la medición de la profundidad y de la altura de lodos en los últimos 5 metros de la laguna cerca a al vértice izquierdo de esta. Y se termina así con el procedimiento de medición. (Ver Fotografía 14,15)

Fotografía 14. Medición últimos metros



Fotografía 15. Medición de lodos



5.4.7 Delimitación de líneas para toma de medidas – Laguna Facultativa

Para delimitar los puntos de muestreo se divide la laguna en cuadrantes imaginarios, a lo largo se cuenta con una longitud promedio de 5 m, a lo ancho se cuenta con una longitud promedio de 38 m, solo en la zona central de la laguna, aumentando este ancho al acercarse al extremo superior cerca a la salida de esta, pero en los primeros 20 metros a partir del extremo cerca a la entrada de la laguna, el ancho promedio es de 20 m,

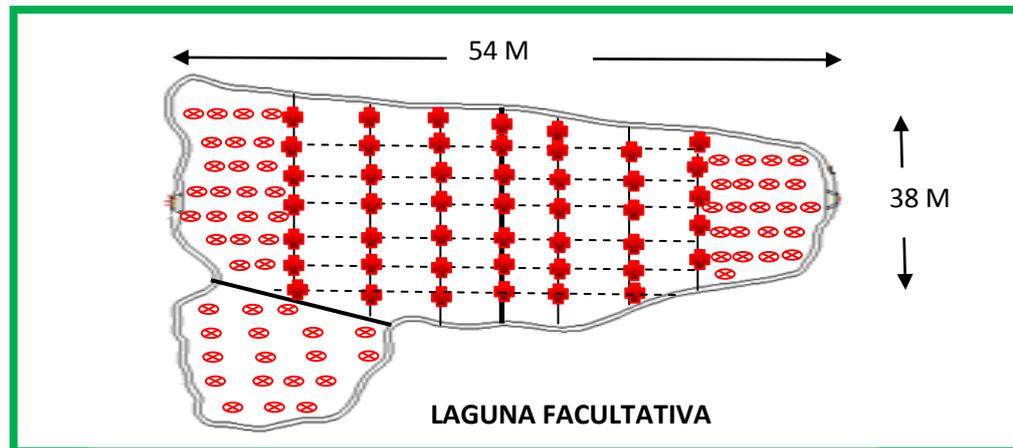
Las divisiones a lo largo se toman cada 6 metros, obteniendo 9 líneas imaginarias. A lo ancho en algunas zonas se divide cada 4 metros para tomar dato, y a medida que disminuye el ancho se disminuyen el número de puntos a considerar.

En cuanto a los primeros 5 metros de cada extremo de la laguna, se toman medidas al menos cada metro, debido a que en esta zona puede haber una variación de profundidad considerable respecto al resto de la laguna debido a la ubicación tan recostada a un costado de la entrada y la salida.

El esquema de la forma como se ubicaron las líneas de división y se definieron los puntos de muestreo se muestran a continuación. (Ver figura 5)

Debido a la forma irregular de la laguna en uno de sus extremos, se delimita esta zona aparte y se mide su profundidad metro a metro, para determinar si tiene una variación especial de profundidad respecto al resto de la laguna, pues en este costado puede haber acumulación de sedimento.

Figura 5. Ubicación de líneas y puntos de muestreo Laguna facultativa.



TOMA DE MEDIDAS LAGUNA FACULTATIVA

- ❖ Se realizó la medición en los primeros 5 metros del extremo de la laguna cerca a la entrada, debido a que esta área de la laguna puede presentar variación en la profundidad respecto a las demás zonas. (Ver Fotografía 16)

Fotografía 16. Medición primeros 5 m



Fuente. El Autor

- ❖ Se hizo la división de los cuadrantes planteados por medio de un lazo que cruza la laguna, el cual se iba moviendo a lo ancho de esta. Se mide la zona central de la laguna. (Ver Fotografía 17)

Fotografía 17. Medición



Fotografía 18. Medición últimos metros

- ❖ Se realiza la medición de la profundidad en los últimos 5 m de la laguna cerca a la salida, y en el costado que se forma más pronunciado hacia la izquierda debido a la forma irregular de la laguna. (Ver Fotografía 18)



Fuente. El Autor

5.5. FORMULACION, EVALUACION Y SELECCION DE LA PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN PARA EL STAR.

Se elabora y revisa la propuesta de optimización a través de:

5.5.1 Validación de información proveniente de la etapa de diagnostico

- Se evalúan a fondo los elementos aportados en las fases anteriores del proyecto, en especial aquellos hallazgos hechos en la fase de Diagnostico.
- Se analiza la información inherente a la generación de aguas residuales y en sí de la disposición de otro tipo de aguas vertidas al STAR.
- Se determina como está funcionando el sistema en la actualidad bajo las condiciones de operación, manejo y mantenimiento en el momento, con el fin de establecer las necesidades y falencias del sistema en cada una de sus unidades de tratamiento.

5.5.2 Revisión de la información de caudales y caracterizaciones de aguas residuales anteriores, y realización de nueva caracterización de afluentes y efluentes del star en procesos productivos representativos.

Se revisa la información de archivo con que se cuente, respecto a las características de las aguas residuales, se realizan nuevas caracterizaciones, a fin de poder llegar a proponer los cambios a que haya lugar en cuanto a la optimización del Sistema.

5.5.3 CARACTERIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES

Se recopila información de caracterizaciones anteriores, realizadas en el año 2009. Posteriormente se llevan a cabo 2 Caracterizaciones adicionales, para un día de proceso de vino y mango, luego una para proceso de maracuyá por ser procesos representativos en carga y caudal.

5.5.3.1 TOMA DE MUESTRAS Y ANALISIS DE LABORATORIO

- a. **FINALIDAD:** Evaluar y conocer las características de los efluentes líquidos generados durante los procesos de operación de ambas empresas y evaluar los resultados de la caracterización con respecto a la legislación ambiental vigente, Decreto 1594, y la eficiencia del sistema de tratamiento actual.
- b. **PARÁMETROS MONITOREADOS:** Se realizó la caracterización de los efluentes de proceso de vinos, mango, y maracuyá, los parámetros analizados fueron:
- PH
 - Temperatura
 - DBO5
 - DQO
 - Sólidos Suspendidos Totales (SST)
 - Sólidos Sedimentables
 - Sólidos Totales (ST)
 - Grasas y Aceites
 - Acidez
- c. **PUNTOS DE MONITOREO Y AFORO:** Se identifican al interior del sistema de tratamiento los puntos de interés donde sería relevante ubicar los equipos para hacer la posterior toma de muestras para su respectivo análisis de laboratorio en los parámetros objeto de evaluación.

Los puntos de monitoreo son seleccionados siguiendo los siguientes criterios:

- Permiten mayor facilidad para la toma de datos e integración de las muestras.
- Presentan mayor importancia para analizar el comportamiento del STAR
- Son sitios de flujo continuo, que no presenten obstáculos, ni tapones naturales o estructurales es decir no existe lugar a estancamientos,
- No se toman muestras en situaciones anormales como lavado de tanques, lavado de líneas por imprevistos, lavado o remoción de lechos de secado, u otra situación que sea anormal en las operaciones cotidianas

❖ **PUNTOS DE MONITOREO SELECCIONADOS:**

- **Punto No. 1, Entrada Frexco:** En este punto se presenta la descarga de agua residual proveniente de la planta de Frexco. (Ver Fotografía 19)

Fotografía 19. Punto 1: Entrada Frexco



Fuente. El Autor

- **Punto No. 2, Entrada Casa Grajales:** En este punto se descargan a la caja receptora las aguas provenientes de la planta de vinos. (Ver Fotografía 20)

Fotografía 20. Punto 2: Entrada Casa Grajales



Fuente. El Autor

- **Punto No. 3, Entrada a tanques:** En este punto llegan las aguas de Frexco y Casa Grajales combinadas, y entran a los tanques, en esta entrada se hace el aforo y toma de muestra. (Ver Fotografía 21)

Fotografía 21. Punto 3: Afluente combinado



Fuente. El Autor

- **Punto No. 4, Salida laguna anaerobia:** Se toman los datos y se integra la muestra en el tubo que descarga agua de la laguna anaerobia. (Ver Fotografía 22)

Fotografía 22. Punto 4: Salida Laguna Anaerobia



Fuente. El Autor

- **Punto No. 5, Salida Laguna facultativa o salida del STAR:** Se toma este punto para monitoreo, porque es donde se hace la descarga final del sistema de tratamiento. (Ver Fotografía 23)

Fotografía 23. Punto 5: Salida Laguna Facultativa



Fuente. El Autor

d. JORNADA DE AFORO - MUESTREO

Con el fin de obtener resultados representativos la jornada de aforo y muestreo se programo para 6 horas (ambas caracterizaciones), componiendo una muestra para analizar por cada punto monitoreado.

- Aforo, Determinación De temperatura y pH

El aforo se realizo por el método volumétrico en los puntos de monitoreo definidos anteriormente (No. 3 y 4), y mediante método área – velocidad utilizando molinetes para la medición de la velocidad en cada tubo para los puntos de monitoreo (No.1, 2,5). Las tomas de muestras y aforo se realizaron cada 20 minutos, según criterio definido por el personal del laboratorio acreditado que hizo la caracterización. (Ver Fotografías 24-27)

- Determinación de Caudal, temperatura y pH.

Fotografía 24. Aforo con molinete



Fotografía 25. Aforo método volumétrico



Fotografía 26. Toma de datos



Fotografía 27. Mediciones in-situ



Fuente. El Autor

Los registros de pH se obtuvieron mediante el uso de pHmetros digitales marca Extech de precisión 0.01, con ajuste automático de temperatura.

Las mediciones de temperatura se obtuvieron con termómetros metálicos Mengte escala (– 10°C A 110 C°)

e. Toma De Muestras Y Preservación De Muestras

Para realizar el muestreo se tomaron alícuotas proporcionales a los caudales medidos para el punto monitoreado, la integración de la muestra compuesta para cada punto se realizó con intervalos de 20 minutos, para la determinación de los parámetros a analizar con una jornada de integración de 6 horas.

Las grasas y aceites se colectaron en frascos de vidrio puntualmente.

El transporte y la custodia de la muestra se realizaron siguiendo todos los procedimientos de aseguramiento de la calidad, de manera oportuna y con los medios para garantizar su identificación, protección y preservación.

(Ver Fotografías 28-30)

Fotografía 28. Integración muestra



Fuente. El Autor

Fotografía 29. Conservación muestra



Fuente. El Autor

Fotografía 30. Transporte muestra



Fuente. El Autor

• Fórmula para calculo de alícuotas

$$V_i = ((V \times Q_i) / (n \times Q_p))$$

V_i = Volumen de cada alícuota o porción de muestra en (ml)

V = Volumen total a componer (ml)

n = Número de muestras tomadas

Q_i = Caudal instantáneo de cada muestra en (l/s)

Q_p = Caudal promedio durante la jornada de muestreo (l/s)

El volumen total a componer siempre será 1000 ml, pero se dividen por turnos dependiendo de los procesos, es decir en un solo turno el volumen es 1000 ml, en dos turnos es igual de 1000 ml, dividido en dos volúmenes de 500 ml y de haber tercer turno igualmente el volumen es de 1000 ml pero los volúmenes parciales por turno son de 333.333 ml.

f. ANALISIS DE LABORATORIO Y METODOLOGIA

Los análisis de laboratorio contratados por parte de ambas empresas, se llevaron a cabo con un Laboratorio acreditado perteneciente a la matriz agua del IDEAM, y certificado en la ISO-NTC 17025. (Ver cuadro 4)

- Cuadro 4. Análisis de laboratorio y metodología

ANALISIS	UNIDAD	METODO Estándar Methods ed. 21
DBO5	mg O2/ L	5210 B. Prueba ROB de 5 Días
DQO	mg O2/ L	5220 B. Reflujo Abierto
Grasas y Aceites	mg/L	5520 D. Método de Extracción de Soxhlet
SST	mg/L	2540 D. Sólidos Totales en suspensión secados a 103 – 105 °C
ACIDEZ	mg/L Ca CO3	2310 Método de Titulación

g. CARGAS CONTAMINANTES

El cálculo de la carga contaminante, se realizo de la siguiente manera:

$$C = Q \text{ prom } (L/sg) * [] (mg/L) * t (sg/dia) * Kg/10^6 \text{ mg}$$

C = carga contaminante Kg/día; Q= caudal promedio; t= tiempo de descarga durante el día de proceso; []= concentración del parámetro a evaluar DBO5, SST

5.5.4 Consolidación de información y formulación de alternativas de optimización para el STAR.

Basados en la información anterior, se formula y seleccionan las posibles mejoras a incluir en las diferentes etapas del tratamiento de las aguas (Pretratamiento, Tratamiento primario, Tratamiento Secundario), que permitan garantizar una mejor operación y un mejor manejo del STAR,

5.6. REALIZAR ANÁLISIS COSTO/BENEFICIO SOBRE LAS ALTERNATIVAS PLANTEADAS PARA LA PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DEL STAR. DE CASA GRAJALES S.A. Y GRUPO CLOZANO FREXCO S.A.S.

Se Hace el análisis de costo beneficio de las diferentes de la propuesta de optimización, para definir la factibilidad de esta para el proyecto y que favorezcan a las empresas en cuanto a su viabilidad Técnica y Económica.

6. RESULTADOS

Los Resultados que se presentan a continuación corresponden a lo planteado en los Objetivos (general y específicos) y a lo expuesto en el Diseño metodológico del presente proyecto.

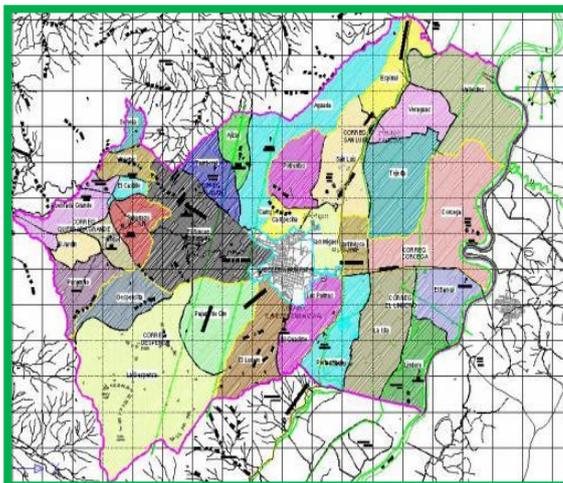
6.1. INFORME DE LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE EN EL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL

6.1.1 Ubicación Geográfica Del Área De Estudio

El Municipio de La Unión: se encuentra ubicado geográficamente en el continente suramericano, País Colombia, Departamento del Valle del Cauca. En cuanto a su latitud el Municipio se ubica en el hemisferio Norte a $4^{\circ}32'05''$ (latitud norte) y a $76^{\circ}06'04''$ (longitud oeste), se encuentra a 396 Km. de la capital de la República, Santa fe de Bogotá, y a 163 Km. de la ciudad de Cali. (Ver figura 6)

La Cabecera del municipio esta a una altitud de 975 m.s.n.m. y su temperatura promedio es de 24 grados centígrados a la sombra, en la noche puede descender a 18 grados centígrados y en verano puede fluctuar entre 30 y 36 grados centígrados.

Figura 6. Mapa municipio de la Unión



Fotografía 31. Municipio. La Unión Valle



6.2 DESCRIPCION DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DE CASA GRAJALES Y GRUPO CLOZANO FREXCO S.A.S

Casa Grajales S.A Y Grupo CLozano Frexco para el desarrollo normal de sus diferentes actividades de operación en las plantas de producción de Vinos y de procesamiento de Frutas, demandan grandes volúmenes de agua para sus procesos, por tanto generan cantidades considerables de agua residual una vez termina el ciclo de producción, aguas con alto contenido orgánico y de otro tipo de contaminantes, los cuales se deben remover en un gran porcentaje antes de verter esta agua al medio natural a algún cuerpo de agua receptor de dichas descargas y así evitar daños al ecosistema y potenciales daños a la salud pública tanto de los trabajadores de la planta como de comunidades aledañas.

Ambas Empresas para dar cumplimiento al manejo de las aguas residuales cuentan con un Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales (compartido), el cual está compuesto por:

- Pretratamiento
 - Caja receptora y cajas de inspección
 - Caja de dosificación
 - Canal de entrada

- Tratamiento Primario
 - Tanques de Almacenamiento
 - Cámara de bombeo
 - Cámara de entrada al Sedimentador
 - Sedimentador
 - Cámara de salida

- Tratamiento de Lodos
 - Lecho de secado

- Tratamiento Biológico
 - Laguna anaerobia
 - Laguna Facultativa

6.2.1 PLANTA DE PRODUCCIÓN CASA GRAJALES S.A Y GRUPO C.LOZANO FREXCO

Casa Grajales y Frexco se encuentra ubicadas en el municipio de **La Unión**, en la región norte del departamento del valle del Cauca, en la rivera occidental del Río Cauca, entre la Cordillera Occidental y la Cordillera Oriental. (Ver figura 7)

Las plantas están Situadas a 163 kilómetros de la ciudad de Santiago de Cali y a 396 kilómetros de Bogotá. **La Unión** es un paradisíaco lugar conocido como "**La capital vitivinícola de Colombia**" por la boyante industria vinícola que se desarrolló en el municipio con una gran cantidad de viñedos y la sede de **CASA GRAJALES S.A.**



Figura 7. Mapa Valle del Cauca
Fuente: www.casagrajales.com

También es reconocida esta región por la variedad de cultivos frutales que allí se desarrollan y los productos que a partir de estas frutas se obtienen como el caso del proceso productivo de **GRUPO CLOZANO FREXCO S.A.S.**

Gracias al desarrollo de la industria del vino y de cultivo de frutas, **La Unión** se ha convertido en un eje del norte del valle donde el comercio de uva sin procesar y vino es su mayor actividad económica, junto con la venta de frutas en mercados nacionales e internacionales y la comercialización de pulpa de fruta. (Ver Fotografía 32,33)

Fotografía 32. Área Producción Casa Grajales



Fuente: El Autor

Fotografía 33. Área Producción Frexco



Fuente: El Autor

6.2.2 ESQUEMA DE LA PLANTA DE PRODUCCIÓN DE CASA GRAJALES Y GRUPO C.LOZANO FREXCO

Para tener una idea más clara de algunas características de la Planta de producción Industrial de ambas empresas, se muestra un esquema general de la Planta Industrial que comparten la empresa Casa Grajales y Frexco, del Municipio De La Unión Valle. (Ver Figura)

Se detalla además algunos datos de área (Mts²) de ambas empresas. (Ver cuadro 5, 6, 7,8)

Cuadro 5. Área Planta Industrial.

DETALLE	AREA
Área Total Del Predio	31660.15 mts²
Área Casa Grajales Construida	7825.2 mts²
Área Grupo CLozano Frexco	5192.9 mts²
Área Zona Verde , Vías y Área Sin Construir	12979,55 mts²

Fuente: Departamento De Logística, Casa Grajales

Cuadro 6. Áreas ocupadas por Frexco S.A

ITEM	NOMBRE DEL AREA	CANTIDAD	UNIDAD
1	Planta de producción y cuartos fríos	1574,3	m 2
2	Patio de fruta	1181	m 2
3	Equipos de servicios tolvas de desecho	340	m 2
4	Almacén de insumos	194	M 2
5	Bodega de almacén tambores nuevos	92,5	M 2
6	Bodega de almacén tambores usados	446,8	M 2
7	zona de cargue y despachos	238,6	M 2
8	zona de contenedores y canastillas	542,2	M 2
9	Servicios sanitarios y vestir	194	M 2
10	lavado de tambores	11,5	M 2
11	Bodega almacén producto aséptico	216	M 2
12	Tanques de combustible	162	M 2
Total Areas Frexco S.A		5192.9	M 2

Fuente: Departamento De Mantenimiento, Frexco S.A

Cuadro 7. Áreas Ocupadas Por Casa Grajales

ITEM	NOMBRE DEL AREA	CANTIDAD	UNIDAD
1	Planta de producción de vinos	2286	M 2
2	Bodega de embotellado	582,6	M 2
3	Bodega de rentas	1190	M 2
4	Bodega de cartón	1190	M 2
5	Bodega de envase	1190	M 2
6	Almacén de insumos	195	M 2
7	Sala de juntas	195	M 2
8	Oficinas revisoría fiscal	135,5	M 2
9	Portería	80,3	M 2
10	Bicicletero	97,5	M 2
11	Bodega de reciclaje	90,2	M 2
12	Almacenamiento de envase P.E.T	164,3	M 2
13	Barrilería	428,8	M 2
Total áreas Casa Grajales S.A		7825.2	M 2

Fuente: Departamento De Logística, Casa Grajales

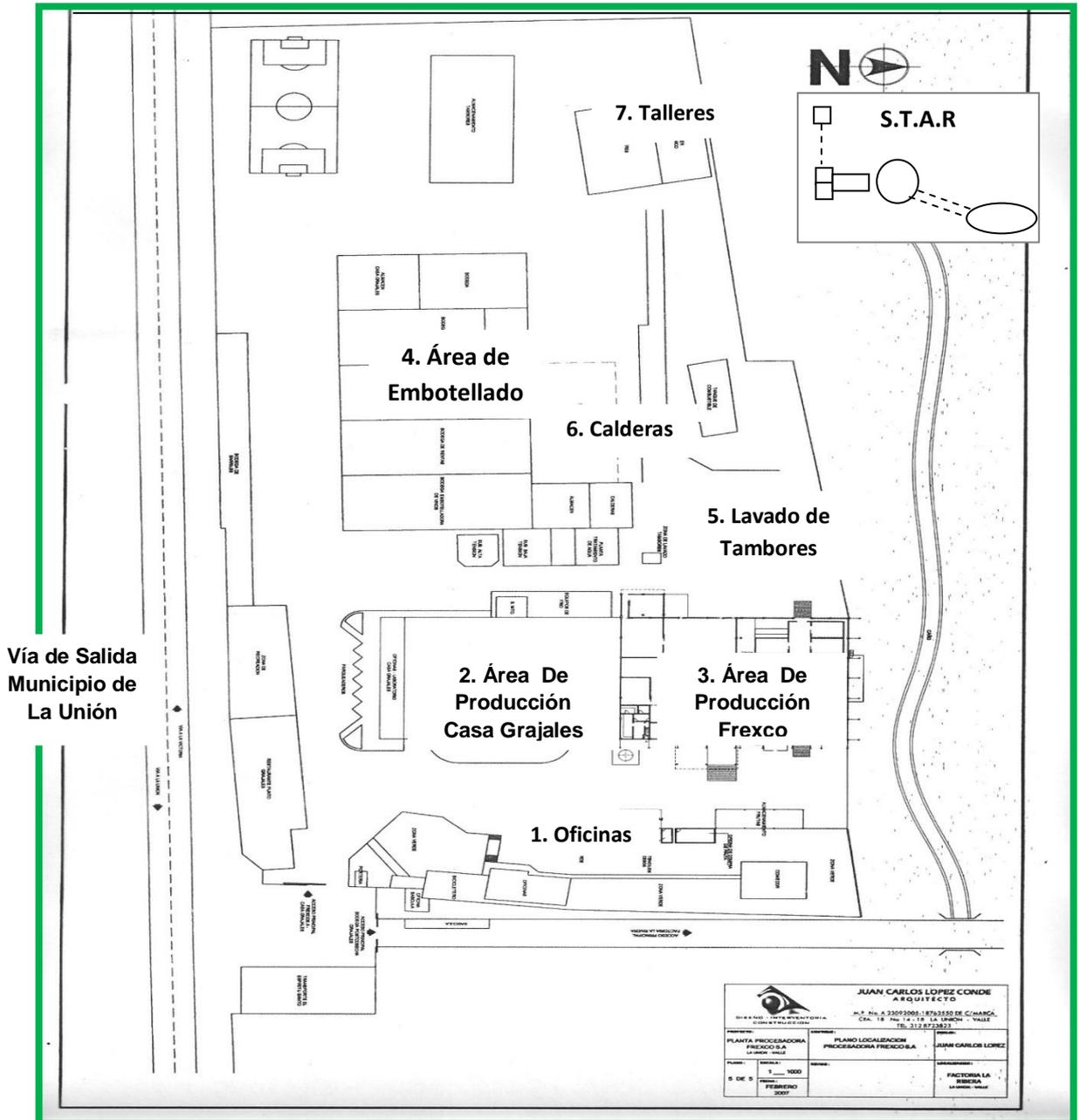
Cuadro 8. Áreas compartidas por Casa Grajales y Frexco.

ITEM	NOMBRE DEL AREA	CANTIDAD	UNIDAD
1	Plantas de tratamiento de agua potable	90	M 2
2	Calderas	108,2	M 2
3	sub estación eléctrica baja tensión	100,5	M 2
4	Sub estación eléctrica alta tensión	79	M 2
5	Tanques de almacenamiento agua tratada	50	M 2
6	Talleres de mantenimiento	591,1	M 2
7	pozo profundo	36	M 2
Total áreas compartidas		1054,8	M 2

Fuente: Departamento De Mantenimiento, Frexco S.A

6.2.3 PLANTA INDUSTRIAL CASA GRAJALES S.A Y FREXCO S.A

Figura 8. Esquema general de la planta industrial, Casa Grajales y Frexco.



Fuente. Archivo de Producción, Casa Grajales S.A

Para una mejor Identificación de las áreas nombradas o señaladas dentro del Esquema General de la Planta Industrial de Casa Grajales y Frexco visto anteriormente, se muestran algunas Fotografías. (Ver Registro Fotográfico a continuación)

6.2.3.1 Registro Fotográfico De Áreas Identificadas en el Esquema General de La Planta Industrial de Casa Grajales y Frexco S.A

1. Fotografía 34. Oficinas Casa Grajales 2. Fotografía 35. Oficinas Frexco



Fuente. El Autor



Fuente. El Autor

3. Fotografía 36. Área de Embotellado 4. Fotografía 37. Lavado de Tambores



Fuente. El Autor



Fuente. El Autor

5. Fotografía 38. Calderas



Fuente. El Autor

6. Fotografía 39. Talleres

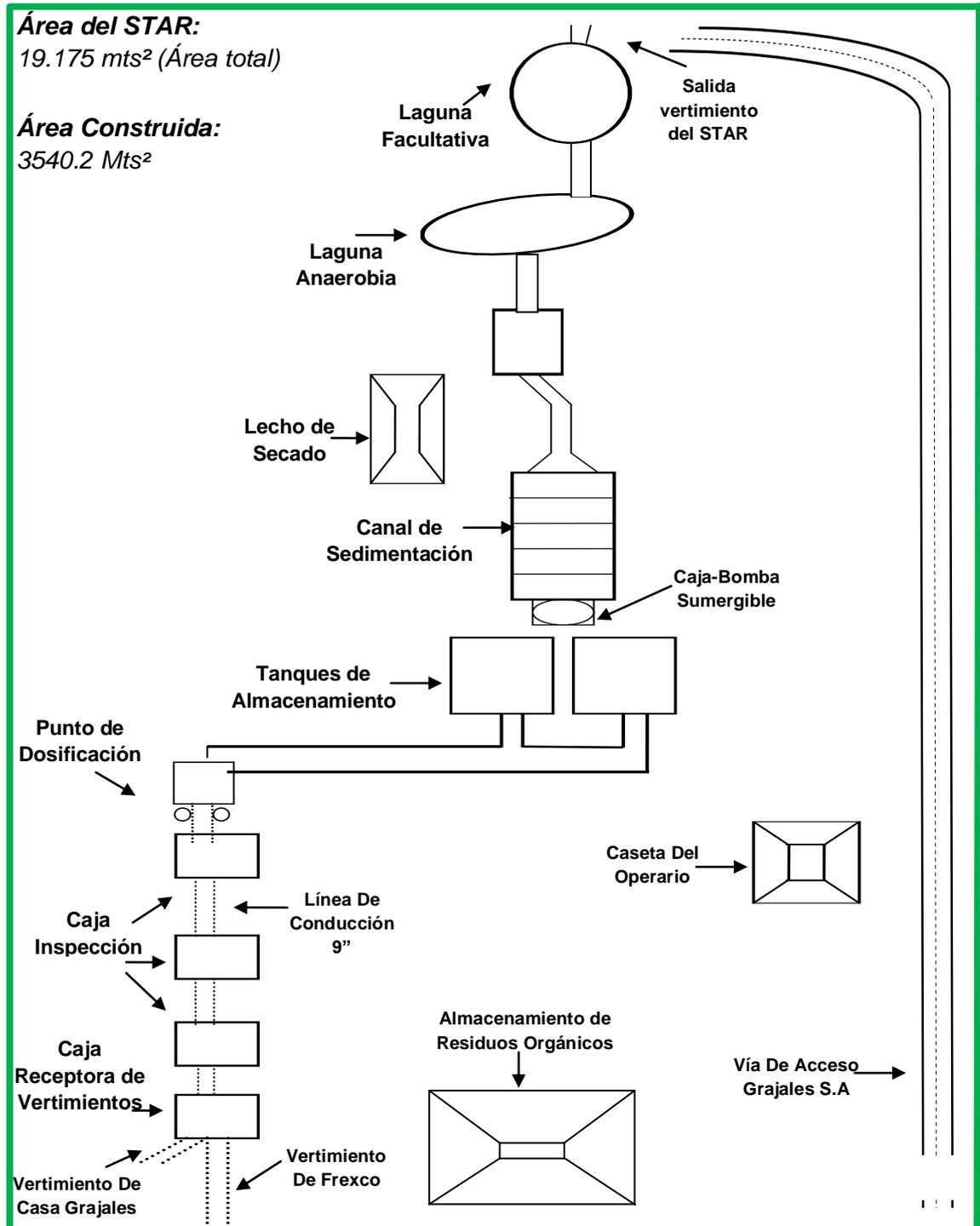


Fuente. El Autor

6.3 SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL

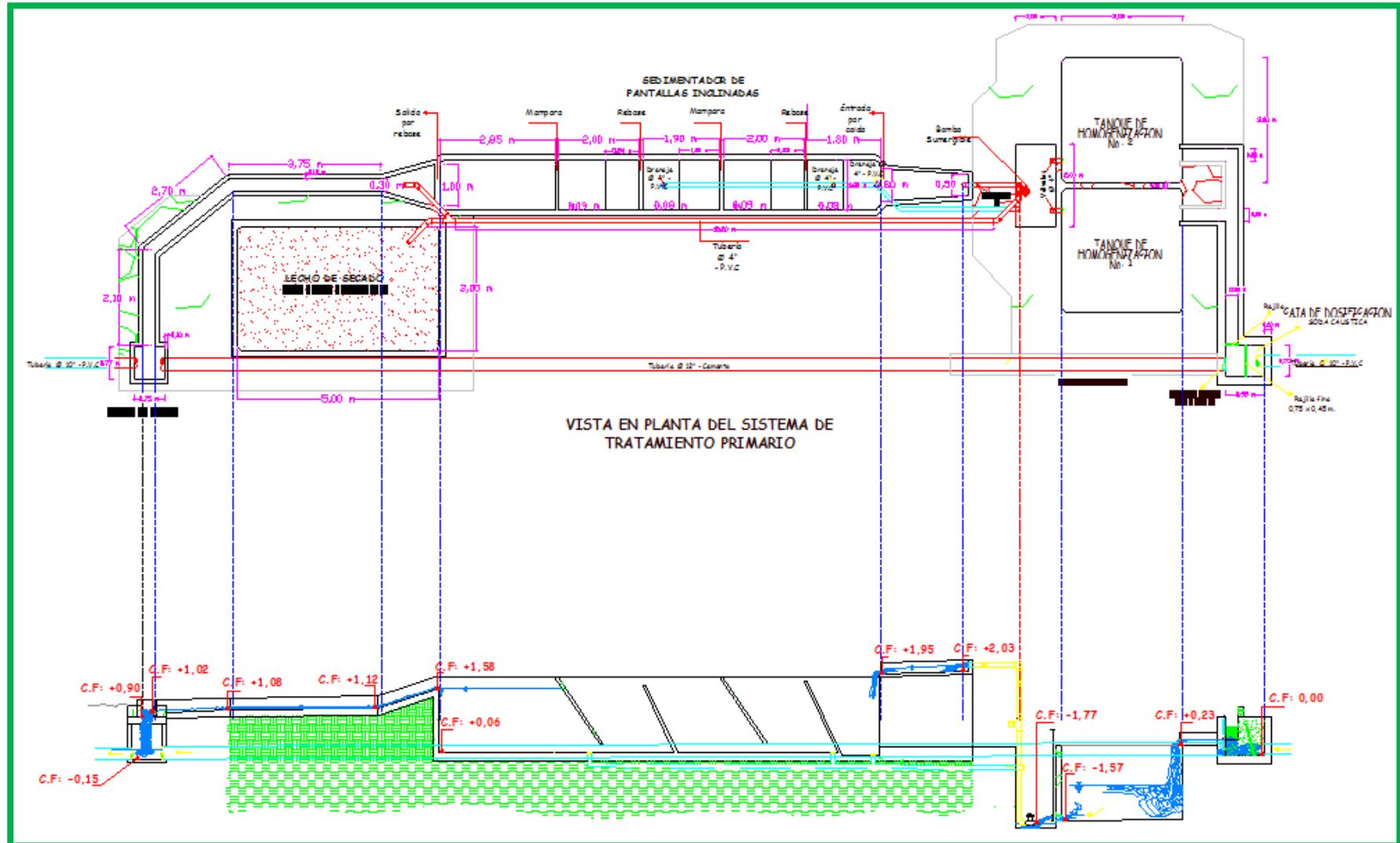
A continuación se presenta un esquema de los componentes que integran el STAR de Casa Grajales y Frexco, para una mejor descripción del este se describirá luego cada componente con su respectiva información estructural y de diseño (longitud, profundidad, ancho, diámetro, etc.). (Ver figura 9,10)

Figura 9. Esquema general del STAR



Fuente. El Autor

Figura 10. Vista general en planta del sistema de tratamiento de agua residual



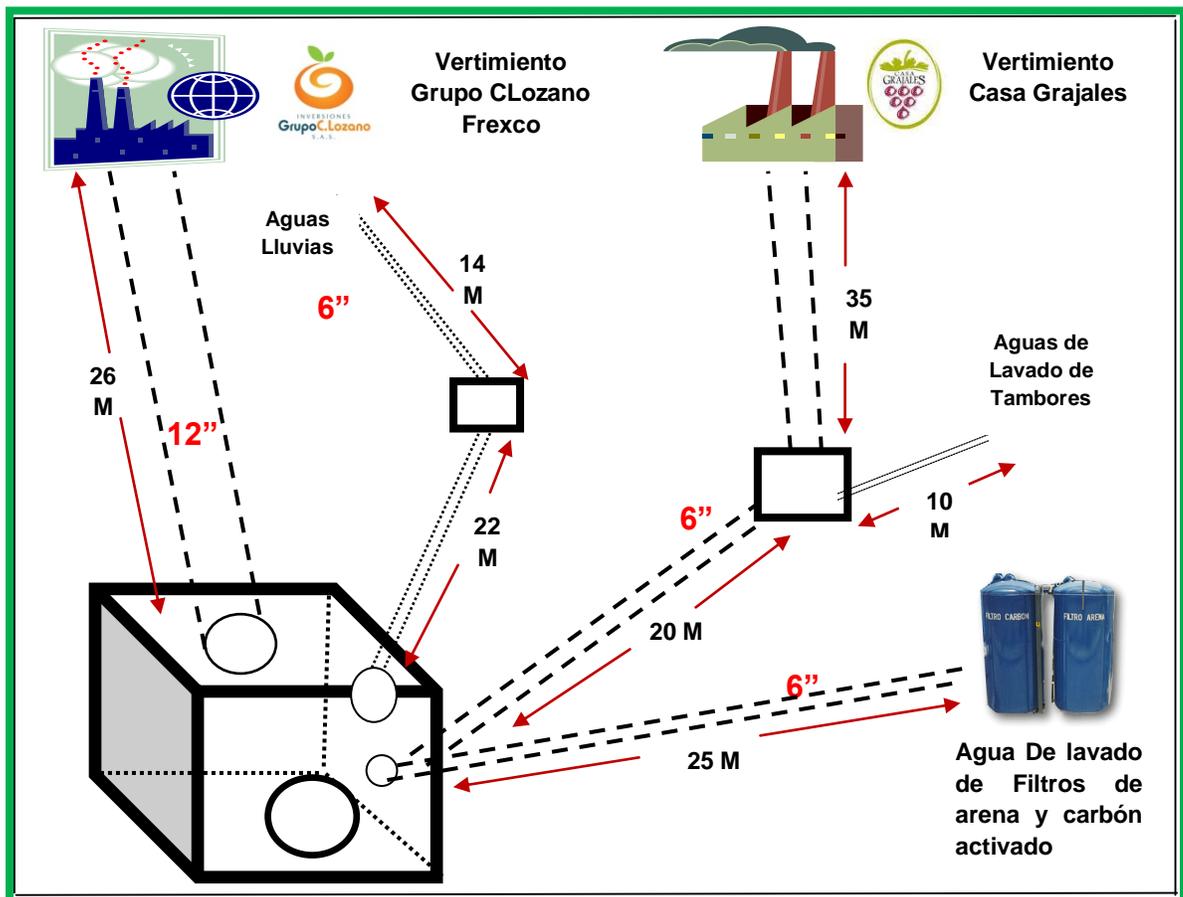
Fuente. El Autor

6.4 DESCRIPCIÓN DE ACCESORIOS Y DE LAS UNIDADES DEL STAR.

6.4.1 ACCESORIOS: LÍNEA DE CONDUCCIÓN DE VERTIMIENTOS DE PRODUCCIÓN, AGUAS LLUVIAS Y OTRAS DE LAVADO QUE VAN AL STAR.

Casa Grajales y Grupo CLozano Frexco, cuentan con varias líneas de conducción de aguas al STAR, a través de las cuales conducen aguas provenientes del área de Procesos de Pulpa de Fruta, de Lavado de Equipos, Lavado de Tambores donde se empaqueta el producto, esto en el caso de FREXCO. En cuanto a CASA GRAJALES, están las aguas provenientes de los Lavados de Tanques cuando se elabora Vino, Lavado de Equipos y aguas provenientes de la Destilación de Alcohol. Sumado a esto, hay una conducción de aguas lluvias de una zona compartida de la planta, y ambas empresas a su vez al hacer el tratamiento de sus aguas de procesos en conjunto, disponen por una misma línea de conducción las aguas provenientes de los retro-lavados del tanque de filtro de arena y de carbón activado al STAR. (Ver figura 11)

Figura 11. Esquema, línea de conducción de aguas al STAR

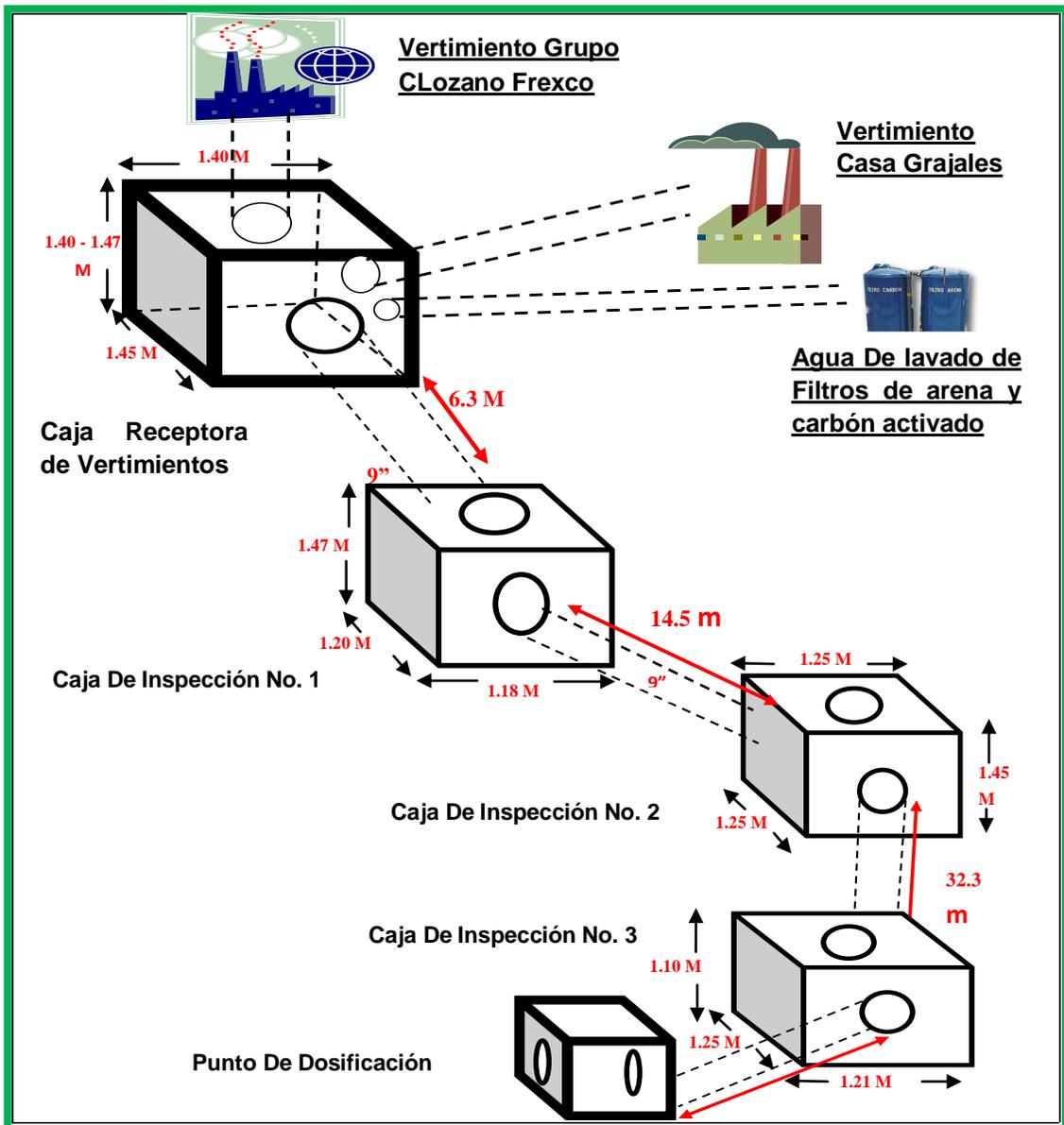


Fuente. El Autor

6.4.2 DESCRIPCIÓN DE LA CAJA RECEPTORA Y CAJAS DE INSPECCIÓN DEL STAR.

El STAR a la entrada, cuenta con una caja receptora, está recibe las tuberías por donde se conducen las aguas que van al sistema, estas aguas son las provenientes de Producción de Casa Grajales y Frexco, mas algunas aguas lluvias, y las provenientes de retro-lavados del filtro de arena y carbón activado. Adicional a esta caja, hay 3 de inspección a lo largo de la línea de conducción, Sirven para inspeccionar posibles obstrucciones en la tubería, la cual es de 9 pulgadas. Las dimensiones de las cajas (receptora- inspección) y la longitud de la línea de conducción se muestran a continuación. (Ver Figura 12)

Figura 12. Caja de recepción de vertimientos y cajas de inspección

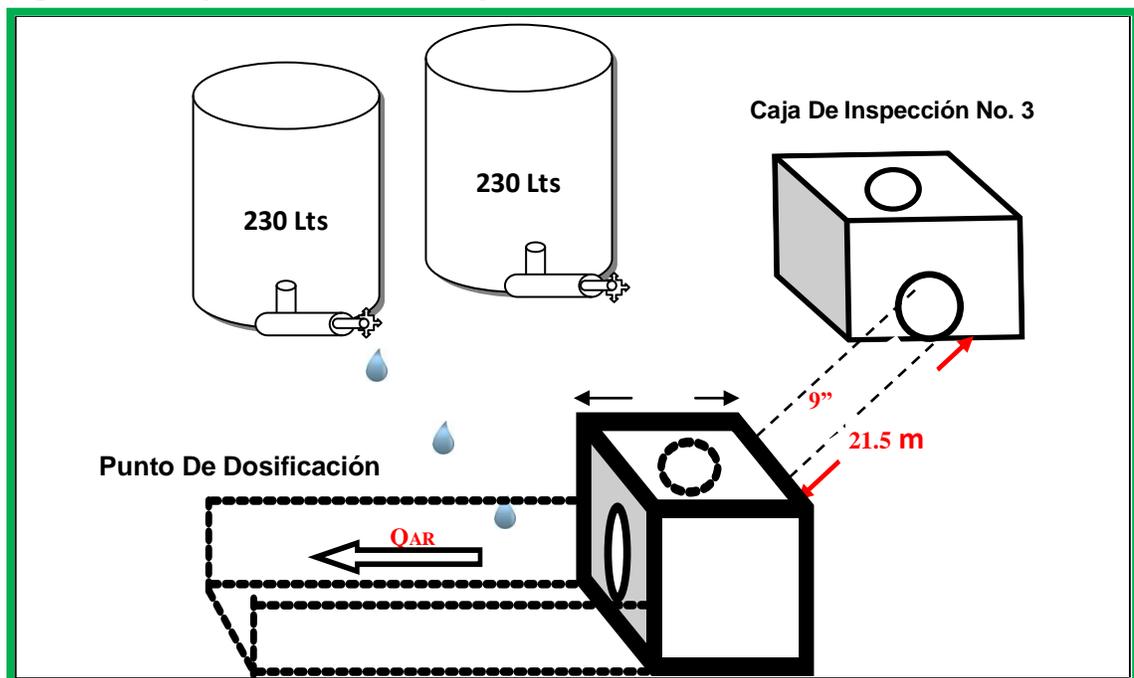


Fuente. El Autor

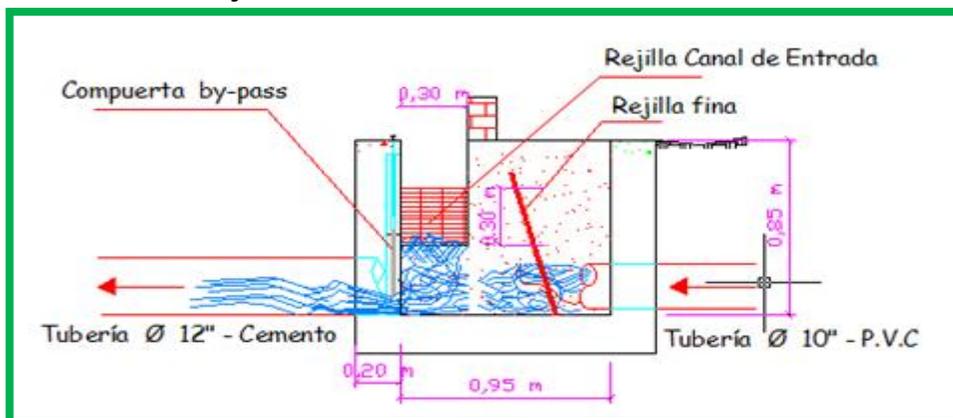
6.4.3 UNIDADES DEL STAR: CAJA O PUNTO DE DOSIFICACIÓN DE SODA CAUSTICA EN ESCAMA PARA CONTROL DE PH DEL STAR

Después de las cajas de inspección, el sistema cuenta con una caja que funciona como punto de dosificación de Hidróxido de sodio (Soda Caustica en escama), en este punto se da el contacto entre la soda y el agua residual que por allí pasa. La dosificación se hace por goteo a partir de la dilución de la soda en agua, en 2 canecas plásticas. Las características de la caja de dosificación, y los datos de capacidad de cada caneca se muestran a continuación. (Ver Figura 13)

Figura 13. Caja de dosificación y canecas de dosificación.



Vista Lateral Caja de Dosificación

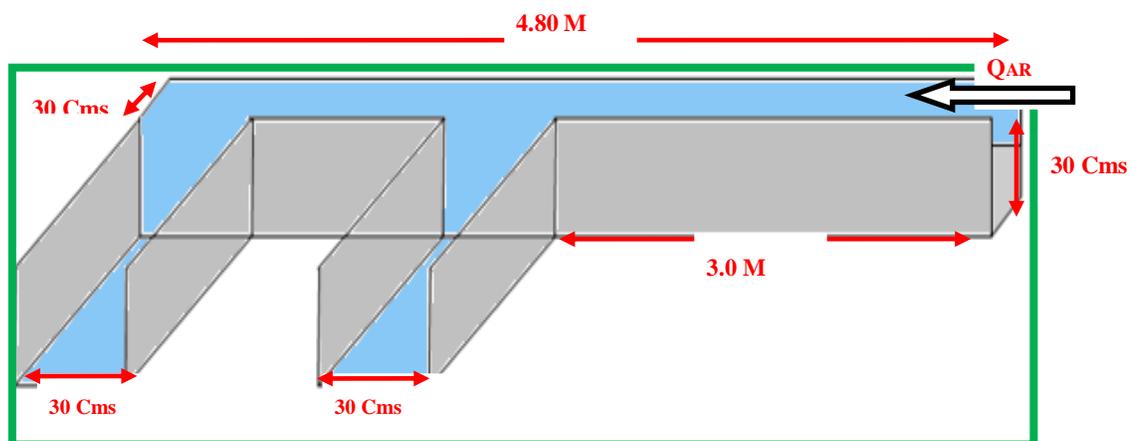


Fuente. El Autor

6.4.4. DESCRIPCIÓN DEL CANAL DE ENTRADA DE AGUA RESIDUAL A LOS TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE AGUA DEL STAR

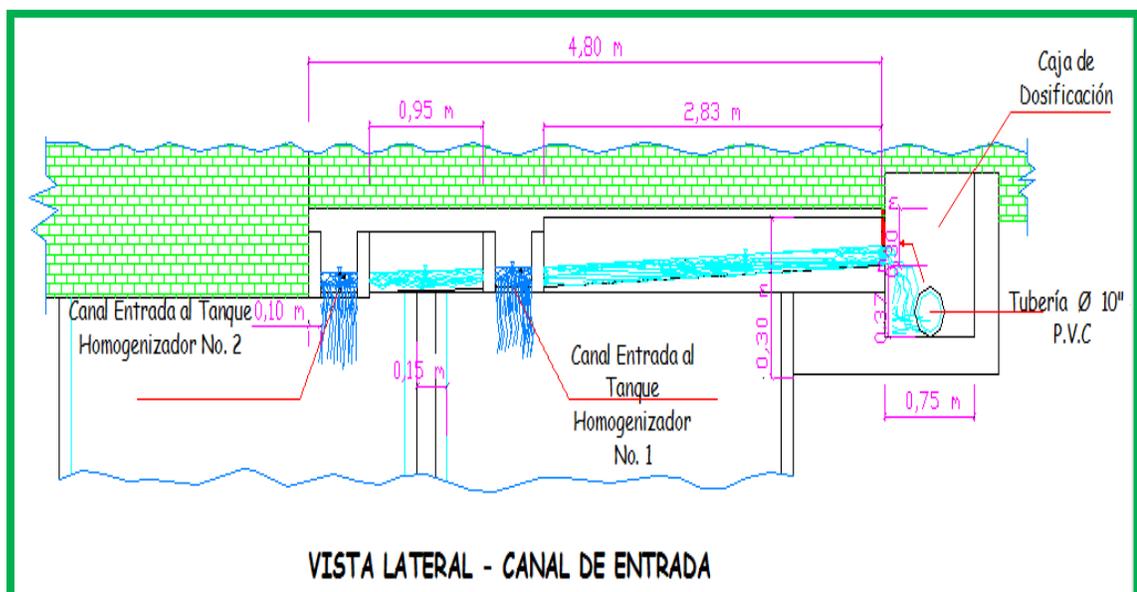
El Sistema de tratamiento cuenta con un canal abierto de concreto, por el cual pasan las aguas que van a los tanques de almacenamiento que regulan el caudal. Este canal se encuentra ubicado inmediatamente después de la caja o punto de dosificación de soda. Sus dimensiones se muestran a continuación. (Ver Figura 14,15)

Figura 14. Vista frontal del canal de entrada



Fuente. El Autor

Figura 15. Vista lateral del canal de entrada.

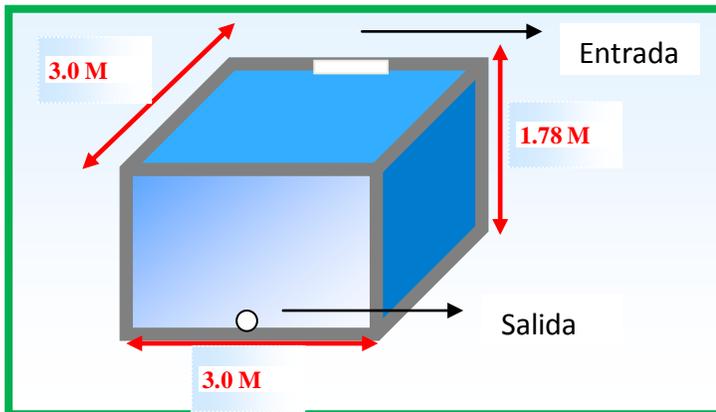


Fuente. El Autor

6.4.5. TANQUES DE ALMACENAMIENTO “HOMOGENIZACIÓN”, DEL STAR.

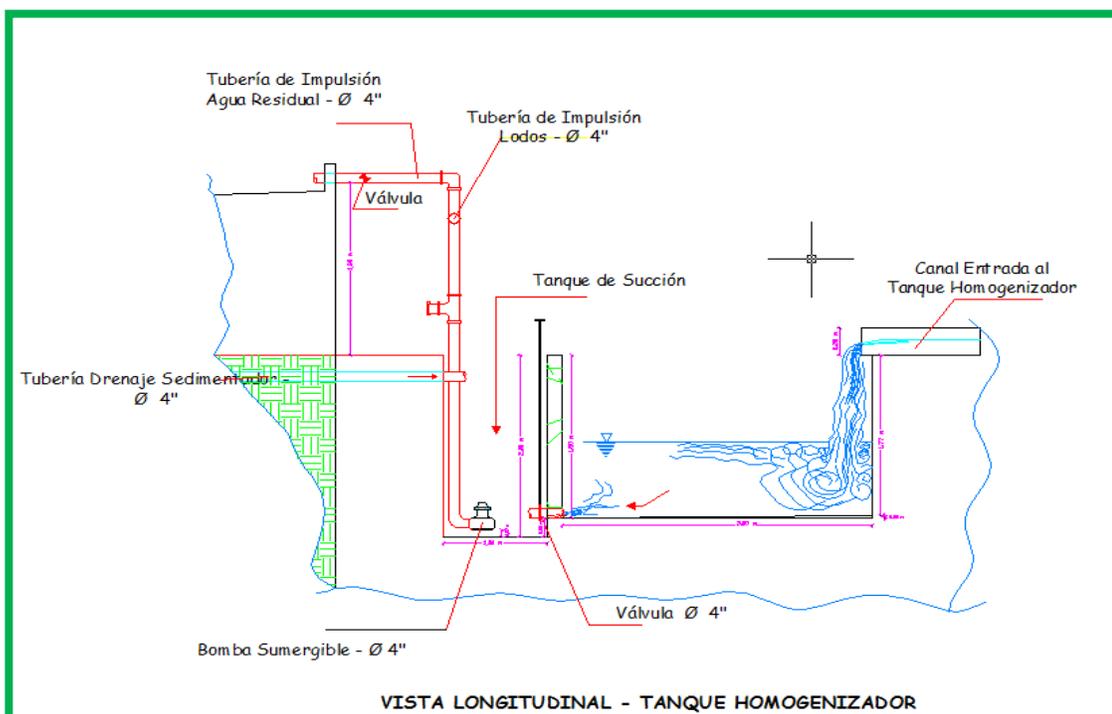
El Sistema de Tratamiento, cuenta actualmente con dos (2) tanques de “homogenización” los cuales se encargan de regular el caudal que llega al sistema, para posteriormente ser bombeada. Ambos tanques cuentan exactamente con las mismas dimensiones y desarrollan la misma función dentro del sistema. La dimensión de los tanques y diámetros relacionados en su funcionamiento, se muestran a continuación. (Ver Figura 16,17)

Figura 16. Tanques de almacenamiento y regulación de caudal



Fuente. El Autor

Figura 17. Vista longitudinal del tanque de homogenización (perfil)



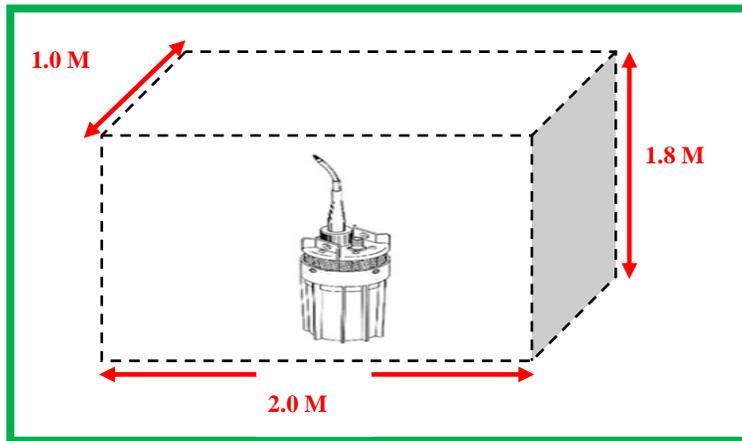
Fuente. El Autor

6.4.6 CAJA – TANQUE BOMBA SUMERGIBLE

Después de recibir el caudal de entrada en los tanques de homogenización, el sistema cuenta con una caja donde está instalada la bomba sumergible, la cual una vez lleno alguno de los tanques bombea el agua a través del canal de sedimentación. (Ver figura 18,19)

Los datos relevantes, como longitud, diámetros de tubería, entre otros, se muestran a continuación. (Ver cuadro 9)

Figura 18. Bomba sumergible

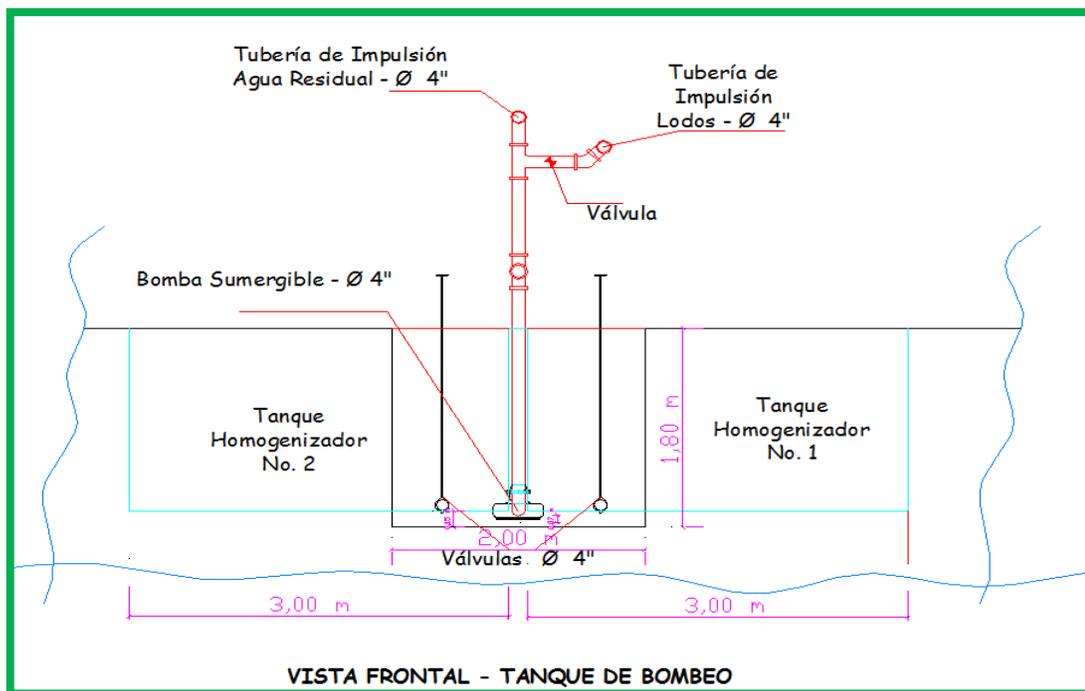


Cuadro 9. Características Bomba

Características	
Caja:	Área superficial: 2 m ²
t. Bombeo:	19 min/ Tanque
Bomba	
Altura estática:	3.9 m
Longitud Horizontal:	1.5 m
Longitud Total:	5.4 m
Q impulsión:	14.06 l/s
Vel. Bombeo:	1.73 m/s
Potencia Bomba:	4 HP

Fuente. El Autor

Figura 19. Tanque y tubería de bomba sumergible.



6.4.7 SEDIMENTADOR DE MAMPARAS INCLINADAS

Para el proceso de sedimentación, el STAR cuenta actualmente con un sedimentador primario de pantallas “mamparas” inclinadas, las partículas que allí se sedimentan son de tipo orgánico, por lo tanto es una sedimentación tipo floculenta y los lodos producidos están conformados por partículas orgánicas. (Ver cuadro 10)

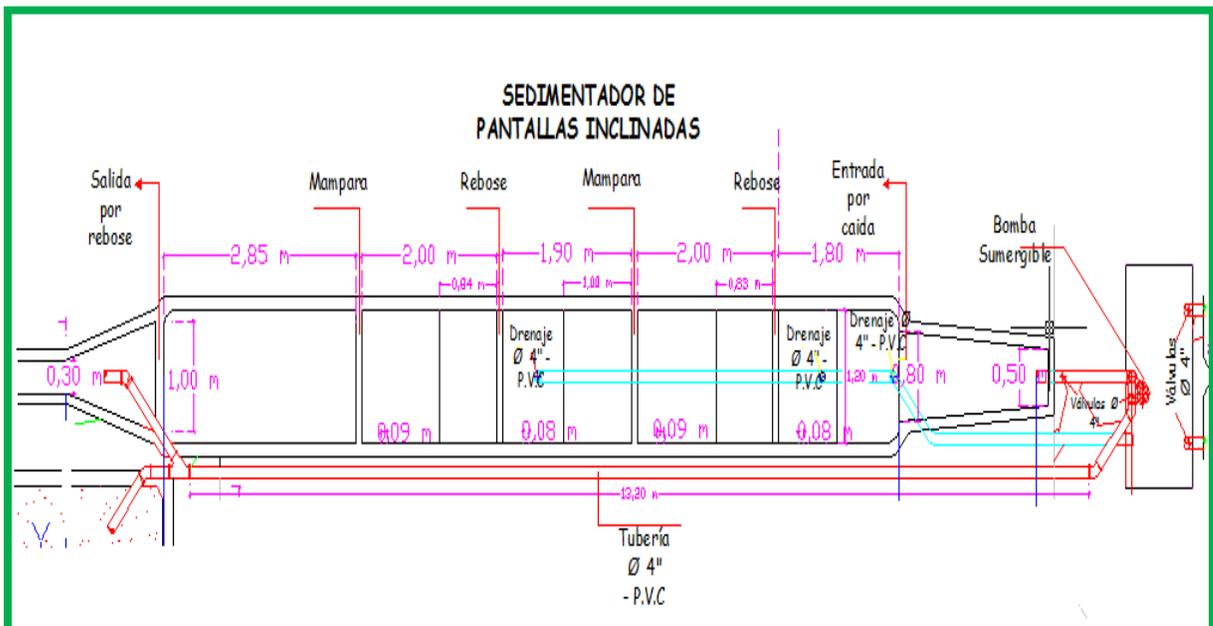
Cuadro 10. Diseño del sedimentador

CONDICIONES DE DISEÑO DEL SEDIMENTADOR	
Caudal de Diseño:	10.43 l/s
Remoción de Partículas:	Hasta 0.057 mm de Ø, remoción 75%
Temperatura De Diseño:	20 °C
Relación Longitud-Ancho:.....	7.5 : 1
Velocidad de Sedimentación:.....	0.290 cm/s

Fuente. Oficio No. 2 Emitido Por Casa Grajales a CVC, Año 2008

A continuación se muestran las dimensiones que tiene el Sedimentador en cada uno de sus compartimentos, donde se puede apreciar el compartimiento de Rebose y el de la Mampara, el caudal que entra allí cumple esta secuencia al entrar al Sedimentador una vez la Bomba impulsa el agua a través de la sección de entrada hasta llegar por rebose al canal de salida. (Ver figura 20)

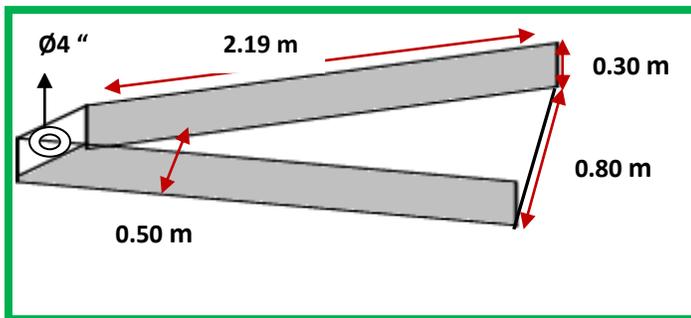
Figura 20. Vista en planta del sedimentador



Fuente. El Autor

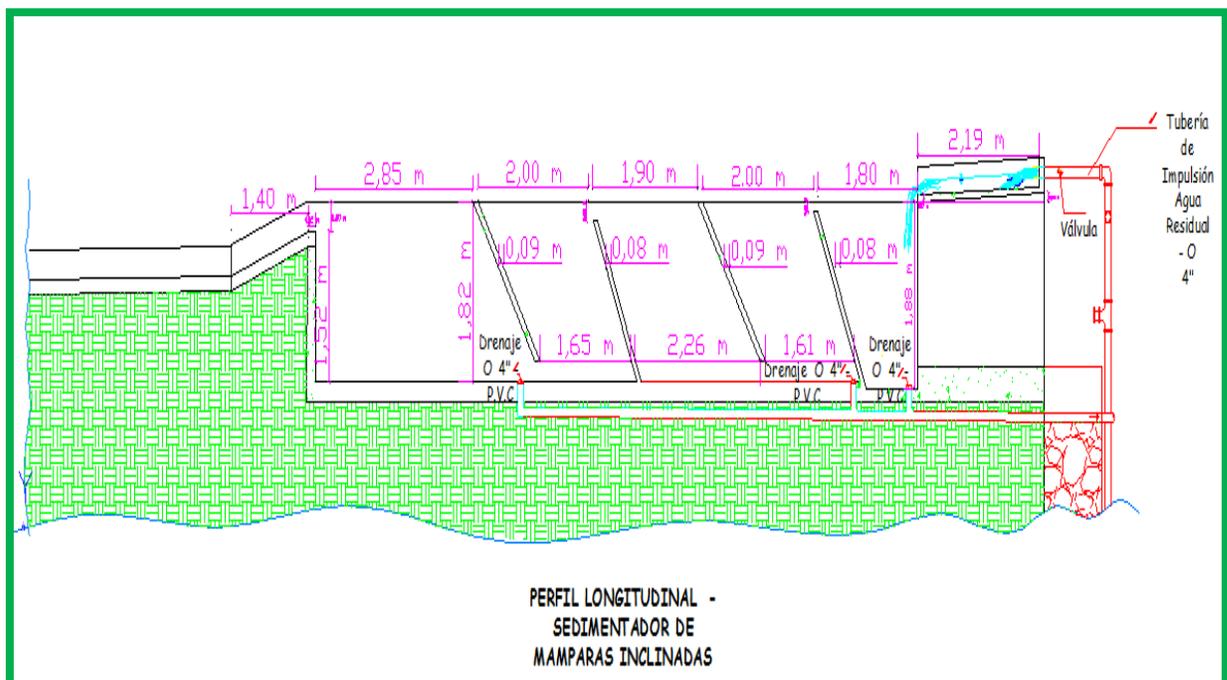
Como se menciona anteriormente, el dato de diseño del sedimentador es de: 10.43 l/s, para ese caudal se diseñó, el flujo de agua que entra al sedimentador proviene de la cámara de bombeo con un caudal: 14.06 l/s, es decir, entra más agua actualmente que el caudal proyectado al construir el sedimentador. La cámara de entrada al Sedimentador disipa la energía del agua que llega del pozo de bombeo, además en esta zona se orientan las líneas de corriente mediante las paredes inclinadas “mamparas”, con el fin de eliminar turbulencias y controlar que el caudal en el sedimentador sea el de diseño. Para una mejor comprensión de la situación descrita se muestra las dimensiones de la cámara de entrada al Sedimentador y la vista en perfil del Sedimentador. (Ver Figura. 21)

Figura 21. Cámara de entrada posterior a tubería de impulsión de la Bomba.



Fuente. El Autor

Figura 22. Vista en perfil longitudinal del sedimentador



Fuente. El Autor

6.4.8 CANAL DE SALIDA DEL SEDIMENTADOR

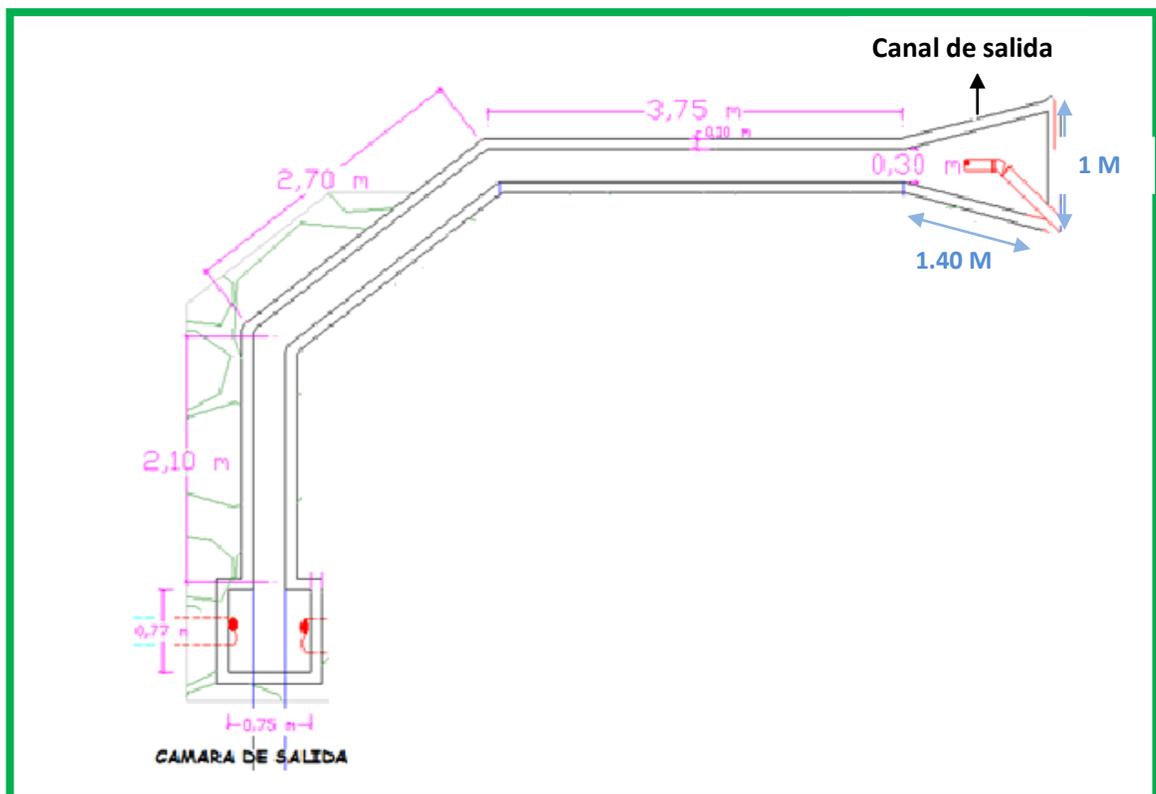
A la salida del sedimentador de mamparas inclinadas, se encuentra el canal de salida o canal de transición, este canal es útil y necesario debido a los cambios de sección por la variación de las dimensiones del sedimentador, y por la variación en la pendiente. (Ver figura. 23)

A continuación se muestra alguna información referente al diseño del canal, y posteriormente un esquema del canal de transición mencionado. (Ver cuadro 11)

Cuadro 11. Condiciones de diseño del canal

CONDICIONES DE DISEÑO DEL CANAL	
Ancho Máximo del canal	1.0 m
Ancho Mínimo del canal	0.3 m
Caudal de Diseño	10.43 l/s
Caída de Transición	0.46 m
Longitud Total del canal	1.40 m

Figura 23. Vista en planta. Canal de salida del sedimentador



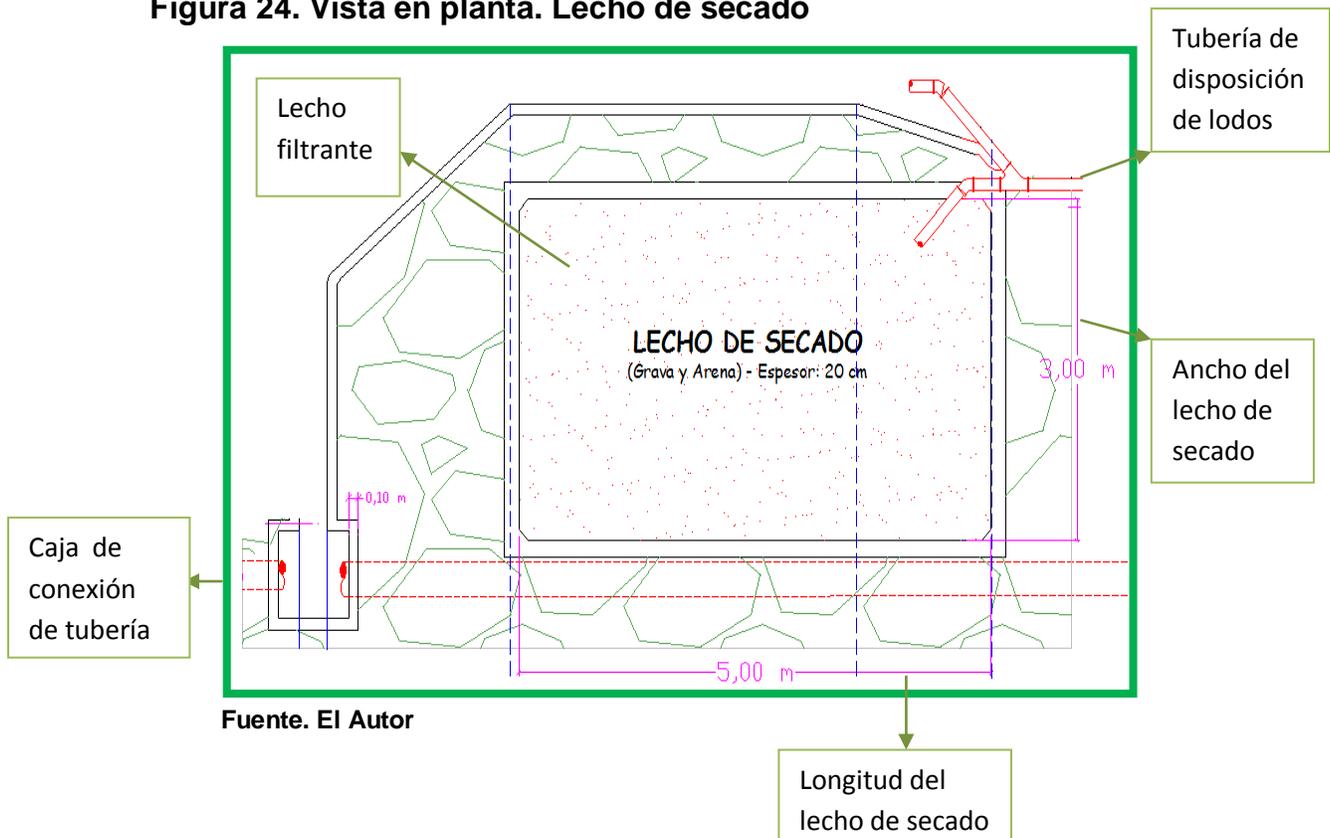
Fuente. El Autor

6.4.9. LECHO DE SECADO

Para el caso del STAR de Casa Grajales y Frexco, se cuenta con un lecho de secado, el cual es utilizado para reducir el contenido de humedad del lodo de forma que este pueda manipularse y procesarse como un sólido, especialmente en el proceso de compostaje. Los lodos que se depositan provienen de los que se sedimentan en los tanques, la superficie del sedimentador y algunas natas removidas de la laguna anaerobia. A continuación se muestran un cuadro con algunas características y un esquema del lecho de secado actual y sus respectivas dimensiones. (Ver Figura.24)

CARACTERÍSTICAS	
Longitud del Lecho	5 m
Ancho del Lecho	3 m
Profundidad útil	0.80 m

Figura 24. Vista en planta. Lecho de secado



6.4.9.1 Lecho Filtrante

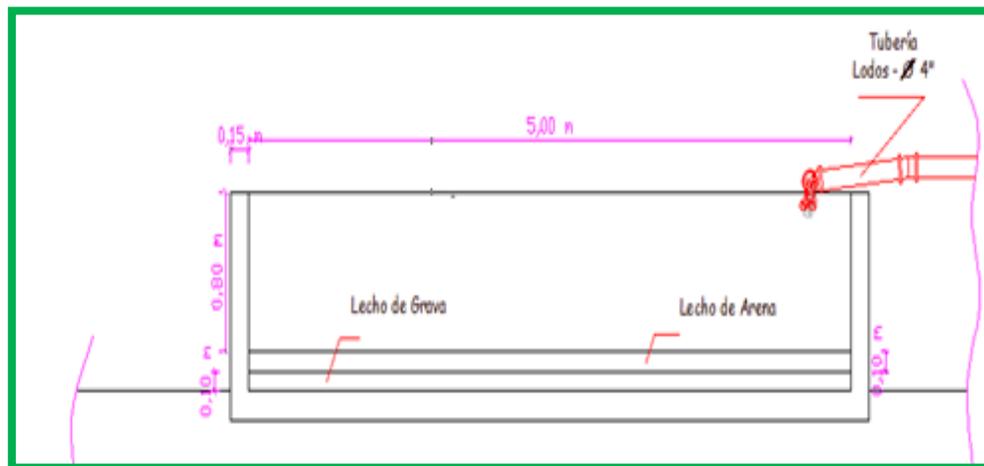
El lecho filtrante consiste en una capa fina de 0.10 m de espesor que reposa sobre una capa de grava de 0.10 m de espesor, las especificaciones del lecho son:

Arena { * Tamaño Efectivo (0.3 – 0.75 mm)
de Partículas pequeñas
* Coeficiente de uniformidad < 3.5

Grava → Tamaño efectivo (2.5 a 25 mm)

A continuación se presenta un esquema en corte del lecho de secado. (Ver Figura.25)

Figura 25. Corte longitudinal del lecho de secado



Fuente. El Autor

6.4.9.2 Tubería de drenaje

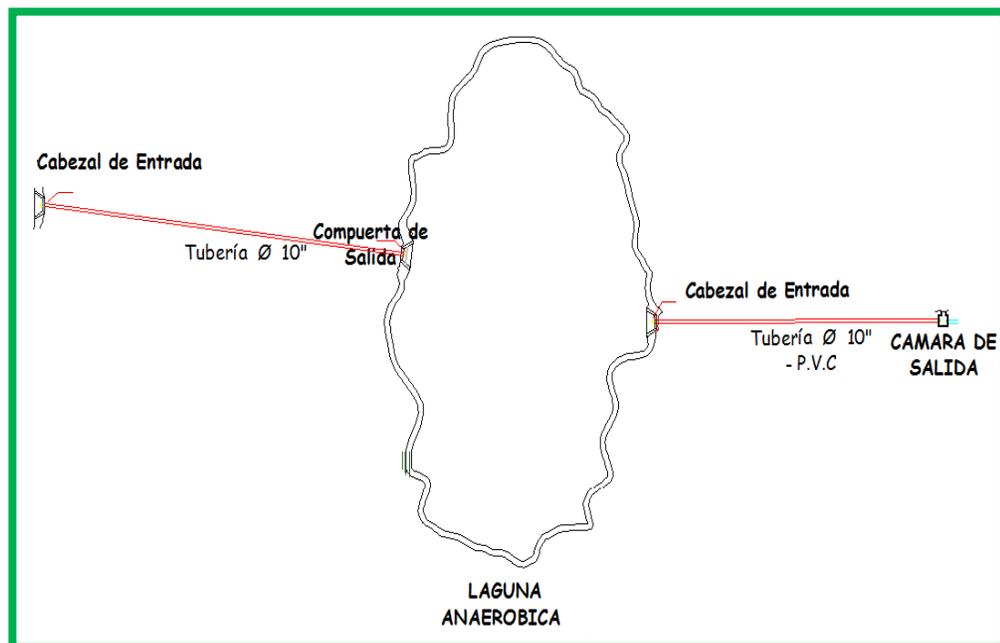
La tubería de drenaje del lecho de secado es de P.V.C, perforada de diámetro (\varnothing) = 4". Ubicados cada 2 metros, con una pendiente del 1 %, y un borde libre respecto a las paredes de la estructura de 30 cm.

6.4.10 LAGUNA DE OXIDACION ANAEROBIA

Para la fase de tratamiento biológico el STAR, cuenta inicialmente con una laguna anaerobia. Los procesos que se llevan a cabo en esta laguna se caracterizan por darse en ausencia de oxígeno disuelto y en condiciones de alta carga orgánica. En ella se realiza sedimentación de sólidos y digestión anaeróbica con una alta producción de CH₄ y CO₂.

A continuación se detallan algunos aspectos relativos a la laguna anaerobia, se puede apreciar en el esquema la alimentación de la laguna por tubería y sus características (longitud, material, Ø), de igual manera se muestra la salida y las características de la línea de conducción que la conduce o conecta con la segunda laguna, es decir, con la laguna facultativa. (Ver Figura.26)

Figura 26. Vista en planta de la laguna anaerobia



Fuente. El Autor

Los datos de diseño de esta estructura hidraulica de tratamiento biologico son ⁷:

Cuadro 12. Condiciones de diseño, laguna anaerobia

CONDICIONES DE DISEÑO-LAGUNA ANAEROBIA	
Q Medio	0.00703 m ³ /s
Q De Diseño	196.14 m ³ /s
Carga Orgánica (CO) afluente	216 Kg/d
Carga Orgánica Volumétrica (COV)	230 gDBO/m ³ .d
Carga Orgánica Superficial (COS)	2758 Kg/DBO/ha/d

La profundidad promedio de la laguna anaerobia es aproximadamente: 1.39 Mts. (Ver Grafica). Esta laguna presenta ademas una forma geometrica irregular, los datos de distancia vertical y horizontal se muestran a continuacion. (Ver figura 27)

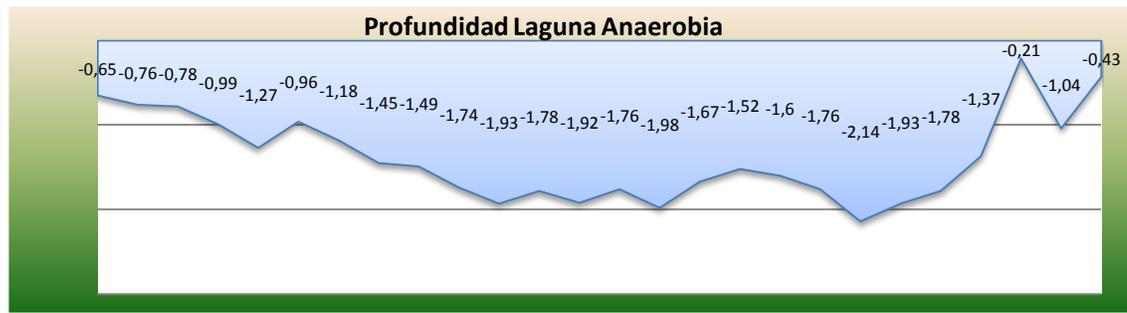
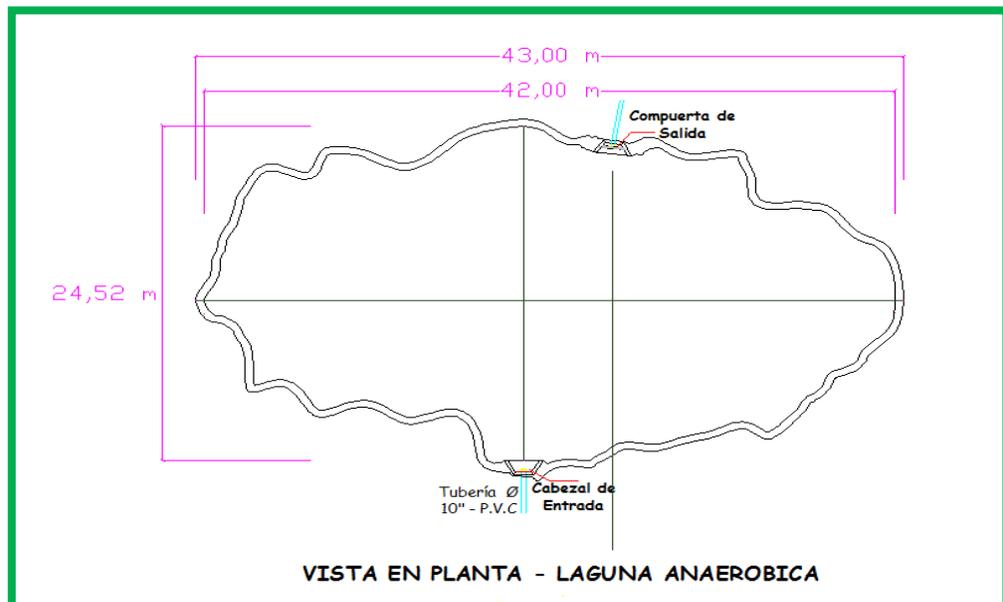


Figura 27. Vista en planta – Laguna Anaerobia



Fuente. El Autor

⁷. Estudio preliminar de la PTAR de Casa Grajales -2003

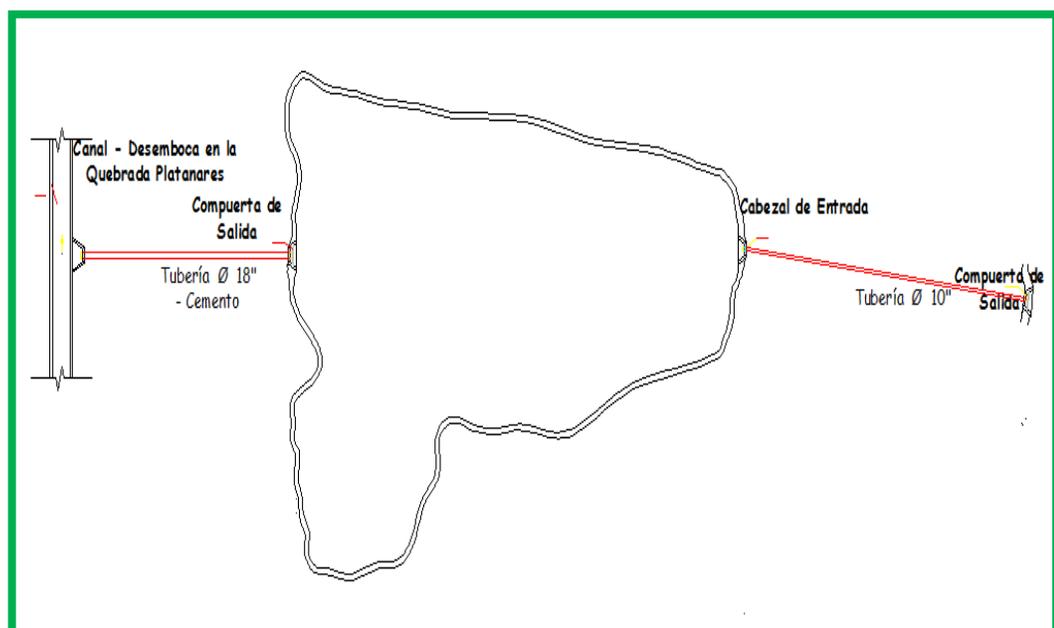
6.4.11 LAGUNA DE OXIDACION FACULTATIVA

Para complementar la fase de tratamiento biológico, el STAR cuenta con una laguna facultativa, la cual recibe el caudal que sale de la laguna anaerobia luego de (4-6) días de tiempo de retención de las aguas residuales industriales de ambas empresas en este reservorio. El agua residual que llega a esta laguna puede estar en gran medida sedimentada, se evidencia presencia de microalgas, y bacterias, el O₂ producido por las algas es usado por bacterias heterotróficas que producen CO₂, el cual usan las algas.

Este tipo de laguna se caracteriza por una sobrecarga orgánica, presentan una coloración roja o rosada debido a la presencia de bacterias fotosintéticas que oxidan compuestos azufrados. Se presenta una estratificación vertical uniforme de algas, bacterias, DBO, OD, etc. La capa se mueve buscando las mejores condiciones ambientales (óptimo brillo solar)

A continuación se detallan algunos aspectos relativos a la laguna se puede apreciar en el esquema la alimentación de la laguna por tubería y sus características (longitud, material, Ø), de igual manera se muestra la salida y las características de la línea de conducción que la conduce al canal donde se vierten las aguas residuales ya tratadas. La cámara de salida a que se refiere la grafica proviene de la laguna anaerobia, y la tubería que conecta la laguna facultativa con el canal al que se vierten las aguas residuales es de concreto, con Ø: 10" como se aprecia en el esquema. (Ver figura. 28)

Figura 28. Vista en planta de la laguna facultativa



Fuente. El Autor

Las características de diseño de esta laguna son ⁸: (Ver cuadro 13)

Cuadro 13. Condiciones de diseño, laguna facultativa

CONDICIONES DE DISEÑO-LAGUNA FACULTATIVA	
Carga Superficial de Diseño (CSM)	615 kg DBO/día
Área superficial (As)	1756 m ²
Volumen	2546.2 m ³
Carga Orgánica Volumétrica (COV)	42 gDBO/m ³ .d
Tiempo de retención	13 Días

La profundidad promedio de la laguna facultativa es aproximadamente: 1.25 Mts. (Ver Grafica). Esta laguna presenta además una forma geométrica irregular, los datos de distancia vertical y horizontal se muestran a continuación. (Ver figura. 29)

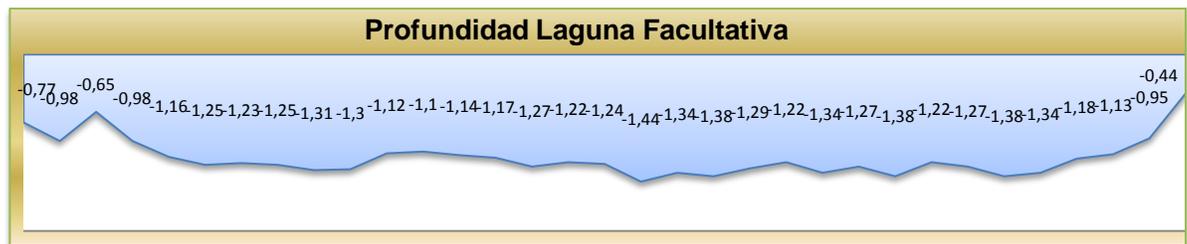
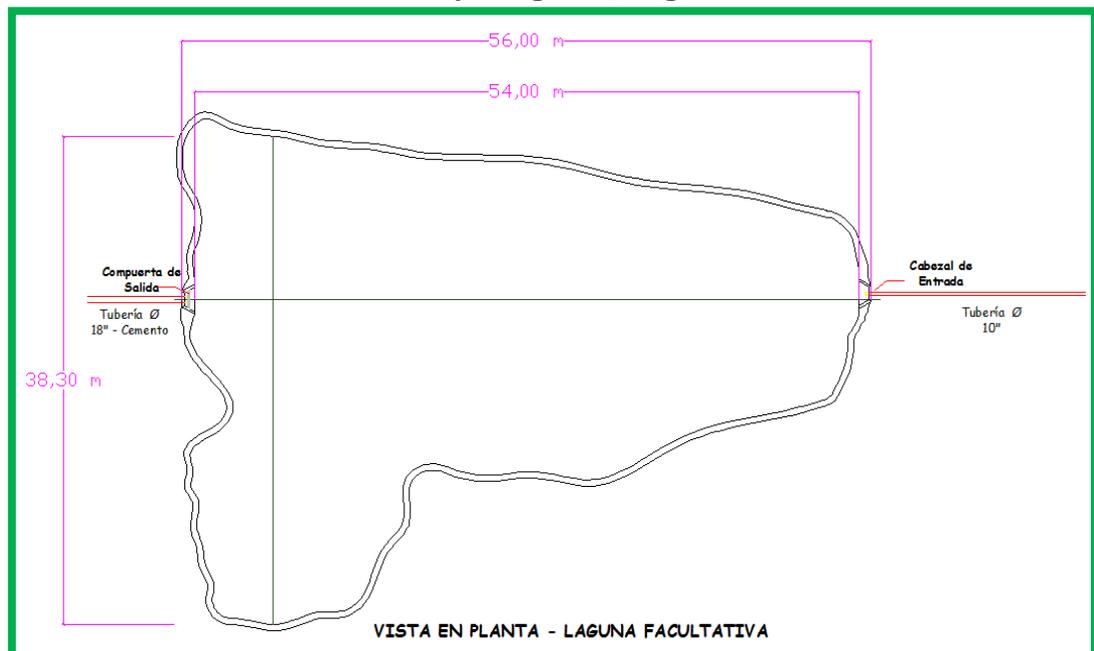


Figura 29. Vista en Planta – Ancho y longitud, Laguna facultativa



Fuente. El Autor

⁸. Estudio preliminar de la PTAR de Casa Grajales -2003

6.5. PROGRAMA DE MANEJO Y OPERACIÓN DEL STAR DE CASA GRAJALES Y GRUPO CLOZANO FREXCO

6.5.1 Revisión de diseños hidráulicos y de la infraestructura que compone el STAR.

Se revisó el documento que contiene las memorias de cálculo de la infraestructura existente en el STAR, para así poder formular y posteriormente implementar el Manual de Operación y Mantenimiento del Sistema.

6.5.2 Contenido Manual (cronograma) de operación y mantenimiento del STAR

El Manual de Operación y Mantenimiento se formulo teniendo en cuenta los siguientes puntos:

❖ OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE UNIDADES DE PRE-TRATAMIENTO Y TRATAMIENTO PRIMARIO

- Mantenimiento De Caminos, Cercas y Área Del STAR
- Tubería de Conducción
- Caja Receptora - Cajas de Inspección
- Punto De Dosificación
- Tanques De Homogenización
- Caja de Bombeo - Equipo De Bombeo
- Sedimentador
- Lecho de Secado

❖ OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO BIOLÓGICO

6.5.3 MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL STAR

El Programa de Manejo y Operación del STAR contempla dentro de su contenido, lo referente a un **Cronograma** para las actividades diarias y periódicas a realizar en el sistema de tratamiento, desde la fase de pre-tratamiento hasta las de tratamiento primario y tratamiento biológico, estas actividades se controlan a través de una **Lista de verificación** que se creó, la cual además sirve para el registro de varios parámetros importantes a considerar para la operación y mantenimiento del Sistema (Q, Proceso producción, entre otros)

También se creó el **Formato para control de pH** para el STAR, con el fin de tomar los registros. (Ver formato control pH).

En cuanto a lo referente al personal y sus funciones se creó un manual de funciones del operario del STAR. **(Ver anexo a)**

Este manual se crea con el fin de tener definida la identificación del cargo. Así mismo se tuvo en cuenta lo referente a prevención de accidentes en el sitio de trabajo, con inducción al operario sobre los riesgos existentes y dotación de elementos de seguridad, protección laboral e higiene para prevenirlos.

Finalmente en lo relativo a la operación y el mantenimiento del sistema de lagunas de oxidación (Anaerobia- Facultativa), se creó:

- *Ficha Diaria Del Control Operacional Del Sistema De Lagunas*
- *Programa De Mediciones Y Determinaciones*
- *Cuadro. Parámetros A Determinar En El Programa De Monitoreo”*
- *Parámetros De Control De Procesos De Tratamiento*

Estos cuadros y esta ficha de control para el sistema de lagunas, se dejaron planteados e incluidos dentro del **Programa De Mantenimiento Y Operación Del STAR**, pero no se implementaron todavía, debido a las condiciones actuales que no lo permiten.

6.5.3.1 ELEMENTOS DE PROTECCIÓN LABORAL E HIGIENE (ver anexo b)

Debido a las labores identificadas que debe llevar a cabo el operario asignado al STAR, y que fueron descritas anteriormente tanto en el Programa de manejo y operación del STAR como también en el Manual de funciones, se determinó que actividades y con qué tipo de sustancias químicas y otros productos debe trabajar el operario para así mismo dotarlo de los elementos necesarios para su protección y seguridad en el área de trabajo. (Ver Fotografía 40, 41)

Actividades

- ❖ Toma De Muestras para determinación de pH
- ❖ Lavado de tanques y Sedimentador

Para estas actividades, el operario requiere y cuenta con los siguientes elementos de protección e higiene: (Ver Fotografías 42-44)

- Respirador con filtro convencional
- Guantes de nitrilo
- Peto De Caucho
- Botas de caucho caña alta

Fotografía 40,41. Elementos de protección



Fuente. El Autor

Fotografía 42. Herbicida

Fotografía 43. Soda

Manejo de Sustancias
❖ Herbicida
❖ Soda Caustica en escama



Fuente. El Autor



Fuente. El Autor

Actividad
❖ Fumigación del área del STAR
❖ Preparación y dosificación de Soda Caustica

Fotografía 44. Tanques de soda



Fuente. El Autor

- ❖ Para la manipulación de estas sustancias y el desarrollo de dichas actividades el operario requiere y cuenta con los siguientes elementos de protección laboral: (Ver Fotografía 45)

Fotografía 45, Elementos de higiene y protección laboral

- Guantes tipo ingeniero y Guantes de nitrilo
- Monogafas
- Respirador con filtro de Cartucho químico
- Peto de caucho



- ❖ Finalmente en cuanto al manejo de las sustancias químicas, como la soda caustica a parte de los elementos de seguridad suministrados al operario, se le instruye acerca del manejo de incidentes en su manipulación, y se le coloca en un lugar visible de la caseta ubicada en el STAR, la ficha toxicológica del producto, con las acciones a tomar en caso de contacto directo con el mismo.

6.5.4 ACTIVIDADES DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DEL STAR

Las actividades diarias y periódicas a llevar cabo por parte del operario en el STAR, se incluyen en el ***Programa De Manejo Y Operación Del STAR*** (Ver anexo c).

- **Cronograma de manejo y operación del STAR.**

Se creó en el desarrollo de este proyecto el CRONOGRAMA de dichas actividades y se socializo el documento con el operario, así mismo se creó el formato con el cual se lleva registro de las mediciones de pH en los días de proceso en las plantas industriales de producción.

6.5.5 Formato control de pH (ver anexo d)

Se creó formato para registro de las mediciones de pH, tal como se menciona en el Programa de Manejo y Operación del STAR y en el Cronograma de Actividades. El formato se socializo con el operario y se le entrego junto con el Cronograma de actividades que se mostro anteriormente, para que este tome los registros todos los días que se realicen procesos de producción en ambas empresas.

6.5.6 Lista de verificación y chequeo de las actividades de mantenimiento y operación del STAR. (Ver anexo e)

Para realizar control y seguimiento al Manual/Programa de Manejo y Operación del STAR, y más exactamente a lo relacionado con el Cronograma instaurado acerca de las actividades diarias y periódicas a realizar, se creó el formato “Lista de Verificación y Chequeo”.

- ❖ Inicialmente para constatar que el Operario pueda llevar a cabo las actividades que se recomienda realizar, se revisan los implementos y herramientas con que el Trabajador cuenta en su sitio de trabajo.

Toma de muestras

Para la toma de muestras en algunas de las unidades de tratamiento del sistema, especialmente en las lagunas de estabilización, el operario cuenta con un utensilio de longitud considerable que le permite comodidad para sacar la muestra de agua. (Ver Fotografía 46)

Fotografía 46. Utensilio toma de muestra



Fuente. El Autor

Actividades de limpieza y aseo

Para las actividades de limpieza, del área del STAR, especialmente para remoción de basuras y material vegetal, el operario cuenta con los utensilios necesarios, como rastrillo, escobas, recogedor, carreta, entre otros. (Ver Fotografía 47)

Fotografía 47. Elementos de limpieza y aseo



Fuente. El Autor

Otras actividades: Para actividades como las de lavado, limpieza de las lagunas y fumigación, el operario cuenta con los materiales y el equipo necesarios para el buen desarrollo de sus labores. (Ver Fotografía 48).

Fotografía 48. Utensilio de remoción de natas



Fuente. El Autor

6.5.6.2 Cumplimiento de actividades consignadas en el formato. Lista de verificación/chequeo

- ❖ **Limpieza y mantenimiento del área del star:** Se organizo el área del sistema de tratamiento, con el fin de mejorar las condiciones de trabajo del operario. (Ver Fotografías 49-52)

ANTES

Fotografías 49,50, Residuos orgánicos y maleza sin remover



DESPUES

Fotografías 51,52, Residuos orgánicos y maleza removidos



Fuente. El Autor

- ❖ **Medición de caudal – cuantificación de llenado de tanques/día de proceso:** Diariamente se lleva registro del caudal que ingresa al sistema, proveniente de los procesos productivos de Casa Grajales y Frexco, aforando en los canales de entrada de los tanques y cuantificando el numero de tanques/día. (Ver Fotografía 53, 54)

Fotografía 53. Entrada de agua



Fuente. El Autor

Fotografía 54. Toma de tiempo



Fuente. El Autor

- ❖ **Limpieza de cajas de inspección:** Dependiendo del grado de colmatación y por supuesto, dependiendo de la frecuencia de producción en la semana de ambas empresas, en especial de los procesos de pulpa de fruta, se realiza por parte del operario limpieza de las cajas de inspección. (Ver Fotografía 55)

Fotografía 55. Limpieza de caja



Fuente. El Autor

- ❖ **Preparación y dosificación de soda caustica:** Para los procesos cuyas aguas presentan pH ácido, se hace dosificación de soda caustica. (Ver Fotografía 56, 57)

Fotografía 56. Tanques de soda



Fuente. El Autor

Fotografía 57. Dosificación



Fuente. El Autor

- ❖ **Lavado de tanques y sedimentador:** Se realiza lavado del Sedimentador y de los tanques de una manera periódica dependiendo de la frecuencia de los procesos y del tipo de proceso que se esté manejando. Usualmente se lavan cada 7-8 días de proceso. (Ver Fotografía 58)

Fotografía 58. Lavado de tanques



Fuente. El Autor

- ❖ **Disposición de lodos en el lecho de secado:** La disposición de lodos en el lecho de secado se empezó a realizar con los lavados de tanques y del Sedimentador, después de de cada 7/8 días de proceso continuo. Estos se bombean al lecho de secado para su posterior proceso de deshidratación y secado. (Ver Fotografía 59)

Fotografía 59. Disposición de lodo



Fuente. El Autor

- ❖ **Limpieza de talud, y orillas de las lagunas:** Se hace periódicamente el mantenimiento de los taludes y orillas de las lagunas, esto brinda mejores condiciones de trabajo al operario y ayuda a mejorar el aspecto visual del sistema de tratamiento. (Ver Fotografías 60-63)

ANTES

DESPUES

Fotografía 60. Laguna anaerobia sin guadañar

Fotografía 61. Laguna anaerobia limpia



Fotografía 62. Laguna facultativa sin guadañar

Fotografía 63. Laguna facultativa limpia



Fuente. El Autor

Fuente. El Autor

- ❖ **Remoción de nata sobrenadante de la laguna anaerobia:** Las natas sobrenadantes que aparecen en el espejo lagunar de la laguna anaerobia se remueven según el cronograma instaurado, se disponen en el lecho de secado con el fin de ser enviadas a compostaje. (Ver Fotografía. 64)

Fotografía 64. Remoción Natas



Fuente. El Autor

- ❖ **Salida de agua de la laguna facultativa:** El tiempo de retención hidráulico (TRH) de la laguna varía entre 12 y 15 días dependiendo de la generación de agua residual en los procesos industriales. El efluente tratado es descargado a la quebrada Platanares. (Ver Fotografía. 65)

Fotografía 65. Salida de agua



Fuente. El Autor

- ❖ **Evacuación de lodo seco del lecho de secado:** Una vez se han secado los lodos dispuestos en el lecho de secado, se extraen ya como sólidos y se almacenan en tambores. (Ver Fotografía. 66)

Fotografías 66. Sólidos secos



Fuente. El Autor

- ❖ **Evacuación de material orgánico:** Los sólidos previamente deshidratados en los lechos de secado, son tratados posteriormente mediante compostaje en conjunto con residuos de hojarasca, sobrenadantes de la laguna y algún material asentado en las cajas de inspección. (Ver Fotografía 67)

Fotografía 67. Transporte de material orgánico



Fuente. El Autor

- ❖ **Guadañada del área del star:** Para garantizar unas mejores condiciones de operación y mantenimiento del sistema, y por tanto un mejor desarrollo de las labores de operación del mismo, se hace periódicamente mantenimiento de las zonas verdes que rodean los componentes del sistema, incluyendo las áreas del contorno de las lagunas.

- ❖ **Fumigación con herbicida:** Luego de la guadañada del STAR, se procede a fumigar con herbicida algunas zonas susceptibles a crecimiento acelerado de hierbas y malezas. Este procedimiento se hace más o menos 5 días después de guadañar. (Ver Fotografía 68)

Fotografía 68. Fumigación



Fuente. El Autor

- **Mantenimiento del canal de salida del STAR:** Se realiza el mantenimiento periódico al canal de salida o de transporte de los vertimientos del STAR a la quebrada Platanares (cuerpo receptor), con el fin de mejorar su aspecto y garantizar que cumpla de manera eficiente su función de transporte de los vertimientos. (Ver Fotografía 69, 70)

Fotografías 69,70. Estado del canal de salida



Fuente. El Autor

6.6 DIAGNOSTICO DE CONDICIONES ACTUALES EXISTENTES EN CUANTO AL MANEJO DE AGUAS RESIDUALES AL INTERIOR DE LOS PROCESOS PRODUCTIVOS DE CASA GRAJALES Y FREXCO.

6.6.1 PROCESO DE PRODUCCION CASA GRAJALES S.A

El proceso de elaboración del vino en Casa Grajales S.A., se inicia con la recepción de la uva. Luego de ser recepcionada es transportada por un tornillo sin fin a la estrujadora, donde se separa el palillo del hollejo, la semilla el jugo o mosto de la uva. (Ver Fotografía 71)

Fotografía 71. Uva a Estrujadora



Fuente. Departamento calidad, Casa Grajales

Si la uva recepcionada es blanca, se utiliza la Neumoprensa como siguiente etapa del proceso, la cual tiene la función de extraer el jugo el cual pasa a un tanque de recepción.

Fotografía 72. Tanque de maceración

Si la uva recepcionada es de color (Roja, Negra, Quenn o Isabella, entre otras) se utilizan los tanques de maceración, en donde se le extrae el color. (Ver Fotografía 72)



Fuente. Dpto. calidad, Casa Grajales

Maceración: La uva depositada en los tanques debido a su contextura libera el jugo que se deja con la cáscara para obtener el color requerido, se instala bomba para realizar remonte, con el fin de recircular el jugo del fondo, cubriendo la cáscara para obtener un mejor color.

La fermentación se realiza en tanques con capacidad de 28.000 litros, mediante proceso biológico por medio del cual la glucosa y la levulosa (azúcares naturales) se transforman en alcohol etílico y gas carbónico con liberación de calor; esta operación dura aproximadamente doce días.

Fotografía 73. Tanques de fermentación



Fuente. El Autor

Culminada esta etapa, sigue la Clarificación, es un proceso fisicoquímico necesario para eliminar del vino, las sustancias aún presentes que lo enturbian. Esta clarificación se realiza con gelatina y bentonita, que se utilizan para atrapar y precipitar las partículas. (Ver Fotografía 74)

Fotografía 74. Tanques clarificación



Fuente. El Autor

El proceso del vino necesita de dos filtraciones, la primera se hace con una sustancia denominada tierra de diatomeas; en un filtro de tierra, lo que hace este polvo es adherirse a los orificios que posee el filtro atrapando las partículas más pequeñas dejando pasar el vino limpio, se hace con una carga de 2.5 kilos de esta tierra; se continúa con la segunda y última filtración.

Aquí se utiliza el filtro prensa, que contienen placas de papel prensado de 40 x 40 cms, con diferente porosidad (de menor a mayor), lo que hace es retener las partículas mas diminutas que hayan quedado de los procesos anteriores y su objetivo es el pulimento del vino, es decir, dar brillo y transparencia a este.

La Pasteurización es un proceso térmico para estabilizar bacteriológicamente el vino, con este se eliminan bacterias, hongos y levaduras, debido a cambios de temperatura ocurridos, este proceso se efectúa en un pasteurizador o intercambiador de temperaturas con una capacidad de cinco mil litros por hora y trabaja a base de vapor, agua y aire. (Ver Fotografía 75)

Fotografía 75. Pasteurizador



Fuente. El Autor

Finalmente se sigue con el embotellado, una vez el vino ha sido embotellado, se empaca en cajas para su inmediata distribución a los puntos de venta a nivel nacional o se lleva a barrilería para añejamiento. (Ver Fotografía 76)

Fotografía 76. Embotellado

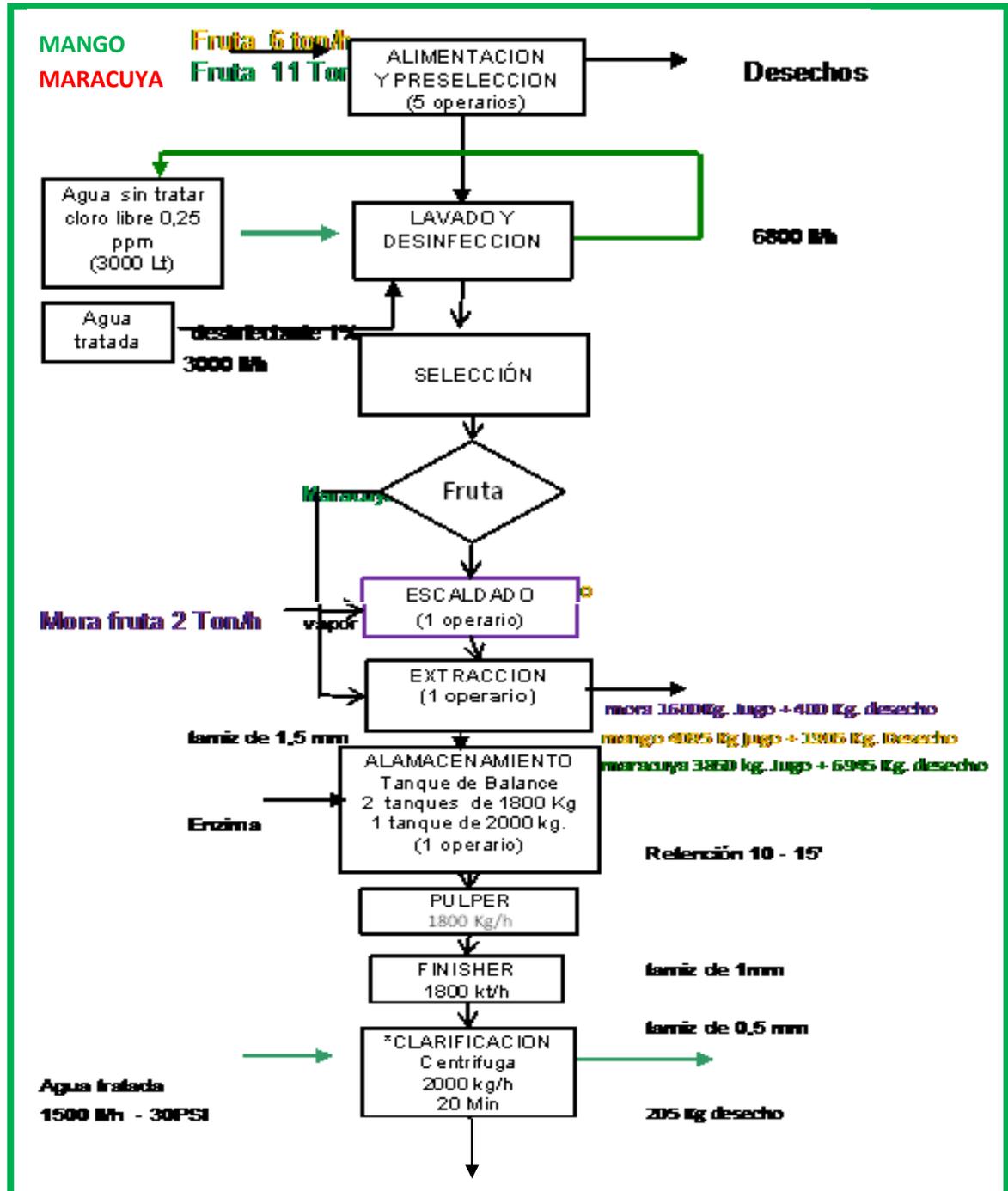


Fuente. El Autor

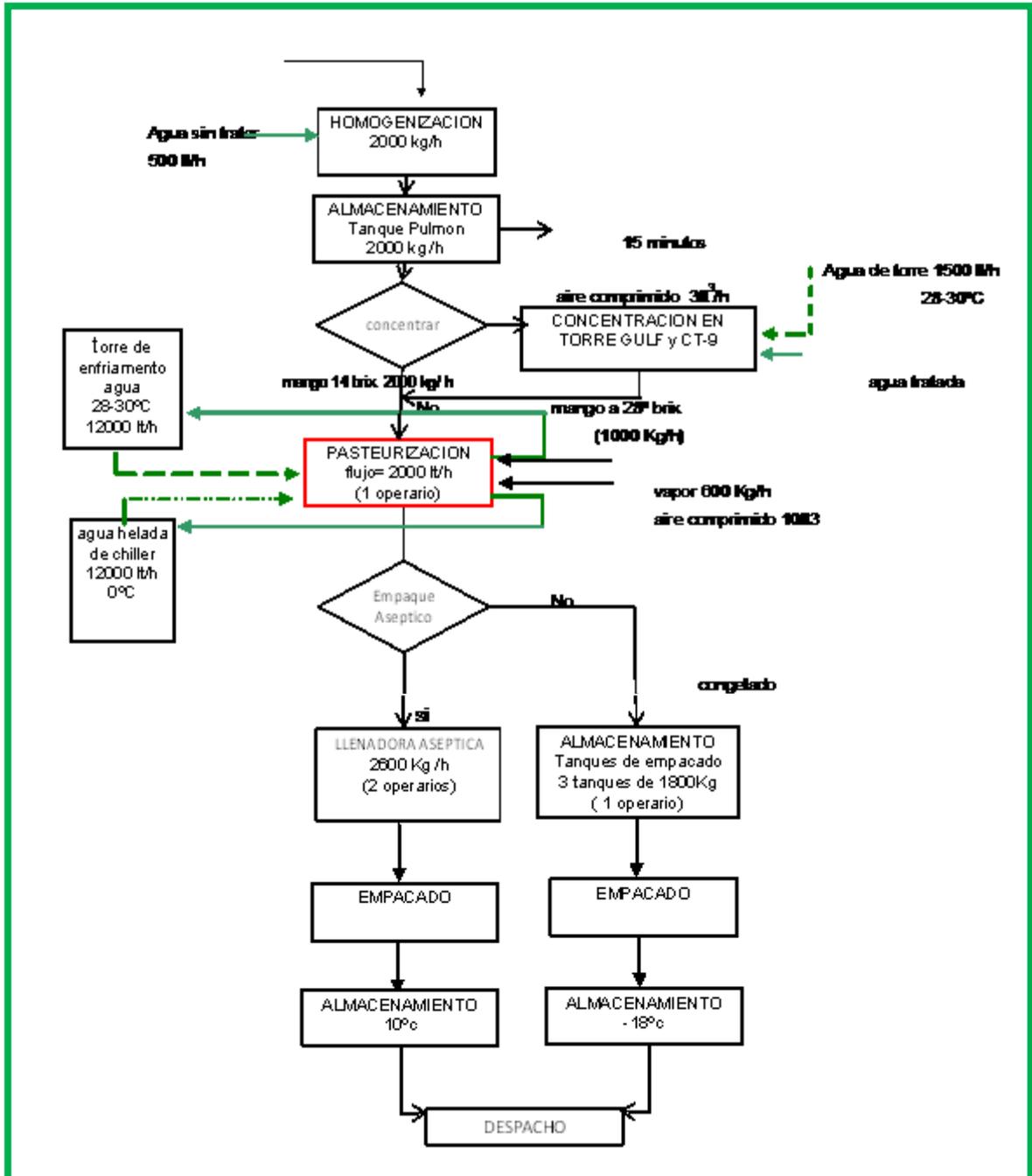
6.6.2 PROCESOS DE ELABORACION DE PULPA NATURAL Y CONCENTRADA GRUPO CLOZANO FREXCO S.A.S

En Frexco S.A se procesan varios tipos de fruta, los procesos más representativos por el volumen de producción, frecuencia en el año y por la carga en generación de caudal, son: Mango, Maracuyá, Mora y Guayaba. A continuación se describe el diagrama de flujo de Mango, Maracuyá y Mora. (Ver figura 30)

Figura 30. Diagrama de flujo de pulpa de fruta



Continuación. Diagrama De Flujo



*Por la línea de mango se procesa además piña, Curuba, lulo, guayaba rosada y guayaba coronilla - por la línea de mora se procesa fresa, banano, papaya, guanábana, tomate de árbol.

6.6.2.1 EQUIPOS EMPLEADOS EN LOS PROCESOS DE PRODUCCION DE PULPAS Y ACEPTICAS EN FREXCO

Para dar un ejemplo de cómo se realizan los procesos través de las diferentes etapas en la planta la elaboración, se muestra el de de pulpa de maracuyá, hay similitud en el proceso de elaboración entre esta y las demás frutas procesadas.

1. En el inicio del proceso, se muestra la fruta en el sitio de almacenamiento, y la entrada de esta a la línea de producción. (Ver Fotografía 77)

Fotografía 77. Registro fotográfico. Proceso elaboración de pulpa



3. Después, se encuentra el proceso de selección y lavado de la fruta.



4. Luego la Fruta a las diferentes etapas, clarificación, extracción, concentración, entre otras.



5. Finalmente esta el proceso de pasteurización, y cuando esta lista la fruta pasa a la zona de empaque.



Fuente. El Autor

6.6.3 Materias primas, insumos y otros de los procesos de producción lavado.
(Ver cuadro 14, 15)

Cuadro 14. Proceso de elaboración del vino

ETAPA DEL PROCESO	MATERIA PRIMA	INSUMO	MATERIALES /REACTIVOS	EQUIPO	SALIDA DEL PROCESO
RECEPCION DE LA UVA				Tractor Góndola Tolva Tornillo sin fin	Uva Buena Calidad
	UVA	AGUA (lavado)	N.A		Uva No conforme
					Agua De Lavado
					Palillo de la Uva
ESTRUJADO DE UVA	UVA	N.A	N.A	Estrujadora, Bomba succión	Uva a proceso a Neumoprensa
NEUMOPRENSA	UVA	N.A	N.A	Neumoprensa	Uva a maceración Cascara de Uva
MACERACION				Tanques Bomba Manguera cernidor	Jugo De Uva
	Uva	N.A	N.A		Cascara de Uva
					Agua de lavado De Tanques
FERMENTACION				Tanques de fermentación, Bombas, Venencia Intercambiador de frío, Mangueras	Mosto
	Jugo de Uva	Metabisulfito	Glicol (refrigerante).		Agua de lavado de tanques, lavado de equipos
	Mosto				
	Azúcar				
CLARIFICACION	Vino fermentado	Gelatina	Agua	Mezclador Bombas	Agua + sólidos asentados
	Alcohol	bentonita	vapor		Vino Clarificado
ENFRIAMIENTO	Vino clarificado	Monoetil - englicol	Refrigerante R - 22	Tanque térmico Termómetro Enfriamiento	Vino enfriado a -5 °C, que es enviado a filtros
FILTRACION-TIERRA	Vino Frio	Tierra De Diatomeas	Hyflo Súper Cel. Grado 12 E ⁵	Bombas Manguera Filtro de Tierra	Agua + sólidos Vino pasteurización
PASTEURIZACION	Vino De Filtración		Vapor Soda Caustica	Caldera Pasteurizador	Agua de lavado Vino pasteurizado

Materia Prima: Es todo aquel elemento que se transforma e incorpora en un producto final

Insumo: Son los que pueden perder sus propiedades para transformarse y pasar a formar parte del producto final.

Cuadro 15. Proceso de elaboración de pulpas y asépticas

ETAPA DEL PROCESO	MATERIA PRIMA	INSUMO	MATERIALES /REACTIVOS	EQUIPO	SALIDA DEL PROCESO
ALMACENAMIENTO DE FRUTA	FRUTA	N.A	N.A	Canastillas Montacarga	Fruta A proceso Agua de lavado Fruta de desecho
ENTRADA DE FRUTA	Fruta fresca	N.A	N.A	Montacarga	Fruta a línea de entrada
LAVADO Y DESINFECCION	Fruta	N.A	-Desinfectante - Agua	Línea	Fruta-limpia Agua de lavado
SELECCIÓN FRUTA	Fruta Limpia	N.A	N.A	N.A	Fruta a producción Fruta no conforme
ESCALDADO	Fruta	N.A	Vapor	N.A	Fruta escaldada
EXTRACCION	Fruta Escaldada	N.A	N.A	Tamiz	Fruta + Jugo Agua de desecho
ALMACENAMIENTO	Jugo	Enzima	N.A	Tanques	Fruta + Jugo Balanceado Agua de desecho
PULPER	Fruta Jugo	N.A	N.A	Tamiz	Jugo + Fruta Agua de desecho-lavado
FINISHER	Jugo	N.A	N.A	Tamiz	Jugo Agua de lavado
CLARIFICACION	Jugo	Agua tratada	N.A	Centrifuga	Jugo clarificado Agua de lavados
HOMOGENIZACION	Jugo clarificado	Agua sin tratar	N.A	Tanques	Jugo Aguas de desecho
CONCENTRACION EN TORRE GULF	Jugo	Agua de torre -agua tratada	Aire comprimido	Torre gulf	Jugo Agua de desecho
PASTEURIZACION	Jugo	Agua helada	Aire comprimido Vapor	Pasteurizador	Pulpa pasteurizada
LLENADORA ASEPTICA	Producto pasteurizado	N.A	N.A	llenadora	Producto terminado
EMPAQUE	Producto terminado	N.A	Empaque	Empacadora	Pulpa en empaque
ALMACENAMIENTO	Pulpa empacada	N.A	N.A	Cuartos Fríos	Producto en tambores agua de lavado
DESPACHO	Producto en tambores	N.A	N.A	Montacarga	PRODUCTO A VENTA

**6.6.3.1 LIMPIEZA Y DESINFECCION DEL AREA DE PRODUCCION DE FREXCO.
(Ver cuadro 16)**

Cuadro 16. Proceso de desinfección Frexco

ELEMENTO A DESINFECTAR	AGENTE DE L & D	TIEMPO DE CONTACTO
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Banda de Rodillos ➤ Tolva de Alimentación ➤ Lavadora maracuyá ➤ Pulper de extracción ➤ Tanques de lavado 	<p>DETERGENTE</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Limpiador industrial <p>DESINFECTANTE</p> <p>Desinfectante 25 g en 5 L de agua. 0.5%P/</p>	Mín. 5 minutos a T° ambiente.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Tanque Prelavado 	<p>DETERGENTE</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Limpiador industrial <p>DESINFECTANTE</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Desinfectante de 25 g en 5 litro de agua. [0.5%P/V]. 	Mín. 5 minutos a T° ambiente.
Tornillo Escaldador	<p>DETERGENTE</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Limpiador industrial 25 g diluirlos en 5 L de agua [0.5 % P/V] ➤ Solución Hipoclorito de Sodio al 1%. 50 grs en 5 litros. 	Mínimo 5 minutos Temp. Ambiente.
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Desaireador. ➤ Clarificador. ➤ Homogenizador 	<p>DESINFECTANTE</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Desinfectante 25 g en 5 L de agua. [0.5 % P/V]. ➤ Añadir limpiador 200 g en 200 L de agua. [0.1% P/V]. 	<p>Mínimo 5 minutos Temp. Ambiente.</p> <p>Mínimo 10 min Temp. Ambiente.</p>
<ul style="list-style-type: none"> ➤ Pasteurizado De Placas. ➤ Torre de Gulf ➤ CT - 9 	<p>DETERGENTE</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Concentración 1 % P/V. 1.5 kilos de soda cáustica y 500 gr de aditivo Clean 21° Mb. en 200 L de agua. <p>DESINFECTANTE</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Adicionar 200 gr en 200 L de agua. [0.1 %P/V]. ➤ Concentración 1 % P/V. 1.5 kilos de soda cáustica y 500 grs de aditivo Clean 21 o MB en 200 L de agua. <p>2 kg de Hipoclorito en 200 litros de agua</p>	<p>Tiempo 10 min. Temp. 70 - 80°C</p> <p>Recircule por 15 minutos a una temperatura de 75° a 80°C.</p>

6.6.3.2 PROCESOS DE LAVADO DEL AREA DE PRODUCCION DE CASA GRAJALES. (Ver cuadro 17)

Cuadro 17. Proceso de desinfección Casa Grajales

ELEMENTO A DESINFECTAR	AGENTE	TIEMPO DE CONTACTO
TORNILLO SIN FIN	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Limpiador industrial 150 gramos diluido en 10 litros de agua 1.5V/H2O ➤ Desinfectante industrial 150 gramos diluido en 10 litros de agua V/H2O ➤ Sodio diluido en agua 0.25% V/H2O 	<p>Mínimo 5 minutos a Temperatura ambiente</p> <p>Mínimo 10 minutos a temperatura ambiente</p>
DESPALILLADORA O ESTRUJADORA	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Limpiador industrial 150 gramos diluido en 10 litros de agua 1.5V/H2O ➤ Desinfectante industrial 150 gramos diluido en 10 litros de agua V/H2O ➤ Sodio diluido en agua 0.25% V/H2O 	<p>Mínimo 5 minutos a Temperatura ambiente</p> <p>Mínimo 10 minutos a temperatura ambiente</p>
NEUMOPRENSA	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Limpiador industrial 150 gramos diluido en 10 litros de agua 1.5V/H2O ➤ Desinfectante industrial 150 gramos diluido en 10 litros de agua V/H2O ➤ Sodio diluido en agua 0.25% V/H2O 	<p>Mínimo 5 minutos a temperatura ambiente</p> <p>Mínimo 10 minutos a temperatura ambiente</p>
TANQUE DE FERMENTACIÓN	<p>Limpiador industrial 150 gramos diluido en 10 litros de agua 1.5V/H2O</p> <p>Desinfectante industrial 150 gramos diluido en 10 litros de agua V/H2O</p> <p>Sodio diluido en agua 0.25% V/H2O</p>	<p>Mínimo 5 minutos a temperatura ambiente</p> <p>Mínimo 10 minutos a temperatura ambiente</p>
TANQUES DE CLARIFICACIÓN	<p>Soda cáustica 1kg en 100 litros de agua 1%V/H2O</p> <p>Sodio 4 kg en 200 litros de agua 2% V/H2O</p>	<p>Máximo 10 minutos</p>
TANQUES DE ENFRIAMIENTO	<p>Desinfectante 400 gramos en 200 litros de agua 2%V/H2O</p>	<p>Máximo 10 minutos</p>
TANQUE ALMACENAMIENTO		

❖ ANALISIS DE LOS PROCEDIMIENTOS DE LAVADO Y DESINFECCION

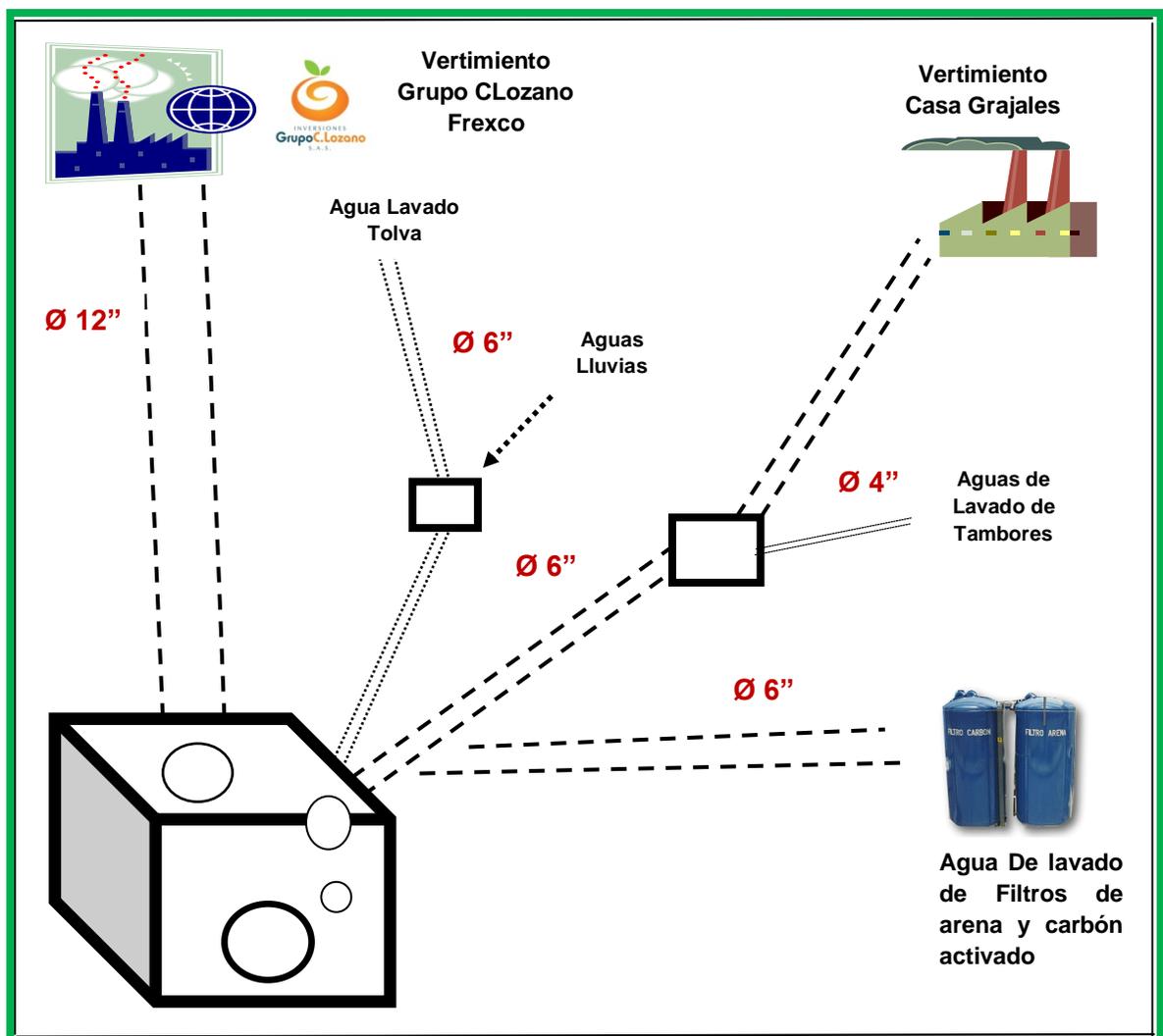
Los procesos de lavado y desinfección en las plantas son vitales para el desarrollo de las actividades de elaboración de productos por cuanto previo al arranque de estos procesos se deben desinfectar instalaciones, pisos, paredes, tanques, equipos y en si todo lo que se ve involucrado en la línea productiva.

- El vertimiento de estas aguas al STAR ocasionan algunos problemas por cuanto afectan variables críticas que se deben controlar cuando se trata de procesos de tratamiento biológico como el que se tiene en las empresas (lagunas de oxidación), dichas variables afectadas son principalmente: pH y acidez, a continuación se describen las situaciones encontradas:
 - El pH de las aguas que llegan al STAR cuando se hace lavado y desinfección en la planta de Casa Grajales con productos ácidos como lark peracetic y lark iodine, presenta condiciones acidas con valores entre 3.5-4 unidades.
 - El vertimiento de aguas con estas características acidas repercute sobre el proceso biológico de degradación en las lagunas, por tanto se debe controlar antes del bombeo de las aguas al sedimentador.
 - De igual manera cuando se emplean en Frexco sustancias para lavado como Soda caustica el pH presenta valores entre 10-11.5 unidades.
 - Debido al vertimiento de aguas con características básicas también se pueden ocasionar problemas en el tratamiento biológico, en el momento en el STAR no se cuenta con sustancia neutralizante para bajar valores de pH, solo se puede estabilizar de condiciones acidas a neutras, no de condiciones básicas a neutras.
 - Detergentes empelados en lavado de planta y pisos han generado espumas que llegan al sistema de tratamiento, estas espumas se acumulan especialmente en los compartimientos del sedimentador y finalmente un remanente alcanza a llegar al espejo lagunar de la laguna anaerobia
 - Otras sustancias empleadas en estos procedimientos son biodegradables y debido a que los factores de dilución son bajos no repercuten de manera negativa en el vertimiento no acidifican las aguas ni generan problemas en las unidades de tratamiento.

6.6.4 Línea de conducción de aguas residuales de ambas plantas de producción.

A continuación se presenta el esquema de la línea de conducción actual, diferenciado la tubería que recoge los vertimientos de Frexco, los vertimientos de Casa Grajales, las aguas provenientes de lavado de tambores, las aguas de los retro-lavados de los filtros de arena y carbón activado y algunas aguas lluvias. (Ver figura 31)

FIGURA 31. LINEA DE CONDUCCION DE LAS AGUAS DESCARGADAS AL STAR.



Fuente. El Autor

6.6.5 CAUDALES DE AGUA RESIDUAL INDUSTRIAL VERTIDAS AL STAR (anexo f)

- **Caudales de entrada al sistema de tratamiento junio - julio**

Para determinar el caudal que entra al STAR, se midió o determino este por método volumétrico para obtener datos promedios de entrada de agua a los tanques de homogenización. Se tomaron datos de los últimos 4 meses de producción, inicialmente junio y julio, debido a que históricamente en Frexco es una temporada fuerte de procesos con maracuyá y mango, que son los de mayor caudal vertido al sistema de tratamiento.

- **Mediciones de caudal del mes de octubre – noviembre**

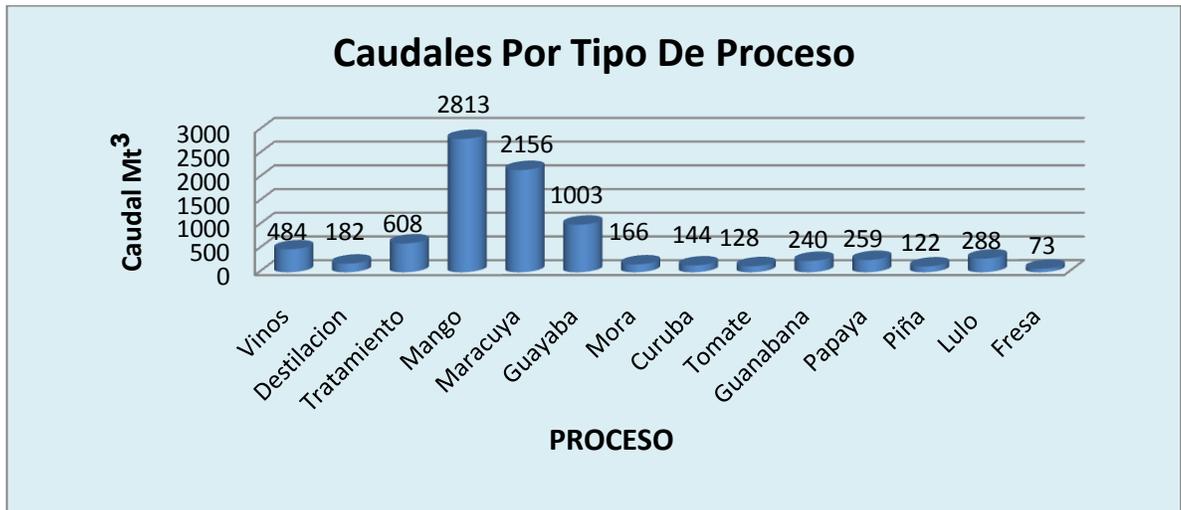
Se tomaron también las medidas de caudal día a día los meses de octubre y noviembre, debido a que en esta época empieza a aumentar la producción de vino en Casa Grajales.

6.6.5.1 CONSOLIDACION DE INFORMACION DE CAUDALES. (Ver cuadro 18)

Cuadro 18. Caudales promedio de los procesos llevados a cabo

PROCESO	Q (l/s)	Q Max (l/s)	Q Min (l/s)
Vino (Lavado Tanques)	1.77	5.04	0.45
Vino (Destilación)	1.52	2.98	0.69
AGUA TRATAMIENTO (lavado de filtro de arena y de carbón activado)	3.33	4.49	2.9
Mango	5.56	38.4	1.64
Maracuyá	4.89	29.68	2.42
Guayaba	3.92	12.03	1.01
Mora	2.14	6.98	0.78
Curuba	2.09	7.8	2.31
Tomate De Árbol	1.35	6.55	1.02
Guanábana	1.09	4.85	1.31
Papaya	0.89	2.01	0.45
Piña	0.79	1.89	0.65
Lulo	2.7	9.98	1.21
Fresa	1.67	3.1	0.97

Figura 32. CAUDALES TOTALES POR PROCESO EN LOS 4 MESES MEDIDOS



- Como se puede apreciar en la grafica anterior, para los meses en que se tomaron los datos de caudal se puede apreciar que el mayor volumen generado por tipo de proceso, corresponde a la elaboración de pulpa de mango, seguido por maracuyá, lo que evidencia que son las frutas de mayor aporte de carga en caudal al STAR.
- Otros procesos de relevancia que hacen importante vertimiento de aguas es el de guayaba y el procedimiento de tratamiento de agua para las plantas.
- Finalmente en la elaboración de vinos se puede apreciar que el caudal generado no es tan alto si se compara con los procesos que llevan a cabo en Frexco, esto debido entre otras cosas a que el agua empleada en Casa Grajales queda en gran parte incorporada al producto final, también a que los procedimientos de lavado de equipos son menores a los llevados a cabo en la otra empresa.

❖ EFLUENTES DE LAVADO DE FRUTAS

Al interior de la planta de producción de Frexco se realizan procedimientos de lavado de frutas tales como: papaya, piña, melón y guanábana, los caudales de estos procesos van al STAR aportando una carga considerable de aguas que en cierto modo pueden sobrecargar el sistema en los días de producción que se manejan simultáneamente varios procesos, estas aguas podrían a futuro ser aprovechadas evitando su vertimiento inmediato o conectarlas al alcantarillado municipal, debido a que son aguas neutras que no presentan variables críticas a controlar para su emisión.

Los caudales que se generan por efecto de lavado de frutas varían de acuerdo a la cantidad de fruta que ingrese a la planta y que es posteriormente lavada, a continuación se muestran datos aproximados de dichos caudales:

PROCESO	Q (l/s)	Q Max (l/s)	Q Min (l/s)	Total caudal mes (m ³)
Guanábana	2.14	3.25	0.91	190
Papaya	3.32	4.69	1.5	288
Piña	1.37	2.09	0.65	160

- Como se puede apreciar las cantidades vertidas son altas, especialmente en el lavado de papaya debido a los volúmenes de este tipo de fruta que se manejan en la planta.
- El vertimiento de esta agua genera en el sistema aumento de sólidos, debido a que la fruta proviene generalmente directamente desde la zona de cultivos, es traída en canastillas es por lo tanto fruta sucia.
- Los lavados de esta fruta son a parte de los otros procesos de elaboración de pulpa que se hacen en Frexco, son lavados para tenerla lista y en buenas condiciones para venta directa como fruta de mesa en los sitios de distribución o para exportación de la misma.

6.6.6 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE AGUAS RESIDUALES, ALGUNAS SALIDAS EN LOS PROCESOS Y CONSUMOS DE AGUAS.

6.6.6.1 Recolección de aguas residuales de Frexco

- Las aguas residuales provenientes de Frexco, son generadas principalmente en el lavado de maquinaria y equipos. Otras aguas son las que caen de la tolva y demás estructuras y algunas aguas lluvias que se depositan por gravedad a una caja de recolección y luego son conducidas al STAR. (Ver Fotografía 78)

Fotografía 78, aguas generadas en Frexco



Fuente. El Autor

- Otras aguas provenientes del área de producción de Frexco se recogen por un pequeño canal que a su vez la transporta a una caja a la que le sigue un canal protegido con rejilla. (Ver Fotografía 79)

Fotografías 79. Rejilla Frexco



Fuente. El Autor

- Las aguas residuales que se generan al interior del proceso de elaboración de pulpas se recogen por medio de canales cubiertos con rejillas. Esta agua va a través de los canales a la tubería que llega al STAR. (Ver Fotografía 80)

Fotografías 80, Equipo de Frexco



Fuente. El Autor

- Otros puntos de generación de agua residual son:
 - Aguas de lavado de fruta en el Pulper y otros equipos.
 - Aguas de la línea que transporta fruta, zona de empaque de tambores.
 - Algunas aguas provenientes de los cuartos fríos en especial cuando se lavan los pisos, estas van a un canal que las recoge y las conduce al sistema de tratamiento.

6.6.6.2 TUBERIA DE CONDUCCION DE AGUAS RESIDUALES GENERADAS EN FREXCO

ESTADO: La línea de conducción que recolecta todas las aguas generadas en Frexco, se encuentra en mal estado, es una tubería obsoleta en concreto, que presenta daños y una parte del tramo está expuesta debido a que tiene un orificio. En ella parte donde está expuesta la tubería corre el riesgo de recibir aguas lluvias, sólidos u objetos de tamaño considerable que puedan causar una obstrucción en está. En esta zona se ha podido observar presencia de roedores, los cuales se introducen en la tubería de aguas residuales. (Ver Fotografía 81)

Fotografía 81 Tubería de transporte de AR



Fuente. El Autor

6.6.6.3 RECOLECCIÓN DE AGUAS RESIDUALES DE CASA GRAJALES

Las aguas residuales provenientes de Casa Grajales, son principalmente las generadas en:

- El lavado de los tanques de fermentación y clarificación de Vino.
- Aguas provenientes de la destilación de alcohol
- Algunas aguas de lavado de pisos, zona de recepción de uva para proceso, entre otros.

Fotografía 82. Entrada de Uva



Fuente. El Autor

- Lavado de tornillo sin fin, lavado del medio de transporte de la uva, van al STAR. (Ver Fotografía 82),
- Lavado de la planta, especialmente de pisos y las aguas de lavado de tanques de maceración. (Ver Fotografía)

- Lavado de tanques de fermentación y de clarificación, se generan aguas residuales con gran cantidad de sólidos. Para esta agua existe una canaleta de recolección con rejilla. (Ver Fotografía 83)

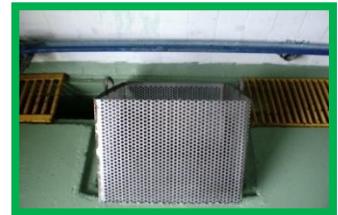
Fotografías 83. Canaleta de recolección de agua



Fuente. El Autor

- El control del canal de recolección de aguas a parte de la rejilla de protección, cuenta con una caja que sirve como rejilla de retención para sólidos. (Ver Fotografía 84)

Fotografías 84. Rejilla Casa Grajales



Fuente. El Autor

- Al interior del proceso de elaboración de vino, también se descargan aguas provenientes del lavado de filtros y de destilación de alcohol, las cuales son recogidas por canaletas y depositadas en tubería enterrada de 4 pulgadas de diámetro. (Ver Fotografía 85)

Fotografías 85. Destilación



Fuente. El Autor

6.6.6.4 TUBERIA DE CONDUCCION DE LAS AGUAS RESIDUALES GENERADAS EN CASA GRAJALES S.A

ESTADO: La tubería enterrada de Ø: 6", que conduce las aguas generadas en casa Grajales, se encuentra en buen estado pues a la fecha no se evidencian daños en ninguno de sus tramos como humedad o fugas. Tampoco presenta tramos destapados y posee suficiente capacidad para los caudales que descarga la empresa.

A continuación se muestra con líneas negras, la zona por donde va enterrada está. (Ver Fotografía 86)

Fotografías 86, Tubería conducción enterrada



Fuente. El Autor

La tubería antes de descargar las aguas a la caja receptora, tiene una caja de inspección, la cual se encuentra expuesta a que los vehículos de carga que transitan por esta zona la deterioren, la tapa que la protege no se encuentra en muy buen estado, presenta agrietamiento y a través de las ranuras que quedan libres se filtran aguas lluvias que arrastran sedimentos, pues el borde la caja es de tierra. (Ver Fotografía)

Después de esta caja, finalmente la tubería descarga las aguas a la caja receptora de vertimientos, ubicada a la entrada del STAR. (Ver Fotografía 87, 88)

Fotografía 87. Caja inspección



Fotografía 88. Llegada del vertimiento



Fuente. El Autor

6.6.6.5 RECOLECCIÓN DE ALGUNAS AGUAS LLUVIAS, DE LAVADO DE TAMBORES Y AGUAS DE RETROLAVADOS DE FILTRO DE ARENA Y CARBÓN ACTIVADO

En las inmediaciones de la entrada al STAR, existen algunas cajas y canales (superficiales) que recolectan aguas de:

- Aguas lluvias que en esta zona caen,
 - Aguas de lavado de la tolva que recibe residuos del proceso como lo son cascavas y algunas pepas para el caso de frutas como el mango.
 - Aguas de la zona de lavado de tambores
 - Aguas de los re-trolavados de las unidades de tratamiento de agua para procesos (Filtro de arena – Filtro carbón activado).
- **Zona de recolección de aguas lluvias:** Existe un pequeño canal superficial y 3 cajas colectoras de dichas aguas. (Ver Fotografía 89)

Fotografía 89. Zona de caída de aguas lluvias



Fuente. El Autor

ESTADO: Actualmente estas aguas lluvias se depositan al STAR, cuando tendrían que ser desviadas a otro canal colector de aguas de la planta, y quitarle la carga de esta agua al sistema. Las cajas recolectoras se encuentran en mal estado, sus barras son demasiado espaciadas permitiendo fácil disposición de otro tipo de residuos y de sólidos que van al sistema de tratamiento. Además se encuentran en mal estado en su interior, presentando acumulación de tierra y basura, aumentando los sólidos y desechos que van disueltos al sistema. (Ver Fotografía 90)

Fotografía 90. Caja mal estado



Fuente. El Autor

❖ **Recolección de aguas de lavado de tolva de desechos y de zona de lavado de tambores.**

Las aguas de lavado y la de la zona de tambores van al STAR, en el caso de la tolva se vierten esta agua a través de un canal superficial y por medio de una canaleta protegida con una rejilla, las aguas de lavado de tambores caen al patio y por desnivel del terreno escurren hacia una de las cajas de recolección de aguas lluvias. (Ver Fotografía 91)

Fotografía 91. Zona de lavado de tambores



Fuente. El Autor

ESTADO: Generan carga en caudal y por el sistema de recolección pueden aportar residuos y sólidos que eventualmente afectaran los procesos de tratamiento de agua residual. La conducción es de forma superficial facilitando arrastre de sólidos.

En el caso de las aguas de la tolva se recogen por una canaleta con reja, la cual presenta un espaciamiento entre barras muy amplio facilitando la disposición de materiales y residuos que pueden ir al STAR innecesariamente lo que causa desde obstrucciones en la línea de conducción hasta problemas en los procesos de tratamiento. (Ver Fotografía 92)

Fotografías 92, canales de recolección de aguas



Fuente. El Autor

❖ **Recolección de aguas de retrolavados de filtro de arena y carbón activado**

Las Empresas cuentan con un sistema de tratamiento de agua para procesos, en el cual se tratan las aguas provenientes de la quebrada la Sonora y las provenientes de un pozo profundo. El tratamiento se hace a través de filtro de arena y de carbón activado. Estas unidades de tratamiento cada que se trata agua se lavan por espacio de 30 minutos cada uno, este procedimiento genera en

promedio de 25-30 m³/Día, salvo contadas excepciones por retraso en la producción que se puedan llegar a generar hasta 45 m³. Estas se descargan por un pequeño canal o zanja hasta una caja receptora cerca al sitio de tratamiento, allí se recogen por tubería enterrada de Ø 4" y se descargan al STAR. (Ver Fotografía 93)

Fotografías 93. Aguas generadas lavados de filtros



Fuente. El Autor

ESTADO: En el momento, estas aguas, se descargan directamente al sistema con un pH neutro y cuando provienen de pozo profundo tienen alta alcalinidad y dureza. Generan al STAR dilución de caudal de AR que llega al sistema al tiempo que se descargan estas. (Ver Fotografía 94)

Fotografía 94. Inadecuado manejo de combustible



Fuente. El Autor

- Las aguas provenientes de los derrames de combustible, se vierten al sistema por acción irresponsable del operario encargado, el cual recoge el crudo derramado del dique de contención y lo transporta hasta la caja receptora de vertimientos del STAR.
- En cuanto al agua de caldera, esta proviene de la purga o desfogue y puede durar alrededor de dos minutos por sección, se hace dos veces al día, esta cae al sistema, además hay otra agua que sale de la caldera que va directamente por tubería al sistema, con temperaturas mayores a 75 °C, lo que agudiza mas la problemática de disponer dichas aguas en este sitio

6.7 ESTADO ACTUAL DE ACCESORIOS Y DE LAS UNIDADES DEL STAR

6.7.1 ACCESORIOS (Línea de conducción y cajas)

6.7.2 Caja receptora de vertimientos

El sistema de tratamiento a la entrada, tiene una caja que recibe todas las aguas generadas en la planta que están conectadas con el STAR. (Ver Fotografía 95,96).

Fotografías 95. caia receptora Fotografías 96. Estado de la caia receptora



Fuente. El Autor

ESTADO: La caja receptora se encuentra en muy malas condiciones estructurales y de diseño, las profundidades son variables debido al desnivel del piso que es en cemento y esta agrietado y corroído. De igual manera las paredes de la caja están derrumbadas y agrietadas debido entre otras a la abrasión y corrosión ocasionada por el tipo de agua que recibe constantemente, está al borde del colapso convirtiéndose así en un potencial factor de riesgo para el operario que manipula la misma, a la fecha se llevan dos accidentes laborales por esta situación.

El terreno que bordea la caja está por encima del nivel de la misma, por lo tanto el agua lluvia fácilmente puede caer al sistema, además de otros residuos. De igual forma la tapa de la caja no ajusta bien,, pueden con facilidad caer objetos de tamaño considerable que puedan obstruir la tubería, esta tapa presenta un peso mayor al que debería estar expuesto una persona (> 25Kg), esto le puede generar un riesgo al operario de tipo biomecánico, afectando su salud y generando costos a la empresa.

6.7.3 Cajas de inspección del STAR

El sistema cuenta con 3 (tres) cajas de inspección, las cuales en el momento sirven para controlar y prever posibles obstrucciones en la línea de conducción por la caída de algún objeto de gran tamaño u otro elemento extraño. (Ver Fotografía 97,98, 99)

Fotografías 97. 98. 99. Estado de cajas de inspección



Fuente. El Autor

ESTADO: Las cajas de inspección en cuanto a su parte estructural se encuentran relativamente en buen estado, no son iguales en sus dimensiones varían entre una y otra, la profundidad difiere en cuanto a la distancia de la batea de la tubería al fondo. El piso de las cajas es irregular y esta corroído generando desprendimiento del material del fondo (tierra, piedras). En las primeras dos cajas se presenta un asentamiento periódico de sólidos cuando la velocidad del agua es baja, si esta aumenta se arrastran estos materiales a los tanques, además las cajas tienen unas zonas muertas donde queda acumulada el agua. A los tanques de homogenización llega fruta entera, cascara y semilla, por lo que no se cuenta a la fecha con sistema de rejillas de retención de sólidos.

Algunas cajas por su profundidad no son fáciles para manipular por parte del operario, las tapas son pesadas y no ajustan bien al borde, lo que ocasiona que algunos residuos puedan ingresar. Por estar por debajo del nivel del terreno una de las cajas, presenta problemas por la filtración de aguas lluvias que arrastran sedimentos hacia la caja en época de invierno. (Ver Fotografía 100)

Fotografía 100. Profundidad de caja



Fuente. El Autor

UNIDADES DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL

6.7.3 Punto de dosificación de soda caustica en escama

El sistema tiene una caja que sirve como punto de dosificación, esta aplicación de soda se hace a través de un sistema de goteo con una llave pegada a una caneca de 230 litros de capacidad (se cuenta con 2 canecas). La dosificación no se hace por el caudal que pasa sino que el operario abre la llave al cálculo óptico que argumenta tiene por experiencia, cuando no se está procesando maracuyá, ni se está procesando o elaborando vino añade 25 Kg de Soda Cáustica en las canecas diluyéndola en 200 litros de agua, dosifica por medio de la llave. Cuando se trata de proceso de maracuyá o Vino el operario añade 50 Kg de Soda Cáustica en las canecas y completa un volumen de 200 litros de agua para diluir. (Ver Fotografía 101)

Fotografías 101. Estado del punto de dosificación



Fuente. El Autor

ESTADO: La caja de dosificación se encuentra en mal estado, se observa corroída en sus paredes y en el fondo, debido al tipo de agua que recibe y a que no fue impermeabilizada con productos existentes para ese fin como la pintura epoxica. El punto de dosificación es susceptible de caída de hojas y de caída de otro tipo de elementos extraños como la presencia de animales (Iguanas), que muchas veces se meten a la misma llegando a introducirse a la tubería.

En cuanto al proceso de dosificación no es el más adecuado, no hay los elementos para monitorear el pH constantemente, inicialmente se tomaba cada 3 horas, actualmente con la implementación del Cronograma de actividades se hace hora a hora la medición, pero aun no es garantía para el óptimo funcionamiento de la dosificación, el punto de dosificación esta a la intemperie y sobre las canecas caen aguas lluvias. (Ver Fotografía 102)

Fotografía 102. Presencia de vectores en el STAR



Fuente. El Autor

6.7.4 Canal de entrada a tanques de homogenización.

Posterior a la caja o punto de dosificación se encuentra un pequeño canal de entrada de las aguas, el cual alimenta los dos tanques.

La entrada de agua a través de este canal permite medir el caudal por método volumétrico. Al lado de la entrada del canal, hay una especie de bypass, la tubería no entra a los tanques sino que va directamente a la laguna anaerobia, se emplea cuando hay labores de limpieza y mantenimiento o ante una eventualidad que se presente. (Ver Fotografía 103)

Fotografía 103. Canal de entrada



Fuente. El Autor

ESTADO: El canal de entrada no se encuentra en buenas condiciones en cuanto a su estructura y construcción, presenta abrasión y corrosión por las aguas que conduce diariamente y falta de impermeabilización.

Presenta agrietamientos hasta el punto que genera una gran fuga de agua residual durante la entrada del caudal a los tanques, situación problemática debido a que está genera olores, este volumen de agua por obvias razones no llega al resto del sistema, no es tratado para disminuir la contaminación y queda estancado por varios días frente al área de mantenimiento de las empresas. (Ver Fotografía 104,105, 106)

Fotografía 104. Estado tanques



Fotografía 104. Grieta tanques



Fotografía 106. Filtraciones de agua



Fuente. El Autor

6.7.5 Tanques de homogenización.

El sistema cuenta con (2) dos tanques de homogenización, cada uno con capacidad de 16 m³, los tanques cumplen la función de amortiguar el caudal que entra al sistema. A parte de controlar los caudales para posteriormente ser bombeada el agua, sirven para que se asienten ciertos sólidos, durante el tiempo de llenado, pues antes de ser bombeado se deja el agua almacenada por un tiempo de retención de 15-20 minutos. (Ver Fotografía 107,108)

Fotografías 107. Tanques



Fotografías 108. Lavado de tanque



Fuente. El Autor

ESTADO: El tanque en cuanto a su parte estructural se encuentra en buenas condiciones, no presenta agrietamientos ni corrosión por el efecto de las aguas residuales. El único problema de la estructura es los sellos (niples) que comunican a los tanques con la zona de bombeo, pues están rotos, lo que no taponan bien la salida inferior de los tanques y el agua se pasa de un tanque a otro, o pasa a la recámara de bombeo antes de tiempo con facilidad.

6.7.6 Sistema de bombeo

El STAR, cuenta con un sistema de bombeo. Compuesto por una bomba sumergible de 4 HP, una caja de transición entre los tanques y la cabeza de la bomba, y la tubería de succión e impulsión que conduce el agua y la bombea a través del sedimentador. (Ver Fotografía 109, 110)

Fotografía 109.110. Estado sistema de bombeo



Fuente. El Autor

ESTADO: El sistema de bombeo se encuentra en buenas condiciones, la bomba funciona de buena manera, la potencia de la bomba es suficiente para la altura de succión y del caudal que se bombea que es de 14.06 lt/s.

El único aspecto a considerar con la bomba es el mantenimiento, a la fecha lleva más de 1 (un) año sin ser revisada y a pesar de que funciona sin inconvenientes genera ruidos molestos que no deberían existir si su mantenimiento fuera periódico.

En cuanto a la tubería, está presenta filtraciones en los empates entre tubería y codos y otros accesorios, por desgaste en tiempo y en uso, ocasionando así fugas de agua, por tanto es necesario cambiarla. No se cuenta además con una bomba de respaldo, es decir, que al momento de presentarse problemas con la bomba actual no hay mecanismo emergente para bombear las aguas desde los tanques al sedimentador.

6.7.7 Sedimentador

El Sedimentador está diseñado para un caudal de 10.43 lt/s, debido a que el flujo de agua que entra en la cámara de entrada proviene del caudal de bombeo que es de 14.06 lt/s. (Ver Fotografía 111, 112)

Fotografías 111. Cámara de entrada Fotografías 112. Sedimentador



Fuente. El Autor

ESTADO: El agua a la entrada del Sedimentador entra a una velocidad muy elevada, lo cual podría afectar la velocidad de sedimentación, pues el tiempo de retención es menor al que debería funcionar, el Sedimentador tiene un tiempo teórico de retención hidráulica de 32 minutos, y según mediciones hechas, el agua la mayor parte de las veces sale del Sedimentador en menos de 18 minutos en promedio.

El Sedimentador acumula agua por varios días cuando no hay proceso constante, dejando su capacidad en volumen totalmente llena de agua, este estancamiento de agua expone malos olores debido a que el canal es abierto, esto también hace que al Sedimentador lleguen hojas y otros residuos arrastrados por la acción de los vientos.

El Sedimentador bajo las condiciones teóricas con que lo diseñaron, removería partículas hasta de un diámetro igual a 0.033 mm (Según estudio preliminar de la PTAR, Casa Grajales, Año 2003), pero teniendo en consideración las condiciones reales observadas (flujo no uniforme, cortos circuitos, zonas muertas, velocidad horizontal muy variable), el diámetro máximo posible de ser removido se aumenta.

6.7.8 Canal de salida del sedimentador.

A la salida del Sedimentador se encuentra el canal de salida, el cual sirve para amortiguar la salida del agua proveniente del Sedimentador. (Ver Fotografía 113, 114)

Fotografías 113,114. Canal de salida



Fuente. El Autor

ESTADO: La estructura del canal se encuentra en buen estado, de acuerdo al tiempo que se ha visto en funcionamiento en los diferentes procesos, se puede asegurar que sus dimensiones son suficientes para conducir el agua residual proveniente del Sedimentador y que va a la laguna anaerobia, se encuentra en buen estado no está corroído ni erosionado, tampoco presenta infiltraciones y esta impermeabilizado.

En cuanto a la caja receptora, se encuentra en mal estado, por la falta de mantenimiento, tiene mucho sedimento adherido a sus paredes y por el mal estado de la tapa-rejilla que la cubre permite el paso de residuos, en especial hojas y otros desechos de tipo vegetal. La rejilla que sirve como tapa prácticamente no cumple ninguna función de protección para caída de elementos extraños debido a su mal estado y su desgaste. (Ver Fotografía 115, 116)

Fotografías 115. Caja de salida



Fotografías 116. Estado de rejilla de la caja



Fuente. El Autor

6.7.9 Lecho de secado.

El lecho de secado se encuentra ubicado después del Sedimentador y paralelo al canal de salida, este lecho se encarga de recibir por bombeo los sólidos que se asientan en los tanques de homogenización por espacio de 8 días de proceso productivo. (Ver Fotografía 117, 118)

Fotografías 117. Estado del lecho de secado



Fotografías 118. Entrada agua al lecho de secado



Fuente. El Autor

ESTADO: El techo del lecho de secado, se encuentra en mal estado, debido a que la mitad del plástico del techo que es a dos aguas, se rompió, es un techo totalmente compacto sin espaciamiento para recirculación de gases una vez el sol hace efecto sobre el lecho para secar los lodos allí depositados.

Recibe cargas en tiempos muy prolongados debido a su poca capacidad de almacenamiento por su área y también a que el medio filtrante se ha ido retirando cuando se sacan sólidos secos y no se repone, sino que se tira la arena filtrante a un costado del mismo, actualmente los lodos que allí se depositan pueden tardar entre 2-3 semanas para estar totalmente secos y poder ser retirados.

Debido al mal estado del techo, se recubre con hojas de zinc cuando hay amenaza de lluvia, pero aun así cuando llueve el agua se filtra al lecho entorpeciendo el proceso de secado y sobrecargando el lecho con más agua.

6.7.10 Laguna Anaerobia

La laguna ocupa un área aproximada de 1055 m². La mayoría del tiempo permanece de color negro, presenta una geometría irregular, cuenta con única entrada y única salida las cuales parecen estar mal ubicadas ocasionando zonas muertas. (Ver fotografía 119)

Fotografía 119. Laguna anaerobia



Fuente. El Autor

ESTADO: La laguna debido a la ausencia casi total de mantenimiento y operación en los últimos 5 años se encuentra en muy mal estado, se evidencia colmatación por lodos en varias zonas, en especial en los extremos lo que causa pérdida de área o volumen disponible para tratamiento disminuyendo de paso la profundidad efectiva de la laguna. Genera la mayor parte del día olores desagradables, que llegan a percibirse hasta las áreas de la planta de producción y en la vía de salida y acceso de la unión, las cuales pasan a menos de 300 metros del terreno donde operan las lagunas.

Estos problemas se pueden presentar por los cortos circuitos y zonas muertas que se detectaron, debido a la variación del caudal y su composición, a la acción de los vientos el agua que entra al reactor tiende a coger hacia el vértice más próximo de la laguna en el costado izquierdo, la laguna solo cuenta con una fuente de alimentación que se encuentra en diagonal a la salida, haciendo aun mas difícil que el caudal de entrada se pueda conducir fácilmente buscando la salida de la laguna. (Ver Fotografía 120)

Fotografías 120, Estado de la laguna anaerobia



Fuente. El Autor

Ubicación de entrada y salida de la laguna.: Se presenta sedimentación en las orillas, no toda el agua realmente contaminada que entra se dirige a la salida que comunica este reactor con la laguna facultativa, afectando la eficiencia de remoción, parte del caudal que entra y llega a la tubería de salida tiende a asentarse sobre el vértice derecho cerca a la salida y también genera sedimentación. (Ver Fotografías 121-123)

Fotografías 121. Ubicación, entrada salida de la laguna Fotografías 122,123. Sedimentación y zonas muertas



Fuente. El Autor

Trabajo intermitente de la laguna: La laguna anaerobia recibe agua de manera discontinua, hay varios factores que influyen en esta situación y hacen que la producción no sea regular durante todo el año, la situación económica de Frexco y al estacionalidad de algunos procesos (mango y vinos) que son relevantes.

La laguna durante periodos largos de tiempo no recibe agua residual pueden pasar días y hasta 2 semanas sin haber vertimiento, cuando la producción esta mas o menos estable recibe agua entre 3-4 días de la semana, y en temporada de cosecha de mango (junio) y alta producción de vino (noviembre, diciembre) recibe agua 6 días a la semana con cargas altas de caudal como en el caso de mango, esta situación posiblemente afecta los procesos de degradación que son de la laguna anaerobia, esto puede provocar el rompimiento del equilibrio necesario entre las distintas fases de la depuración (hidrolítica, acidogénica y metanogénica), con la interrupción del proceso, al no haber regularidad en el reactor, pues las cargas de caudal, DBO y SST son irregulares, situación que debería controlarse para garantizar mayor eficiencia en el trabajo de la laguna.

Esta situación además afecta los tiempos de retención, cuando la producción esta quieta la laguna almacena el agua por 10-12 días antes de verter agua a la laguna facultativa, en condiciones normales retiene el agua por 4-5 días, y en temporada alta sube rápidamente la lamina de agua presentándose fuga de agua por el boquete y cortocircuitos pues por la cantidad de agua que entra una parte de esta pasa rápidamente por la laguna buscando la salida sin cumplir el TRH, además por la alta cantidad de agua que entra el paso de agua es casi continuo entre lagunas.

Erosión: Se evidencia erosión de sus paredes e inestabilidad del talud, dificultando las labores de la laguna, además que genera agrietamiento en el suelo lo cual eventualmente puede ocasionar infiltraciones a futuro del agua residual allí contenida. (Ver Fotografía).

También se presentan problemas en la tubería que conecta la laguna anaerobia con la facultativa, este tramo por el desgaste de tanto trabajo y el tiempo se ha venido derrumbando, obstruyendo el paso del agua en más del 50% del flujo normal. (Ver Fotografía 124,125)

Fotografías 124.125. Erosión en el dique de la laguna



Fuente. El Autor

Otras Problemáticas: Otra de las anomalías que se presentan, es la incorporación o llegada de cuerpos extraños ajenos al objetivo de tratamiento del reactor, como residuos de fruta entera proveniente del área productiva de Frexco (Lulo, cascara de maracuyá, mora), también caen a la laguna residuos vegetales de los arboles sembrados a la orilla, debido a la falta de mantenimiento.

La llegada de espuma a la laguna, la cual queda suspendida por un tiempo prolongado sobre el espejo lagunar, finalmente también se presenta el ingreso de animales que merodean el entorno de la laguna, los cuales se introducen a la laguna y permanecen en ella largos periodos, como el caso de las iguanas y rana toro. (Ver Fotografía 126,127).

Fotografías 126. Espuma en la laguna Fotografías 127. Presencia vectores, laguna anaerobia



Fuente. El Autor

Filtración en la laguna: Una de las causas para la variación evidenciada en la medición de la eficiencia de remoción para DBO y SST en las caracterizaciones realizadas, puede estar asociada con la fuga de agua que presenta la laguna, pues parte del volumen contenido en esta se desborda por un costado lo que hace que el agua que ya tenía un tiempo de retención de 2-3 días no siga su tratamiento y va a dar al suelo aledaño a las lagunas durante varios días mientras se infiltra o se evapora.

En temporada alta de producción, en especial cuando hay cosecha de mango que las lagunas reciben en pocas semanas grandes volúmenes de agua (150-400m³/d), la laguna anaerobia aumenta en poco tiempo la altura de la lamina de agua en aproximadamente 30 cms, esta situación hace que parte del agua que apenas está entrando al reactor se desborde por el boquete mencionado, lo cual es una situación grave, pues no solo una parte del agua contaminada no se está tratando, sino que este volumen que se pierde se estanca por varios días causando olores desagradables.

Es indudable que la medición de eficiencia en esta laguna se ve afectada por las pérdidas de carga de manera irregular que se presentan, lo cual tiene incidencia directa sobre el sistema como tal, pues al hacer la medición de ambas lagunas y en si al final del STAR no es del todo confiable el dato, pues no se está tratando todo el volumen que entra de agua residual, ante esta situación se tapono parcialmente dicho boquete con trinchos, pero debe buscarse solución definitiva (Ver Fotografía 128,129)

Fotografías128, 129. Filtración de la laguna



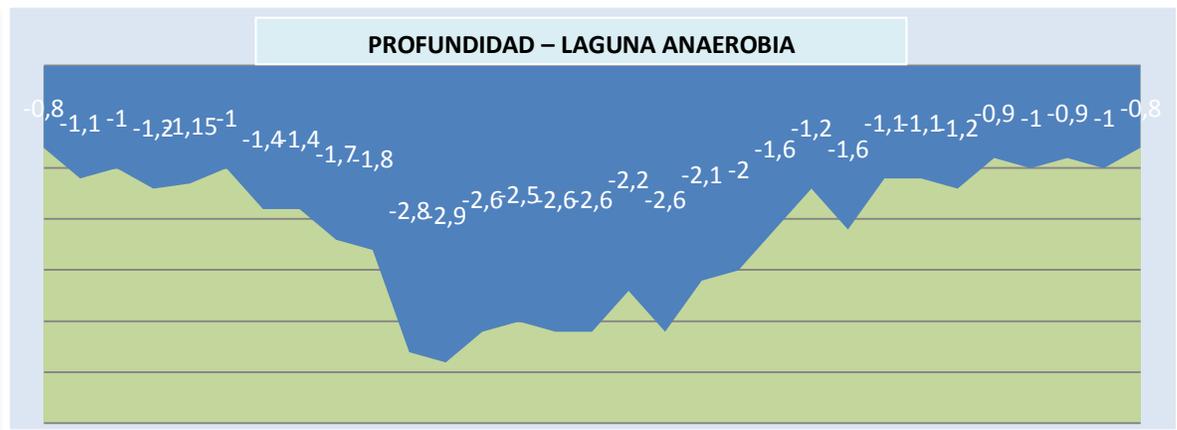
Fuente. El Autor

6.7.10.1 Determinación de profundidad de la laguna.

A través del nuevo cálculo de profundidad de la laguna, se puede constatar su profundidad promedio que esta en **1.65 m** actualmente, de acuerdo a este dato se puede concluir que esta laguna, la cual se encuentra ubicada antes de la llamada laguna facultativa no tiene o **no cumple las características de una laguna anaerobia**, debido a que la profundidad promedio de una laguna anaerobia debe estar entre 2.5 – 5 metros, por tanto este reactor con la altura actual podría funcionar como una laguna facultativa, además de lo anterior no esta construida bajo especificaciones técnica en cuanto al relación de la profundidad respecto al largo y ancho que debería tener, no hay planos ni memorias de calculo de su diseño ni inclinación de los taludes, cotas y demás para poder asegurar que por gravedad el agua si se puede conducir de manera correcta entre la entrada y la salida.. (Ver figura 33)

Fuente. El Autor

Figura 33. Profundidad laguna anaerobia



Fuente. El Autor

❖ Cálculo De Profundidad De La Laguna

Se determino la altura del agua en la laguna anaerobia. (Ver Fotografía 130)

Fotografía 130. Medición de la profundidad, laguna anaerobia



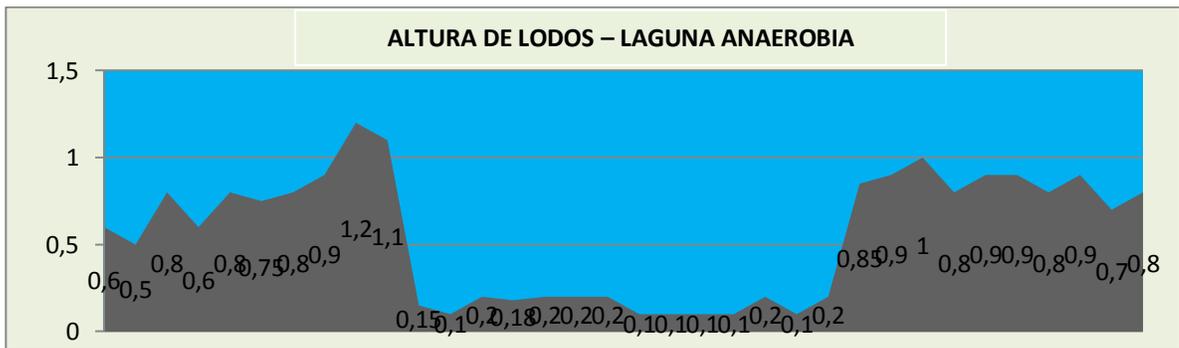
6.7.10.2 Determinación, altura de lodos

Fotografía 131. Altura de lodos

Al momento de tomar la profundidad de la laguna, también se determinó la altura de los lodos, encontrando como áreas críticas los primeros 10 metros desde cada extremo de la laguna. De acuerdo a esto en estas zonas la altura de lodos es en promedio entre (0.70- 0.90 M). Encontrando a la vez que en la zona central de la laguna en una franja aproximada de 22 metros, la altura, no supera los 20 cms

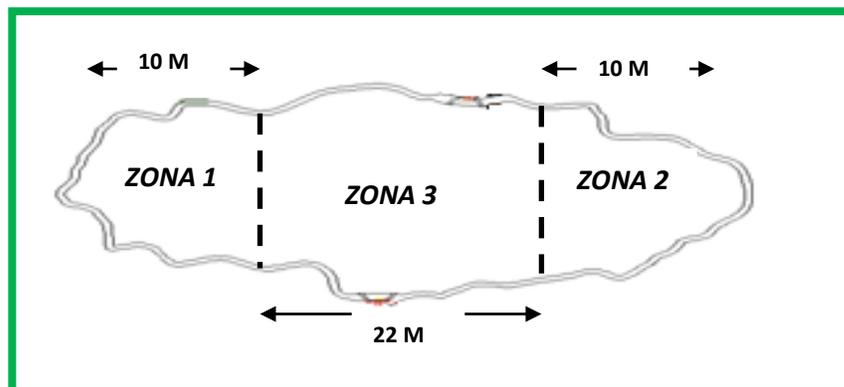


Fuente. El Autor



Áreas Afectadas De Laguna Por Acumulación De Lodos

Con los datos obtenidos en el gráfico de altura de lodos de la laguna, se pueden ver claramente dos zonas críticas por acumulación de lodos (Zona 1 y Zona 2), en estos sectores la altura del lodo Vs la altura de la lamina de agua ocupa aproximadamente un 85% del área disponible, es decir, en estos 2 sectores que suman (20 m) en el espejo lagunar (Casi La mitad de la Laguna), el área o volumen de tratamiento para agua es mínimo, se ve diezmada la capacidad de la laguna en cerca del 40% de su volumen, pues la acumulación de lodos por las zonas muertas y los cortos circuitos es muy elevada. Entre tanto en la franja de 22 M restantes (zona 3), la parte central, está prácticamente libre de lodo, con menos del 10 % de acumulación de estos.



6.7.11 Laguna Facultativa.

La laguna facultativa, ocupa un área aproximada de 2044m², La laguna presenta casi siempre una coloración rojiza, en una de sus puntas que se abre un poco hacia un costado volviendo irregular su forma, cuenta con única entrada y única salida. Esta laguna recibe las aguas residuales que provienen de la laguna anaerobia.

ESTADO: La laguna facultativa también ha sufrido una ausencia casi total de mantenimiento y operación en los últimos 5 años se encuentra en buen estado aparentemente, en horas de la tarde cuando la intensidad de luz solar es intensa expele olores ofensivos por largos intervalos de tiempo, en ciertos momentos en el día se llena totalmente su espejo lagunar de una especie de micro planta “lentejuela”, la cual cumple una labor de adsorción y de purificación, pero que en determinado momento debe ser removida por que se colmata y no puede presentar mas utilidad. (Ver Fotografía 132)

Fotografía 132. Estado laguna facultativa



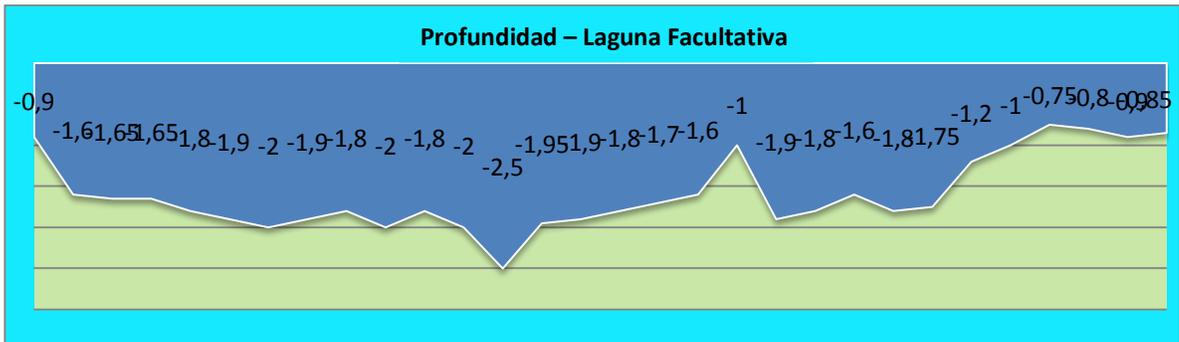
Fuente. El Autor

Esta lentejuela demás puede en cierto momento el paso normal de los rayos solares a la laguna, la cual tiene plantas y bacterias que necesitan este tipo de luz para su proceso de fotosíntesis. A simple vista no se observa colmatación por lodos en la laguna, ni siquiera en los primeros metros cerca a las orillas.

6.7.11.1 Determinación de profundidad de la laguna facultativa.

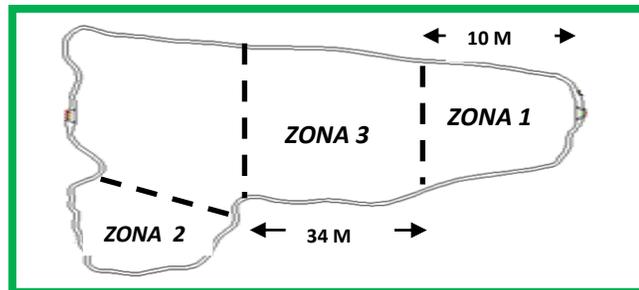
A través del nuevo cálculo de profundidad de la laguna facultativa, se puede constatar su profundidad promedio que esta en **1.51 m** actualmente. En las orillas cerca al borde la laguna en promedio las profundidades oscilan entre (0.8 – 0.9 m), en la zona central la profundidad aumenta, en promedio la altura del agua en esta zona está entre (1.5 – 1.8 m). Así entonces se tiene un volumen de la laguna aproximado de 2600 Mts³. (Ver figura 34)

Figura 34. Profundidad laguna facultativa



Fuente. El Autor

Áreas Especiales, Para Toma De Profundidad: Se identificaron tres zonas de importancia para la toma de datos, en la zona 1 no se encontraron anomalías en acumulación de lodos, tiene una profundidad normal al resto de la laguna, con una profundidad promedio de 1.50 M En la zona 2 que se suponía podría haber acumulación de sedimentos por ser una zona muerta que tiene la laguna, se encontró normal su profundidad, con una altura promedio de 1.70 M, al igual que la zona 3 que presenta profundidades uniformes, con altura promedio de 1.8 M



6.7.11.2 Ubicación de la entrada y salida de la laguna.

La entrada respecto a la salida se encuentra frente a frente en los costados más próximos. La distancia entre la entrada y la salida es de aproximadamente 54 m, no parecen presentarse zonas muertas. (Ver Fotografía 133)

Fotografía 133, Ubicación de entrada y salida, laguna facultativa



Fuente. El Autor

ESTADO: Alrededor de la laguna existe sembrada abundante vegetación, representada mayormente por la especie chiminango, estas ramas debido a la falta de mantenimiento caen a la laguna. También el crecimiento de hierbas y malezas es asiduo más aun en invierno debido a que la lluvia estimula su rápido crecimiento por tanto requiere hacerse periódicamente mantenimiento de taludes y alrededores, labor que se ha ido mejorando y e implementando con el cronograma de actividades instaurado.

En los alrededores de la laguna se puede observar continua presencia de aves migratorias, y en el interior de la laguna se introducen animales como las iguanas, y hay batracios de la especie Rana Toro. (Ver Fotografía 134)

Fotografías 134, Crecimiento de maleza,



Fuente. El Autor

Trabajo intermitente de la laguna:

La laguna al igual que todo el sistema no recibe aguas regularmente, a esta laguna llegan aguas con la misma condición que se enuncio en la laguna anaerobia, es decir entrada de agua irregular dependiendo de la estacionalidad de producción y con periodos largos sin vertimiento, además debido a la obstrucción parcial de la tubería que viene de la laguna anaerobia a veces recibe un flujo muy bajo, otras veces el agua abre mas paso y recibe un caudal más estable.

La entrada discontinua de agua puede estar afectando los procesos que allí se llevan a cabo pues la carga de caudal no es estable ni siquiera en épocas de producción normales, y las cargas de DBO y SST también son variables.

Esta situación afecta el tiempo de retención en la laguna, cuando la producción esta quieta o cuando hay poca producción los tiempos de retención antes de abrir la salida de agua esta por el orden de los 15-20 días, en tiempo normal el TRH es 10-12 días, y en temporada alta de generación de aguas debido a la sobrecarga de caudal se abre salida de agua en menos de 8 días, la salida de agua no es constante no hay regulación del caudal que se vierte al final del STAR, es una descarga manual irregular.

Cajas y estructura de salida: La caja que conecta la tubería de concreto se encuentra en mal estado, emite olores cuando hay salida de agua, a su alrededor mantiene muchos residuos y objetos que de caer a la caja pueden causar algún taponamiento e impedir el flujo normal de agua hacia el canal, en inmediaciones a la ubicación de esta caja y de la estructura que recibe dichas aguas existen cultivos de la empresa Grajales S.A, lo que hace más delicada la situación no solo por los olores o posibles filtraciones sino también por la constante amenaza de que la caja reciba cualquier tipo de residuos arrojados allí de manera inescrupulosa por las personas que transitan diariamente el sector. (Ver fotografía 135,136)

Fotografía 135. Caja de salida, laguna facultativa



Fuente. El Autor

Fotografía 136. Estructura de salida del agua de la laguna



Fuente. El Autor

6.7.11.3 CARGA ORGANICA VOLUMETRICA Y CARGA ORGANICA SUPERFICIAL

A continuación se muestran algunos datos de diseño de la laguna No. 1:
COV diseño = 230 gDBO/m³.d; **COS diseño**= 275.8 gr/DBO/m²/d

- **Calculo Carga Orgánica Volumétrica (COV), Laguna No. 1:** Para el cálculo de la carga orgánica se emplean los datos de caracterizaciones de agua residual y de la medición de altura y determinación del volumen de la laguna, al volumen medido se le descuenta el porcentaje de acumulación lodos (40%):

CO. DBO= 196 Kg/d; Volúmen = 720 m³

- **COV** = $\frac{\text{carga (gr DBO/d)}}{\text{Volúmen (m}^3\text{)}}$
- **COV** = $\frac{196000 \text{ gr/d}}{720 \text{ m}^3} = 272.2 \text{ gr m}^3/\text{d}$

*El cálculo de la COV con la colmatación de lodos detectada muestra que el valor **está por encima** de la COV de diseño, lo cual indica que la laguna está presentando una sobrecarga de DBO por volumen disponible para tratamiento, la laguna fue diseñada para recibir una carga de 216 Kg/d, a pesar de que la carga promedio que llega hoy al sistema es inferior 196 Kg/d, la pérdida de volumen por la sedimentación y la colmatación de lodos está afectando al reactor llegando a este cargas que no pueden ser tratadas eficientemente en el volumen actual.

Esta problemática repercute sobre la eficiencia de tratamiento teórica de la laguna 50%, la cual no se cumple y solo llega actualmente a un valor entre 30-35%.

✚ CARGA ORGANICA VOLUMETRICA Y SUPERFICIAL, LAGUNA FACULTATIVA

A continuación se muestran algunos datos de diseño de la laguna facultativa:

COV diseño = 42 gr DBO/m³.d; **COS diseño** = 61.5 gr DBO/m².día

De acuerdo a las mediciones hechas y información de base con que cuentan las empresas la eficiencia de diseño de la laguna anaerobia es = 50 – 60 % remoción DBO, pero actualmente está solo alcanza en promedio remoción de = 35%

- **Calculo Carga Orgánica Superficial (COS), Laguna facultativa:** Para el cálculo de la COS, se tienen en cuenta los datos de caracterizaciones de agua residual, la medición de altura promedio, la eficiencia actual de la laguna anaerobia y el volumen disponible de la laguna facultativa: CO DBO: 127.4 Kg/d ; Volumen: 2600 m³ ; h1: 1.51 m

- **COS = Carga/As** ; As= área superficial a profundidad media , Carga= Carga en gr/d

- **COS = $\frac{127400 \text{ gr/d}}{1722 \text{ m}^2}$ = 74 gr DBO/m².d**

*El cálculo de COS, muestra que el valor **está un poco por encima** de la COS de diseño, no tan alejado el valor como en la primer laguna, al igual que con la COV, a la laguna la carga que entra de la anaerobia no cumple la eficiencia que debería, esto aporta un poco de sobrecarga sobre la laguna facultativa lo que origina que esta trabaje con una carga más alta por área superficial de tratamiento, todo esto repercute sobre los problemas del STAR que no alcanza a cumplir con la eficiencia que por ley debería en carga de DBO.

6.7.12 CANAL DE SALIDA DE VERTIMIENTOS DEL STAR

A la salida del Sistema de Tratamiento se encuentra el canal de evacuación o de salida de los vertimientos. Este canal es en tierra, es un canal abierto el cual se encuentra ubicado en medio de cultivos de la empresa Grajales S.A. (Ver Fotografía 137,138)

Fotografías 137. 138. Canal de evacuación de vertimientos



Fuente. El Autor

El canal de salida de vertimientos en el momento recibe en promedio entre 10-17 l/s, por espacio de 5 horas aproximadamente, y conduce esta agua hasta la quebrada platanares, cuerpo receptor de los vertimientos, se encuentra en mal estado, tiene ambas paredes erosionadas y el fondo es irregular y agrietado.

Presenta crecimiento abundante de hierba y maleza, aunque está situación se ha corregido un poco con el cronograma de actividades implantado. Debido a su mal estado para conducir las aguas y a la calidad de agua que transporta es un factor inminente de riesgo para el terreno aledaño, debido a que está en la mitad de dos (2) cultivos, uno de Carambolo y otro de Uva blanca, pudiendo potencialmente afectar a los trabajadores de esta zona, y los estos suelos con la infiltración de aguas, y el debilitamiento del terreno debido a la circulación y acumulación de agua, que ha causado efectos adversos. (Ver Fotografía 139,140)

Fotografías 139. 140. Estado del canal de salida de los vertimientos



Fuente. El Autor

6.8 CARACTERIZACION DE AGUA RESIDUAL DEL PROCESO DE ELABORACION DE VINO (Información existente en la planta)

Esta caracterización la llevo a cabo la empresa Casa Grajales tiempo antes de la formulación y ejecución del presente proyecto de investigación, se emplea entonces como información de base para conocer el estado del STAR.

Lugar: Casa Grajales S.A

Fecha: 8 –Enero. -2010

Jornada: Día Proceso de 7.75 Horas

1. Parámetros Evaluados

- pH
- Temperatura
- DBO₅
- DQO
- Caudal
- Sólidos suspendidos totales
- Grasas y/o aceites

2. Frecuencia De Muestreo

Dos jornadas de integración cada una de 4 horas

- Afluente: Alícuota cada 15 minutos, durante 4 horas en 2 puntos de monitoreo:

- ✚ Entrada agua al sistema
- ✚ Salida Laguna Facultativa

6.8.1 CARACTERIZACION. PROCESO DE ELABORACION DE VINO

❖ **Jornada de integración:** 4 horas para cada una de las jornadas, día 1

Cuadro 19. Caracterización, proceso de vino

PARAMETRO Jornada 1	Afluente	Efluente	PARAMETRO Jornada 2	Afluente	Efluente
pH (Unidades)	3.4	6.2	pH (Unidades)	4.0	7.3
DQO (mg O ₂ /L)	10962	3398	DQO (mg O ₂ /L)	8412	2206
DBO (mg O ₂ /L)	7290	1996	DBO (mg O ₂ /L)	5990	1425
S.S.T. (mg/L)	740	150	S.S.T. (mg/L)	949	137
GRASAS Y ACEITES (mg/L)	24	5	GRASAS Y ACEITES (mg/L)	19.89	10.68

ANALISIS: Para el caso de estas 2 jornadas de caracterización de aguas, se observan valores cercanos en términos de concentración de DBO y de SST entre ambas jornadas, pero en la jornada (1) uno la DBO es mayor debido a que el tipo de vino elaborado es diferente, los valores de pH son típicos para las vinazas que siempre presentan valores ácidos, de igual manera hay valores en grasas y aceites muy similares para ambas jornadas.

PARAMETRO	Carga Afluente (kg - 7.75 h) Jornada 1	Carga Efluente (kg/7.75h)	Eficiencia %
DBO	294.92	80.75	72.62
S.S.T.	29.94	6.07	79.73
Grasas y aceites	0.97	0.20	79.38
PARAMETRO	Carga Afluente (kg - 7.75 h) Jornada 2	Carga Efluente (kg/7.75h)	Eficiencia %
DBO ₅	188.9	44.93	76.21
S.S.T.	29.91	4.32	85.56
Grasas y aceites	0.63	0.34	46.03

Análisis: El comportamiento de carga contaminante en términos de DBO a la entrada presenta diferencia, mostrando valores más altos en la jornada 1, esto se puede presentar debido a las diferencias del tipo de materia prima empleada, uva extraída de la región y en el otro caso mosto importado, en SST la carga es muy similar, en grasas y aceites son valores variables. En cuanto al comportamiento del STAR en eficiencia de remoción no varía demasiado en DBO, no se cumple con la remoción de que trata la norma, para SST se cumple la eficiencia en la jornada 2, en la jornada 1 a pesar de no cumplir el valor es muy cercano a la norma (80%), para grasas se cumple la remoción.

❖ **Jornada de integración:** 6 horas , día 2

PARAMETRO Jornada 1	Afluente	Efluente
pH (Unidades)	3.9	7.2
DQO (mg O ₂ /L)	6014	1998
DBO (mg O ₂ /L)	4663	980
S.S.T. (mg/L)	1083	193
GRASAS Y ACEITES (mg/L)	16	7.8

ANALISIS: Para el caso del segundo día de caracterización se realizó una jornada de integración de 6 horas, el pH a la entrada presenta valores ácidos, pero a la salida es casi neutro cumpliendo el límite permisible de la norma. Los valores de DBO y DQO son menores a las 2 jornadas de integración del día anterior, esto puede deberse a que el tipo de vino elaborado este día es diferente necesitando menos filtraciones en el proceso al ser un vino tinto y no un vino rosado, en cuanto a SST es similar a la jornada anterior teniendo en cuenta que está es solo una jornada de 6 horas continua, el aporte en promedio es similar a lo vertido en las jornadas anteriores, presenta más cercanía al valor de la jornada 2 del día uno de integración de muestras, esto puede darse porque la materia prima empleada (mosto) tiene características similares e igual procedencia , para grasas y aceites el valor a la entrada es bajo.

❖ **Cargas contaminantes**

PARAMETRO	Carga Afluente (kg - 7.75 h) Jornada 1	Carga Efluente (kg/7.75h)	Eficiencia %
DBO	174.33	36.64	78
S.S.T.	40.48	7.22	82.16
Grasas y aceites	0.60	0.29	51.7

ANALISIS: El valor de carga de DBO es similar al presentado en la jornada 2 del día anterior, como ya se menciona el tipo de proceso es muy parecido y el producto elaborado obedece a materias primas muy similares, para este día la eficiencia de remoción en DBO es muy cercana a la norma de vertimientos, en el caso de SST se cumple con la eficiencia requerida, para grasas y aceites no se cumple, puede ser debido a que el valor a la entrada es muy bajo y la degradación de estos compuestos es muy lenta.

6.8.2 CARACTERIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES DE CASA GRAJALES Y FREXCO.

Se llevo a cabo una caracterización para el proceso de producción de Mango (Frexco) y proceso de Vinos (Casa Grajales), en la misma jornada de trabajo.

Lugar: Casa Grajales S.A – Grupo CLozano Frexco

Fecha: 4 – Junio -2010

Tipo De Muestras: Compuesta por 6 horas cada una; Puntual Para Grasas y Aceites

❖ Datos Promedio De PH, Q, Y T°, Para Cada Punto De Muestreo.

PUNTO	TIPO DE DATO	Q	PH	T°
Entrada Al STAR Frexco (mango)	Máximo	3.76	7.34	29 °C
	Medio	2.72		
	Mínimo	1.59	4.39	25 °C
Entrada Al STAR Casa Grajales (Vinos)	Máximo	2.94	3.65	25 °C
	Medio	2.89		
	Mínimo	2.78	3.42	25 °C
Afluente Combinado (Entrada a Tanques)	Máximo	6.15	8.33	29 °C
	Medio	3.29		
	Mínimo	0.94	3.96	25 °C
Salida Laguna Anaerobia	Máximo	5.07	5.98	30°C
	Medio	4.29		
	Mínimo	3.7	5.75	27°C
Salida Laguna Facultativa (Salida STAR)	Máximo	17.5	6.37	27 °C
	Medio	14.5		
	Mínimo	11.9	6.27	25 °C

ANALISIS FISICO - QUIMICO DE AGUAS

Datos de caracterización, Entradas

PARAMETRO	Punto 1 Entrada-Frexco	Punto 2 Entrada Casa Grajales	Punto 3 Entrada Afluente Combinado
DBO5 (mg O2/ L)	2160	7100	2200
DQO (mg O2/ L)	4580	7600	2670
Grasas (mg/L)	22.7	7.48	18.4
SST (mg/L)	1500	1050	990
ST (mg/L)	3290	6720	1970
Acidez (mg/L CaCO3)	390	1100	

**Solo se hace análisis de acidez para las 2 entradas provenientes de los procesos de producción.*

ANALISIS: Es evidente la variación en concentración de DBO entre ambos procesos en su respectiva entrada, esto porque el proceso de elaboración del vino tiene esta característica de alta carga orgánica en las vinazas que genera debido a procesos de fermentación, filtraciones y lavados con alto contenido de lodos y sólidos, además el caudal es inferior al del proceso de mango. En SST los valores no son abruptamente diferentes, a pesar que la descarga en tiempo en el proceso de vinos es inferior a mango la cantidad de sólidos es alta por los lavados de tanques de fermentación después de 4-5 días de retención en la planta.

En cuanto a grasas y aceites presenta mayor valor el proceso de mango, esto debido a la característica de la fruta, la fibrosidad del mango y la textura de la cascara hacen aporte de este tipo de grasas de origen vegetal que es mayor al de la uva, el volumen de fruta que se maneja en este proceso es además alto (10-40 ton).

Se tomaron solo a la entrada 2 muestras para analizar la acidez de las aguas, con el resultado esperado, es decir, valores ácidos para el proceso de vino algo característico en las vinazas que se generan.

Para el **afluente combinado** hay una disminución considerable de la DBO sin haber en este recorrido del agua unidades de tratamiento para tal fin, esto se puede presentar debido a la dilución por aguas lluvias en las cajas y en la tubería de conducción a parte de la mezcla de 2 procesos diferentes, además que para este día hubo vertimiento de agua de lavado de filtro de arena y de carbón activado de la planta, de igual manera esta dilución por estas 2 clases de aguas pueden repercutir en la disminución en SST.

Esta dilución puede alterar la eficiencia que se espera calcular del STAR, porque para otro día de proceso sin estas anomalías seguramente los valores a la entrada de los tanques será mayor, como el caso del proceso de vino en las caracterizaciones anteriores donde la carga promedio fue de 190 kg/día, casi el doble de lo calculado en esta ocasión, además la concentración varía considerablemente del punto de descarga a la entrada a tanques, cuando por caracterizaciones anteriores se da claramente una concentración de DBO en promedio el doble de lo acá presentado .

Datos de caracterización, Salidas

PARAMETRO	Punto 4 Salida Laguna Anaerobia	Punto 5 – Salida Laguna Facultativa (salida STAR)
DBO5 (mg O2/ L)	1540	733
DQO (mg O2/ L)	1624	828
Grasas (mg/L)	6.90	10.3
SST (mg/L)	360	292
ST (mg/L)	1430	1220

ANALISIS: En cuanto a las remociones de la laguna anaerobia antes de la descarga a la laguna facultativa, se presenta un dato llamativo en cuanto a grasas y aceites, en vez de disminuir aumenta de una laguna a otra, puede deberse a la acumulación de fruta que no es removida antes, y llega a la laguna asentándose sobre los costados de la laguna y en cercanía a la salida, o a algún vertimiento a la laguna de combustible por parte de un operario (situación que ya se presentó).

Cargas Contaminantes

SITIO	PERIODO	CAUDAL L/s	DBO5 Kg/d	SST Kg/d	GRASAS Y ACEITES	
Punto 1 Entrada-Frexco	Jornada 6 horas	2.72	127.1	88.2	1.34	
	Jornada Diaria 8 horas		169.4	117.7	1.78	
Punto 2 Entrada Casa Grajales	Jornada descarga 1 h	2.89	73.8	10.92	0.08	
	Jornada Diaria 8 horas	0.48	73.8	10.92	0.08	
Punto 1 + Punto 2			3.20	243.2	128.6	1.9
Punto 3 Entrada Afluente Combinado	Jornada 6 horas	3.29	156.3	70.4	1.31	
	Jornada Diaria 8 horas		208.4	93.8	1.74	
Punto 4 Salida Laguna Anaerobia	Jornada 6 horas	4.29	142.7	33.4	0.64	
	Jornada Diaria 8 horas		190.3	44.5	0.85	
Punto 5 – Salida Laguna Facultativa	Jornada 6 horas	3.29	52.1	20.8	0.73	
	Jornada Diaria 8 horas		69.5	27.7	0.98	
EFICIENCIA TOTAL			71.4%	78%	48.4 %	

ANALISIS: La carga en DBO y SST es mayor en mango que en vinos, debido a que el tiempo de descarga fue mucho mayor en el proceso de Frexco y al caudal de la descarga que también es más alto por el volumen de fruta que se procesa de mango respecto a lo elaborado en la planta de vinos.

El comportamiento del STAR en remoción no es el esperado, no se cumple en el momento con ninguno de los 3 parámetros de que trata el decreto 1594 en cuanto a las eficiencias de remoción del 80%, solo en SST la situación no es tan grave, pero para el caso de grasas y aceites el valor de la eficiencia es bajísimo, puede deber al bajo contenido que entra, y a que las grasas y aceites por sus compuestos muy estables no se descomponen fácilmente por acción bacteriana, contenidos altos de grasas y aceites pueden interferir en el intercambio de oxígeno disuelto y otros gases, afectando la vida biológica presente en el cuerpo de agua.

6.8.3 .ANALISIS DE RESULTADOS

La eficiencia en remoción de algunas de las unidades de tratamiento, para la jornada de muestre y análisis de aguas residuales se muestra a continuación.

Unidad De Tratamiento	Eficiencia % DBO5	Eficiencia % SST
Cajas De inspección-Punto Dosificación	14.3 %	27.1
Laguna Anaerobia	21.8%	65.4%
Laguna Facultativa	63.5 %	37.8%

Para el día de muestreo, las cajas de inspección presentan una remoción en sólidos baja, debería de aportar un mayor % de remoción, la laguna anaerobia tiene un buen funcionamiento en remoción de sólidos, pero un valor muy bajo en remoción de DBO5, para el caso de la alguna facultativa, su eficiencia de remoción para el día del muestreo es elevado, teniendo en cuenta el prolongado tiempo de retención del agua en esta unidad de tratamiento (15-17 días), en cuanto a remoción de sólidos es baja respecto a la laguna anaerobia su eficiencia, pero teniendo en cuenta que es una laguna de maduración, cumple bien esta función.

ANALISIS DE NORMATIVIDAD

Las normas que establece el Decreto 1594 de 1984 para los vertimientos líquidos a un cuerpo de agua se comparan a continuación con los resultados obtenidos en el STAR.

PARAMETRO	DEC. 1594 DE 1984	SISTEMA COMPLETO
PH	5 -9 unidades	6.37 – 6.27
Temperatura °C	Máximo 40 °C	27 °C
Grasas y Aceites	Remoción en Carga \geq al 80%	48.4 %
SST	Remoción en Carga \geq al 80%	78 %
DBO5	Remoción en Carga \geq al 80%	71.4%

- ✓ Los Valores de PH y temperatura obtenidos en el efluente cumplen con la norma. Las remociones obtenidas para **DBO y SST no cumplen**, en SST está cerca de Cumplirse el valor de la norma, pero la remoción en DBO es muy regular, para Las grasas no se cumple es muy buena la remoción, posiblemente porque el Contenido a la entrada es muy bajo.
- ✓ Para el cálculo de la carga contaminante inicial y final, se sumaron las cargas de los efluentes 1 y 2 en la entrada al sistema y se hizo el equivalente del caudal de lavado de tanques en Casa Grajales cuya descarga duro una hora a las 8 horas del proceso de Frexco. El caudal de salida es una descarga manual, se igualo a este caudal de entrada.
- ✓

6.9 CARACTERIZACIÓN DE AGUAS RESIDUALES, PROCESO MARACUYA

Se llevo a cabo una segunda caracterización para el proceso de producción de Maracuyá (Frexco), debido a que es un proceso significativo en la planta, por la cantidad fruta procesada y la carga en caudal y sólidos que este proceso genera.

Fecha: 23 – Julio -2010

Datos de caracterización, Entradas

PARAMETRO	Punto 1 Entrada- Maracuyá	Punto 2 Entrada a Tanques
DBO5 (mg O2/ L)	2412	1965
DQO (mg O2/ L)	4956	2500
Grasas (mg/L)	32.8	22.9
SST (mg/L)	1860	1368
ST (mg/L)	3640	2720
Acidez (mg/L CaCO3)	998	

**Solo se hace análisis de acidez para la entrada al sistema del caudal proveniente de producción.*

ANALISIS: Los valores de DBO y DQO descienden entre la entrada al STAR y la entrada a tanques, debido posiblemente a la dilución que hacen otras aguas vertidas al sistema diferentes a las objeto de tratamiento. En cuanto a la acidez medida a la entrada es alta en comparación a la **caracterización de mango**, y cercana al valor de **vinos**, esto porque en el proceso de elaboración se emplean insumos diferentes al resto de la fruta, y el agua presenta valores de pH ácidos entre 4-5 unidades.

Datos Del Análisis, Salidas

PARAMETRO	Punto 3 Salida Laguna Anaerobia	Punto 4 – Salida Laguna Facultativa (salida STAR)
DBO5 (mg O2/ L)	1040	812
DQO (mg O2/ L)	2054	1580
Grasas (mg/L)	8.2	6.1
SST (mg/L)	780	568
ST (mg/L)	1900	1055

ANALISIS: La concentración de DBO a la salida de ambas lagunas es mucho mayor a las presentadas en caracterizaciones anteriores, especialmente de **mango y vinos**, esto debido a la diferencia de procesos y a que hay variaciones en la eficiencia de la laguna anaerobia, estas variaciones también pueden presentarse debido a que solo se hizo vertimiento de un tipo de proceso, a diferencia de la caracterización anterior que presentaba un vertimiento combinado de procesos totalmente diferentes.

- **Cargas Contaminantes**

SITIO	PERIODO	CAUDAL L/s	DBO5 Kg/d	SST Kg/d	GRASAS Y ACEITES
Punto 1 Entrada- Maracuyá	Jornada 6 horas	3.14	164	126.2	2.22
	Jornada Diaria 8 horas		218.1	168.2	2.96
Punto 2 Entrada A Tanques	Jornada 6 horas	2.86	121.4	84.5	1.41
	Jornada Diaria 8 horas		161.9	112.7	1.89
Punto 3 Salida Laguna Anaerobia	Jornada 6 horas	3.42	76.8	57.6	0.61
	Jornada Diaria 8 horas		102.4	76.8	0.81
Punto 4 – Salida Laguna Facultativa	Jornada 6 horas	3.14	55.1	38.5	0.41
	Jornada Diaria 8 horas		73.4	51.4	0.55
EFICIENCIA TOTAL			66.3%	69.4%	81.4 %

La eficiencia de sistema general se calculo con base en la suma de caudales y cargas de entrada y con un caudal a la salida de la laguna facultativa, igual al caudal de entrada, puesto que el caudal de descarga es muy alto y se hace eventual.

ANALISIS: La carga contaminante a la entrada es cercana al valor del proceso de mango, esto corrobora que ambos procesos son los más representativos en Frexco por aporte de caudal y de carga en DBO y SST, aunque para estos días de caracterización el proceso de maracuyá presenta más alta carga de sólidos suspendidos, esto puede deberse a la característica de la fruta y a los volúmenes procesados, los lavados aportan gran parte de estos sólidos.

En cuanto a grasas y aceites es mayor a mango, puede darse debido al aporte de estos compuestos de la semilla de maracuyá, como ya se menciono el volumen de fruta procesada fue alto (30-80 ton). La remoción para este parámetro se cumple este día.

El comportamiento de la de remoción de las lagunas y en si del STAR sigue la misma línea en cuanto a incumplimiento de eficiencia de remoción en DBO y SST, aunque disminuyo más que en caracterizaciones anteriores debido posiblemente : los cortos circuitos de la laguna anaerobia, al trabajo intermitente de las lagunas y muy posiblemente a la infiltración que se presenta en un costado pues por allí un contenido considerable del volumen contenido se desborda sobre el dique y no llega a la laguna facultativa afecta los tiempos de retención y origina contaminación sobre suelos aledaños.

Cabe anotar que la presente caracterización venía precedida de varios días sin vertimiento a la laguna lo que acentúa mas el trabajo intermitente de ambos reactores, el proceso de degradación de materia orgánica puede desestabilizarse y las repercusiones y efectos se ven plasmados en que el sistema no remueve las cargas que por ley debería.

6.9.1 .ANALISIS DE RESULTADOS

La eficiencia en remoción de algunas de las unidades de tratamiento, para la jornada de muestreo del proceso de maracuyá se muestra a continuación.

Unidad De Tratamiento	Eficiencia % DBO5	Eficiencia % SST
Cajas De inspección-Punto Dosificación	25.8 %	33 %
Laguna Anaerobia	36.8 %	31.9 %
Laguna Facultativa	28.3 %	33.1%

Para el día de muestreo (proceso maracuyá), las cajas de inspección presentaron una remoción en sólidos baja, así como en el caso del análisis de guas para proceso de Mango y Vinos, debería por tanto aportar un mayor % de remoción, la laguna anaerobia presenta baja eficiencia en remoción de sólidos, y un valor muy bajo en remoción de DBO5, así como en la caracterización anterior, para el caso de la alguna facultativa, su eficiencia de remoción para el día del muestreo es bajo para DBO5, aun en relación a la remoción presentada en el muestreo anterior (mango-vinos). En cuanto a remoción de sólidos permanece estable respecto a la caracterización anterior.

ANALISIS DE NORMATIVIDAD

Las normas que establece el Decreto 1594 de 1984 para los vertimientos líquidos a un cuerpo de agua se comparan a continuación con los resultados obtenidos en el STAR.

PARAMETRO	DEC. 1594 DE 1984	SISTEMA COMPLETO
PH	5 -9 unidades	5.9 – 7.1
Temperatura °C	Máximo 40 °C	26 °C
Grasas y Aceites	Remoción en Carga \geq al 80%	81.4 %
SST	Remoción en Carga \geq al 80%	69.4 %
DBO5	Remoción en Carga \geq al 80%	66.3%

- ✓ Los Valores de PH y temperatura obtenidos en el efluente cumplen al igual que el proceso de vino y de mango con la norma.
- ✓ Las remociones obtenidas para DBO y SST, no cumplen con la norma, en SST está la eficiencia es menor a la anterior caracterización y se está por debajo de la norma, pero la remoción en DBO es más baja que la anterior no cumple con el Decreto, para las grasas es buena la remoción, posiblemente porque no hubo un afluente combinado, solo se trataba del vertimiento de maracuyá. El caudal de salida es una descarga manual, se igualo este caudal al de Entrada.

❖ REPORTE DE VERTIMIENTOS DE (1) SEMANA DE PRODUCCION EN FREXCO

Con el objetivo de conocer las características de las aguas residuales vertidas por Frexco en otros procesos de producción diferentes de mango y maracuyá, o cuando se hacen vertimientos de más de una fruta procesada al día, se toman muestras en una semana normal de producción.

Con esta información se complementan las caracterizaciones anteriores al tener más datos con los cuales poder calcular las cargas con las cuales trabajan actualmente las lagunas.

pH	DBO (mg/l)	SST (mg/l)	PROCESO	Q	DBO (Kg/d)	SST (Kg/d)	Horas
6.5	604	95	Mora	1.83	31.83	5.01	8
5.9	350	115	Guayaba	1.7	28.97	9.15	13
6.05	478	245	Mora-mango	2.44	44.2	22.6	10.5
7.1	198	25	Papaya	0.97	5.53	0.70	8
6.4	570	89	Mora	2.21	70.01	11.33	16
7.2	972	558	Mango -maracuyá	2.63	92.43	52.83	10
5.9	942	942	Lulo	2.79	85.15	85.15	9
6.3	307	328	Guayaba	1.79	15.69	16.91	8
7.5	714	160	Lulo, Mora, Fresa	2.33	68.21	14.76	11
6.1	994	678	Guayaba-Mango	1.81	90.02	61.85	14

ANALISIS: Se puede apreciar cierta variación de un grupo de frutas (lulo,mango,mora) respecto a la papaya en cuanto a las concentraciones de DBO, para el caso de papaya es baja la concentración y la carga debido a que solo se hace lavado de fruta, en cuanto a lulo, guayaba, mora y mango los datos de DBO en carga y concentración son más altos, son frutas que pasan por toda la línea de producción por tanto tiene separación de la cascara, extracción de la semilla y producción de pulpa, lo cual hace que haya vertimiento en varios puntos de la línea y con diferentes sólidos que intervienen en cada etapa de proceso.

Para estas mediciones los datos de carga de mango son menores a la caracterización anterior debido a que para este caso era mango en reproceso, es decir, un mango ya procesado que alimentaba de nuevo la línea de producción, se puede apreciar también que cuando se manejan frutas simultáneamente, aumenta la concentración en DBO y en SST.

En cuanto a la carga de SST los valores más altos los aporta el proceso de lulo, debido a los volúmenes que se procesaron y a la procedencia de la fruta, también se presentan valores altos en los procesos simultáneos, lo que es de esperarse porque hay vertimiento de aguas con distinto tipo de frutas procesadas y distintos tipos de sólidos. Procesos como papaya y guayaba presentan valores bajos no se generan muchos sólidos en estos procesos.

6.10 CONSOLIDACIÓN DE INFORMACIÓN Y FORMULACIÓN DE ALTERNATIVAS DE OPTIMIZACIÓN PARA EL STAR

✚ **Consolidación De Información:** Inicialmente se identificaron unas propuestas para realizar unas actividades o algunas obras menores que podrían llevarse a cabo de manera inmediata.

a. Adecuación del punto de dosificación

Para mejorar el proceso de dosificación de soda caustica, se instalo techo protector en lamina, para resguardar de aguas lluvias las canecas donde se hace la preparación de este producto empleado en la estabilización del PH. (Ver Fotografía 141,142)

Fotografía 141 Reparación del techo del punto de dosificación



Fotografía 142. Techo punto de dosificación reparado



Fuente. El Autor

b. Adecuación del lecho de secado

Debido a que el lecho de secado no contaba con un techo en buenas condiciones, se logro adecuar el techo averiado, mediante la instalación del plástico adecuado para el proceso de secado de los lodos allí depositados y así poner en funcionamiento normal esta unidad de tratamiento, para posteriormente poder dar uno uso adecuado a estos lodos que se convierten en sólidos secos, de manera tal que causen un bajo impacto en el ambiente. (Ver Fotografía 143)

Fotografía 143 Restauración del lecho de secado



Fuente. El Autor

c. Disposición final de residuos de tipo orgánico del STAR.

Con el fin de evitar potenciales impactos al medio ambiente por la inadecuada disposición final de residuos orgánicos, se implemento en asocio con la empresa Grajales S.A, un programa de Compostaje para aprovechar dichos residuos, este material orgánico objeto de este tratamiento o aprovechamiento fue:

- ✚ Sólidos Del Lecho De Secado
- ✚ Materia Orgánica Vegetal
- ✚ Residuos Sedimentados En Las Cajas De Inspección
- ✚ Residuos De Fruta Sobrantes Del Proceso De Elaboración De Pulpas
- ✚ Residuos Orgánicos De Uva Separados Antes Del Proceso De Producción De Vino

Fotografía 144, Residuos lecho de secado Fotografía 145. Residuos de cajas de inspección



Fuente. El Autor

Fotografías 146, 147 Residuos del área de producción, Frexco – Casa Grajales



Fuente. El Autor

Fotografía 148 Almacenamiento residuos



Fuente. El Autor

Fotografía 149 Apilamiento de residuos



Fotografía 150. Abono orgánico



❖ FORMULACION DE PROPUESTA DE OPTIMIZACION

Se plantea la propuesta de optimización para las unidades de pre-tratamiento, tratamiento primario y biológico, con el fin de mejorar sus condiciones de operación, manejo y mantenimiento y que a futuro el STAR pueda cumplir con la normatividad ambiental vigente.

La propuesta se plantea con base en la información obtenida en las fases anteriores del proyecto, en especial en lo referente a las memorias de cálculo o de diseño del sistema, como también las mediciones de caudal, las caracterizaciones de agua residual y el Diagnostico del estado actual de cada uno de los componentes del STAR.

La propuesta de optimización incluye medidas o actividades de mejora para los siguientes componentes:

1. Línea De Conducción De Aguas Al STAR
2. Caja Receptora De Vertimientos
3. Cajas De Inspección
4. Retención De Sólidos (Pretratamiento)
5. Punto De Dosificación De Soda Caustica En Escama
6. Control y Medición de PH
7. Sistema De Bombeo
8. Lecho De Secado
9. Laguna Anaerobia
10. Laguna Facultativa

6.10.1 MODIFICACION DE LA LINEA DE CONDUCCION DE AGUAS RESIDUALES, DESVIO DE AGUAS

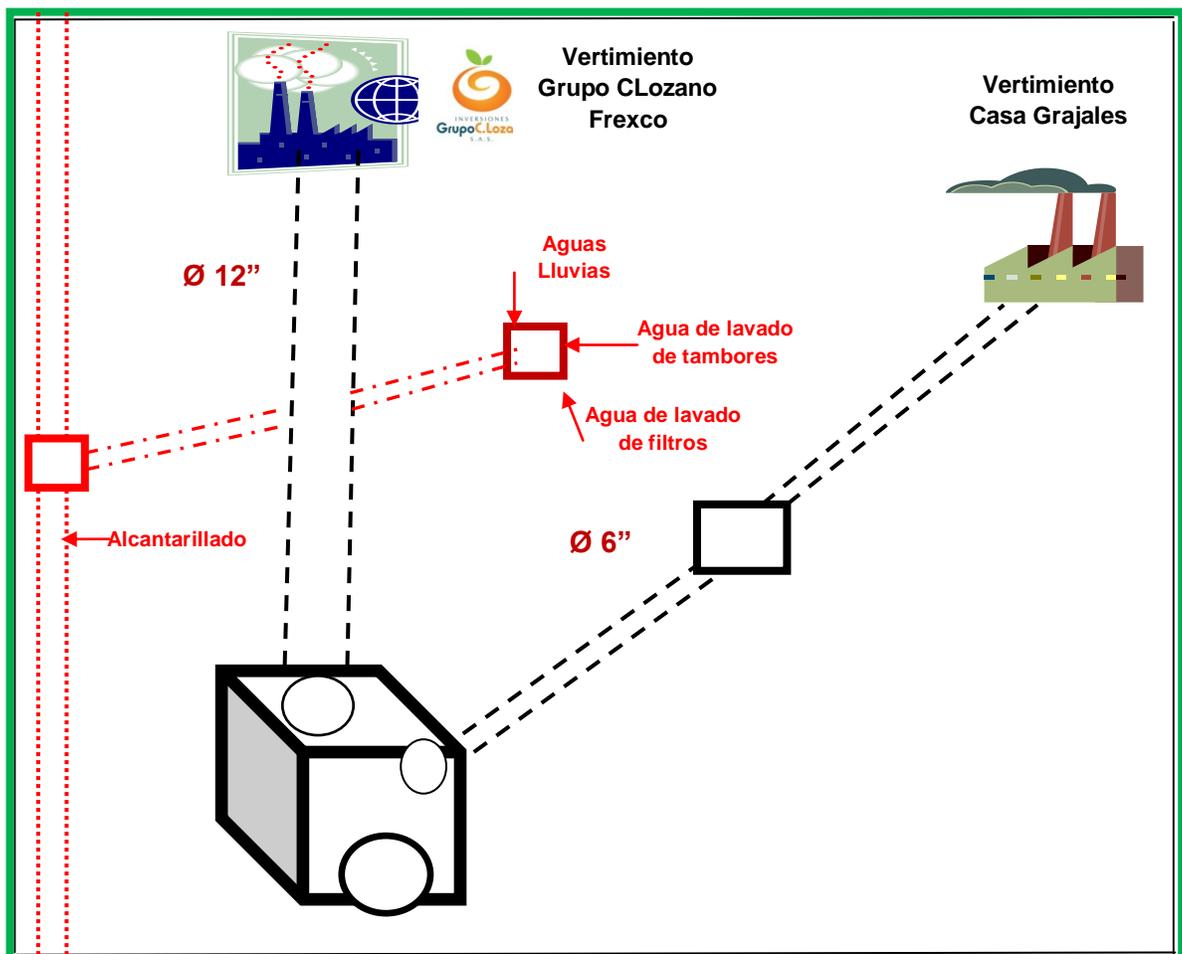
OBJETIVO

Inicialmente y como parte del plan de mejoramiento que debería adoptarse para el STAR, esta la modificación de la línea de conducción, más exactamente realizar el desvío de algunas aguas de lavado (tolva, tambores, filtros de arena y carbón activado) y algunas aguas lluvias que se hacen en esta zona, para que no conecten a la caja receptora del sistema de tratamiento, sino que queden conectadas a la línea de conducción del alcantarillado.

JUSTIFICACION

Este tipo de aguas se deben sacar de la línea de aguas residuales vertidas, pues esto aumentaría el tiempo de retención en las unidades y aumentaría las eficiencias de las mismas, de la misma manera disminuiría la dilución real de las aguas residuales y esto daría una visión más aproximada de la remoción que se quiere tener en cada unidad.

Figura 35. Línea De Conducción (Solo Vertimientos Industriales)



6.10.2 CONSTRUCCION DE CAJA RECEPTORA DE VERTIMIENTOS

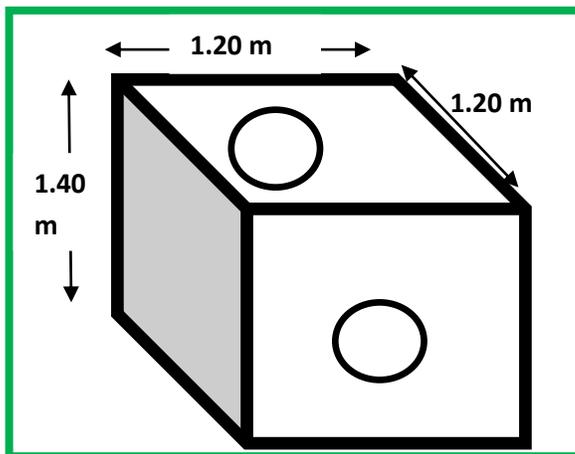
OBJETIVO

Debido al mal estado de la caja receptora, como se puede apreciar en la fase de diagnostico, esta caja debe ser construida nuevamente en su totalidad, y debe además construirse siguiendo ciertas especificaciones técnicas que garanticen un buen funcionamiento de esta y que tenga una larga vida útil dentro del STAR.

JUSTIFICACION

La caja debe construirse de nuevo porque el estado actual es deplorable, sus paredes están derrumbadas, la ubicación de las tuberías de entrada no son lo ideal, el fondo es irregular y desprende materiales y arena. Se debe construir completamente, para garantizar una buena recepción del agua residual de manera que se puedan identificar claramente los vertimientos, que se facilite la labor del operario en cuanto a su uso y manipulación y que brinde condiciones de seguridad para personal externo que requiera realizar ciertas actividades de control y vigilancia al STAR. Debe cumplir ciertas especificaciones para evitar caída de aguas lluvias por escorrentía.

Caja Receptora De Vertimientos: La caja receptora se debe construir de las siguientes dimensiones:



CARACTERÍSTICAS

- Caja fundida en concreto (con hierro)
- Fondo (piso) nivelado
- Revestimiento total de la caja con SIKAWAR para impermeabilizar y proteger de corrosión
- Se reforma la misma tapa, pero se parte en dos secciones para dividir su peso y mejorar su manipulación.
- Se hace marco de encaje para la tapa, y el borde de la caja debe sobresalir varios centímetros del terreno

Condiciones De Construcción: Dentro de los criterios a considerar que se mencionaron anteriormente, esta la división de la tapa de protección y la construcción del borde de la caja por encima del perfil del terreno. (Ver Fotografía 151)

Fotografía 151 Condiciones de la caja



Fuente. El Autor

6.10.3 ADECUACION DE CAJAS DE INSPECCION

Caja De Inspección No. 2: Esta caja sería la única que cumpliría única y explícitamente la labor de control de obstrucciones en tuberías, y que no aplicaría para instalación de rejilla que retenga sólidos. (Ver Fotografía 152)

Fotografía 152. Caja No. 2



Fuente. El Autor

Esta caja para cumplir con su objetivo dentro de la línea de conducción debe ser reformada y ser adecuada para mejorar su manipulación y mantenimiento por parte del operario del STAR.

ADECUACIONES A REALIZAR

REFORMAS A REALIZAR

- Resane de la caja en sus paredes, para reparar la corrosión causada por el contacto con las aguas residuales
- Lavado total de la caja con hipoclorito, para desinfectar
- Nivelación del piso de la caja, para mejorar la circulación del flujo del agua, evitar zonas muertas en la caja y prevenir desprendimiento de material del fondo
- Revestimiento total de la caja con SIKAWAR para impermeabilizar y proteger de corrosión
- Se reforma la misma tapa con que cuenta la caja, pero se parte en dos secciones para dividir su peso para el operario y mejorar su manipulación.
- Se debe hacer marco de encaje para la tapa, y mejorar los alrededores de la caja excavando a su alrededor para sobresalir pueda sobresalir varios centímetros del terreno, y evitar llegada de aguas lluvias por escorrentía

Adecuaciones: Dentro de las adecuaciones a considerar que se mencionaron anteriormente, esta la división en 2 partes de la tapa de protección y lograr que el borde de la caja este por encima del perfil del terreno. (Ver Fotografía)



❖ ADECUACION DE CAJAS DE INSPECCION

Para las dos cajas de inspección restantes, se propone restaurarlas por encontrarse en mal estado e introducir una serie de modificaciones que permitan que estas cajas sirvan para retención de sólidos de diferente diámetro, por medio de la instalación en su interior de rejillas de retención.

Caja De Inspección No. 1 y No. 3

OBJETIVO

Debido a la ausencia de sistema de retención de sólidos en el STAR, se propone adecuar 2 cajas de inspección existentes, para lograr instalar al interior de estas 2 sistemas de rejillas dobles, que ayuden a retener partículas presentes en el agua de diversos diámetros, y mejorar las condiciones de operación y mantenimiento en el sistema.

JUSTIFICACION

El STAR, actualmente no cuenta con rejillas para retención de sólidos, es por este motivo que se hace necesaria la instalación de este tipo de estructuras, que sean eficientes en remoción y retención de partículas disueltas en el agua. Con la instalación de estas rejillas se estaría ayudando a la remoción de SST, además de aminorar la carga de residuos orgánicos que llegan al sistema de tratamiento, y a unidades de tratamiento como el Sedimentador, lecho de secado y laguna anaerobia, mejorando así el funcionamiento y operación de estos componentes, colaborando así con el aumento de la eficiencia del sistema de tratamiento, factor que hoy es prioritario solucionar en el sistema.

A continuación se mencionan pequeñas adecuaciones a realizar, como también las modificaciones a introducir para mejorar el funcionamiento de ambas cajas.

ADECUACIONES

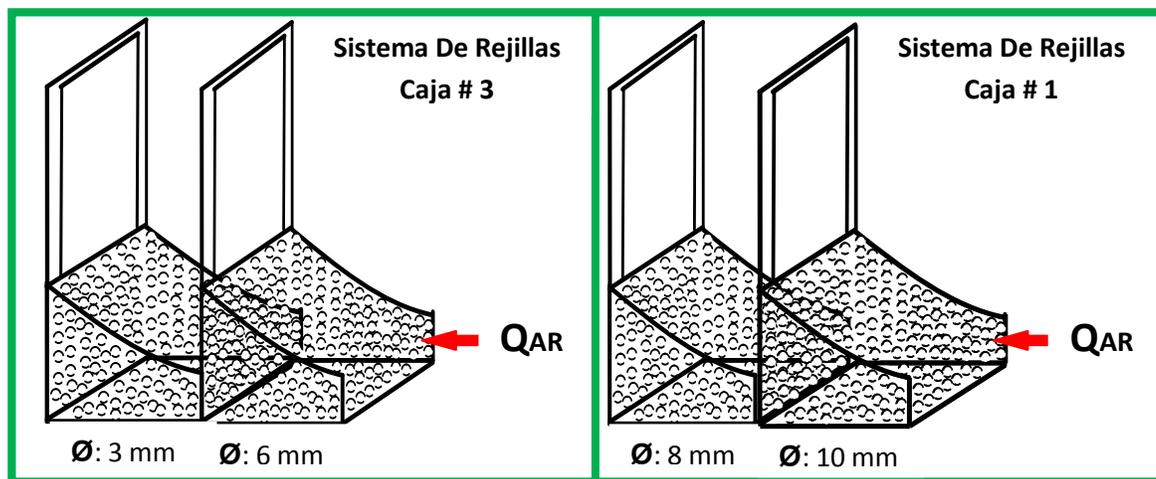
- Resane de la caja en sus paredes, para reparar la corrosión causada por el contacto con las aguas residuales
- Lavado total de la caja con hipoclorito, para desinfectar
- Revestimiento total de la caja con SIKAWAR para impermeabilizar y proteger de corrosión
- Demolición y Nivelación del piso de la caja, para mejorar la circulación del flujo del agua, evitar zonas muertas en la caja y prevenir desprendimiento de material del fondo

MODIFICACIONES

- Se reforma la misma tapa, pero se parte en dos secciones para dividir su peso y mejorar su manipulación.
- Construcción De caja en acero inoxidable de 1Mt X 1Mt, para instalar al interior de las 2 cajas.
- Instalación de sistema de rejillas doble para cada una de las cajas

❖ MODIFICACIONES PROPUESTAS

Se propone instalar al interior de ambas cajas de inspección una caja de acero inoxidable, para mejorar las condiciones de sumergencia en la caja, además de garantizar una mejor manipulación y un mejor mantenimiento del sistema de rejillas que se pretende instalar. A continuación se presenta un esquema del sistema de rejillas propuesto.



Materiales: A continuación se detallan algunos de los materiales necesarios para la construcción de las cajas en acero inoxidable y del sistema de rejillas)

Material	Cantidad
Lamina acero inoxidable (1 x 2mts)	2 .5
Lamina acero inoxidable perforada (1x2mts)	2
Tubo acero inoxidable clase 10 de 1/2	4
Codo soldable Inoxidable	4
Soldadura de aporte inoxidable	5 kg

Para tener clara cuenta de lo que se propone realizar, a continuación se muestra un sistema de rejillas de retención y su funcionamiento al interior de una caja de inspección, similar al que se propone para el STAR. (Ver Fotografía 153-155)

Fotografía 153. Adecuación caja Fotografía 154. Instalación rejilla Fotografía 155. Rejilla propuesta



Fuente. El Autor



Fuente. El Autor



Fuente. El Autor

6.10.4 AFORADOR PARA CONTROL Y MEDICION DE CAUDAL

OBJETIVO

Dotar al sistema de tratamiento, de un aforador confiable y eficiente para el control diario y la medición de caudales que entran constantemente al sistema en los días de proceso productivo. Se propone adquirir una canaleta Parshall prediseñada, con capacidad para medir los caudales máximos y mínimos que entran a los tanques de homogenización, además se pretende coadyuvar con el aforador a una mejor dosificación de soda caustica.

JUSTIFICACION

Solucionar el problema originado por la ausencia de un aforador calibrado, seguro y confiable, que permita establecer claramente los flujos de entrada diarios al sistema de tratamiento, provenientes de los diversos procesos de producción llevados a cabo en el STAR. A través de la canaleta se puede a futuro considerar la aplicación de productos químicos que mejoren ostensiblemente la eficiencia de los procesos de tratamiento que allí se llevan a cabo, actualmente se hace necesaria la adquisición de la canaleta, para dosificar por caudal y por PH, la soda caustica en escama que se emplea en el STAR.

4.1 CANALETA PARSHALL

Su funcionamiento se basa principalmente en la medición de caudales en canales abiertos, siendo un sistema muy práctico debido a su sencillez de construcción y de operación, ya que se trata de un elemento de proporciones estandarizadas; con una o dos lecturas de niveles, es posible determinar el caudal.

Es de forma abierta tiene una sección convergente, una garganta, y una sección divergente. Este tipo de aforador ofrece varias ventajas tales como.

- + Perdida de carga menores
- + No influye la velocidad con que el agua se aproxima a la estructura
- + Tiene la capacidad de medir tanto con flujo libre como moderadamente sumergido
- + El agua tiene velocidad suficiente para limpiar los sedimentos
- + Opera un rango amplio de flujos

También la canaleta tiene unas desventajas que son:

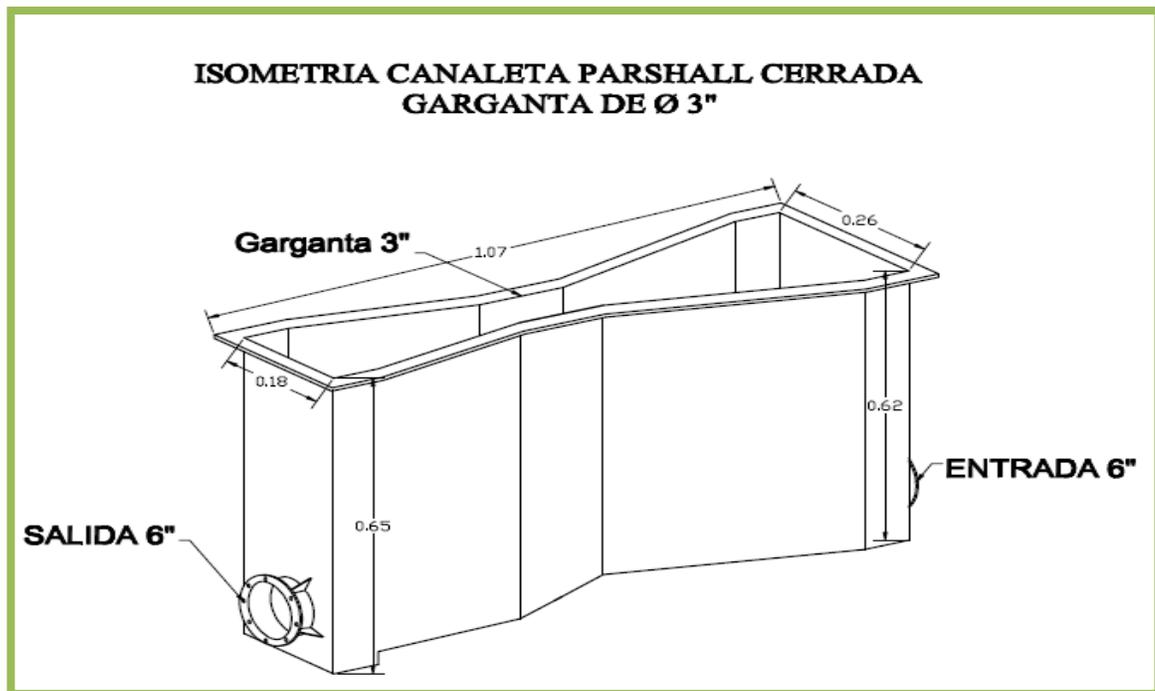
- + Más costoso respecto a otros aforadores debido a su fabricación e instalación.
- + La fabricación e instalación es crítica para que funcionen eficazmente.

CANALETA PARSHALL PROPUESTA: Para el STAR de ambas empresas, se propone la adquisición e instalación de una canaleta Parshall prefabricada, cerrada con una garganta de 3" en PRFV (poliéster reforzado con fibra de vidrio). (Ver figura 36)

La canaleta Parshall se clasifica en forma general según el ancho de garganta, para el caso de este sistema de tratamiento y debido a las mediciones de caudal realizadas y presentadas en capítulos anteriores, el ancho de garganta necesario para las mediciones es:

ANCHO DE LA GARGANTA (W)	CAPACIDAD (L/s)
3 pulgadas	0.9 - 32

FIGURA 36. DESCRIPCION GENERAL DE LA CANALETA PARSHALL



Para la construcción del sitio de instalación de la canaleta se debe considerar excavación de tierra (0.60 m³), retiro de material, cimentación, entre otras cosas que garanticen buenas condiciones de operación del aforador.



Fuente. El Autor



Fuente. El Autor

6.10.5 CONTROL DE pH

OBJETIVO

Contar en el sistema de tratamiento con el equipo de medición de pH, que permita controlar las aguas que entran a sistema, principalmente en cuanto a su acidez, pues las aguas de ciertos procesos presentan estas características perjudiciales para el tratamiento secundario llevado a cabo posteriormente.

JUSTIFICACION

Medir el pH del caudal afluente en cada día de proceso permitirá, controlar las aguas y estabilizarlas mediante la aplicación de un producto químico útil para este fin (soda caustica), de esta manera se podrá enviar unas aguas al Sedimentador y a las lagunas más estables, y con un pH neutro que no altere los procesos de digestión anaerobia que llevan a cabo los microorganismos en este reactor.

MEDICION DE PH: Con el fin de lograr el objetivo de controlar el pH de las aguas que entran al STAR, se harán mediciones de pH cada 20 minutos, en la caseta de trabajo de operario del Sistema, tomando las muestras de la misma manera que están estipuladas en el **Formato. Control de pH**, ya implementado y el cual ya se encuentra funcionando, pero que actualmente no se controla la medición con la rigurosidad de las mediciones en ese intervalo de tiempo propuesto.

EQUIPO PROPUESTO: A continuación se presentan el pHmetro propuesto para ser adquirido por parte de ambas empresas.

PHMETRO EXTECH pH100

CARACTERISITICAS

RANGO PH 0.00-14.00 PH
TEMPERATURA -5 a 90°C (32-194°F)
15 LECTURAS EN MEMORIA
CALIBRACION AUTOMÁTICA : 4, 7, 10 PH



ESPECIFICACIONES

Indicador LCD multifunción con gráfica de barras.
Condiciones de operación 0 a 50°C (32 a 122°F)
Escala y precisión 0.00 a 14.00 / ± 0.01 pH típica Temp.
Compensación automática de 0 a 90°C (32 a 194°F)
Escala de temperatura -5 a 90oC (23 a 194oF)
Resolución de temperatura: 0.1o hasta 99.9 luego 1o en adelante
Precisión de temperatura $\pm 1^\circ\text{C}$ / 1.8°F [de -5 a 50oC (23 -122°F)] $\pm 3^\circ\text{C}$ / 5.4°F [de 50 a 90°C (122 -194°F)]
Memoria de medidas 15 lecturas rotuladas (numeradas) Tensión cuatro (4) baterías tipo botón 2032
Dimensiones 35.6x172.7x40.6mm (1.4x6.8x10.6")

6.10.6 DOSIFICADOR DE SODA CAUSTICA

OBJETIVO

Contar con un tanque dosificador de soda caustica en escama en el interior del STAR, de manera tal que se pueda cumplir eficientemente la dosificación del producto y poder garantizar un caudal afluyente con un pH neutro en la descarga siguiente al tratamiento secundario (lagunas de oxidación), especialmente estabilizar el PH de las aguas con alto contenido de acidez que fueron identificadas previamente, en el desarrollo de los procesos de elaboración de Casa Grajales y Frexco (proceso de vinos y de maracuyá)

JUSTIFICACION

Debido a que las unidades más especializadas de tratamiento de aguas residuales de ambas empresas son lagunas de oxidación, se debe hacer énfasis en el control del PH de las aguas que posteriormente van a ser conducidas hacia estas unidades, pues los procesos biológicos de degradación a pesar que son muy eficientes son también muy sensibles a los cambios en las características del agua entrante, es por esta razón que se hace imperiosa la necesidad de contar con un sistema sencillo pero eficaz que dosifique el producto estabilizador, en este caso la soda caustica en escama. Además se requiere calcular una dosis indicada por caudal que entra al sistema y que se cuente con el equipo idóneo y en buenas condiciones (válvula dosificadora de soda caustica- dispositivo dosificador de soda).

CARACTERISTICAS DEL EQUIPO DOSIFICADOR: En el equipo se utilizara soda caustica disuelta en agua a una concentración que garantice la neutralización de las aguas residuales que una vez medido su pH ameriten estabilización de sus condiciones acidas. (Ver figura 37)

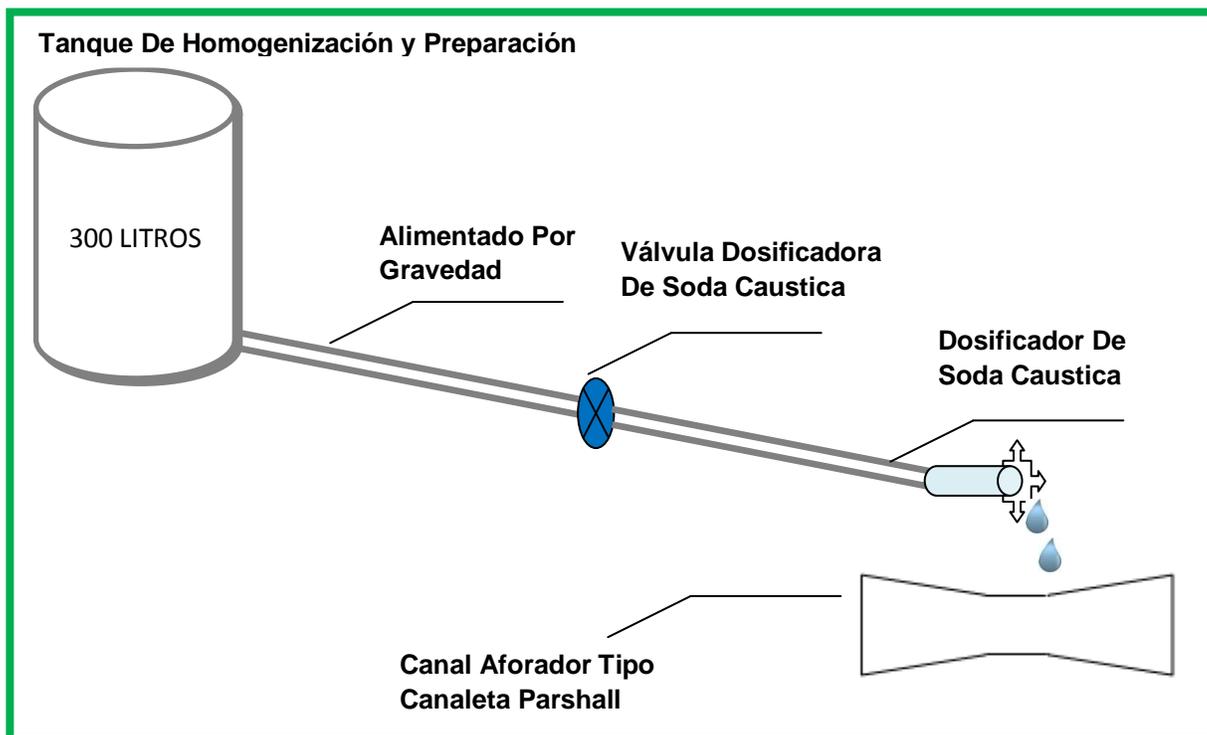
Tanque De Homogenización Y Preparación: En el cual se prepara la dosis que se adicionara al agua residual para neutralizarla.

Alimentado por gravedad: Que consiste en un ducto de transporte de la concentración preparada hasta la válvula reguladora y dosificadora del caudal.

Válvula Dosificadora: Que cumple la función primordial de regular la dosis de soda caustica requerida para la neutralización de las aguas residuales generadas en el proceso de producción de las empresas.

Punto De Dosificación De Soda Caustica: Que se instalara en la zona de turbulencia de la canaleta Parshall propuesta, para ser construida y aforar con ella los caudales de agua residual y la homogenización.

❖ FIGURA 37. EQUIPO DE DOSIFICACION DE SODA CAUSTICA



El tanque propuesto es de una capacidad de 300 litros, generalmente según los datos obtenidos en la descripción de las unidades de tratamiento, se preparan alrededor de 200 litros de agua + soda cáustica, en los días de proceso de maracuyá y de elaboración de vino, que son los procesos más críticos en cuando a la acidez de las aguas residuales.

Características De Un Sistema De Dosificación Convencional

A continuación y para tener una idea más clara del sistema de dosificación propuesto, se muestran las unidades que componen el equipo dosificador. (Ver Fotografía 158-160)

Fotografías 158, 159,160. Sistema de dosificación



Fuente. El Autor

Determinación de la dosis de soda caustica: La variable para determinar la dosis de soda a aplicar en el vertimiento que entra al sistema es el pH, de acuerdo a las mediciones realizadas en el STAR, se halló para que tipo de procesos es necesario hacer dosificación de este producto y las cantidades aproximadas, también durante qué actividades realizadas en las plantas se requiere neutralizar las aguas (lavado y desinfección).

Se logró establecer que procesos de fruta como: guayaba, tomate, guanábana, fresa, papaya, mora, mango, lulo, curuba, tienen un vertimiento de aguas con un pH que está en un rango aceptable para ser vertido al sistema sin afectar las lagunas, a continuación se presentan los valores típicos medidos para estos procesos:

Proceso	pH Entrada	pH Laguna anaerobia	pH Salida del STAR
Guayaba	6.4 – 6.9	6.9	6.5-7.6
Tomate	6.2-6.6	6.8	6.5-7.6
Guanaba	6.6-7.0	6.9	6.5-7.6
Fresa	6.1-6.6	6.9	6.5-7.6
Mora	6.2-6.6	6.7	6.5-7.6
Mango	6.7-7.4	6.8	6.5-7.6
Lulo	6.5-7.0	6.8	6.5-7.6
Curuba	6.2-6.6	7.0	6.5-7.6
Papaya			

Otros procesos como: maracuyá, lavado de piña y vinos, si presentaban valores ácidos en el vertimiento, en el caso de maracuyá y de vinos valores muy bajos de pH. Los datos típicos medidos se presentan a continuación:

Proceso	pH Entrada	pH Laguna anaerobia	pH Salida del STAR
Maracuyá	4.2 – 5.3	7.2-7.5	6.9-7.3
Piña	5-5.2	6.8-6.9	6.5-7.6
Vinos	3.2-3.6	6.7-7.3	6.3-6.7

La dosificación que se estaba realizando contemplaba diluir (1) un saco en (2) dos canecas con volumen de 200 lt (25 kg/caneca), esta dosis se aplicaba a cualquier agua entrante al sistema dosificando simultáneamente desde ambas canecas independiente del tipo de proceso que se manejara.

Al hacer el análisis se determinó que solo para el caso de proceso de: **maracuyá, piña, y elaboración de vinos**, requería tal factor de dilución y era efectivo para dejar las aguas en pH neutro, pero para el caso de los demás procesos no era en la mayoría de los casos necesario aplicar soda, y solo cuando se hacía lavado al inicio y final de la jornada con diluir 15 Kg/caneca, solo dosificando desde un recipiente de estos alcanzaba para tener valores de pH entre 6.5-7.2 unidades.

Nota: Las mediciones de pH se llevaron a cabo durante 4 meses en varios puntos del STAR, se tomaban datos cada media hora para analizar la variación de pH en los vertimientos dependiendo el proceso que se estuviera trabajando.

6.10.7 CANAL DE ENTRADA A TANQUES

OBJETIVO

Restaurar la recamara de llegada del agua y el canal de alimentación de las aguas residuales que van a los tanques de homogenización, no dosificar mas sobre la recamara para evitar más su deterioro, y menos a un después de ser restaurada. Restaurar las filtraciones que tiene la recamara y el canal y que originan perdidas de agua que entran, provocando estas estancamiento.

JUSTIFICACION

La reparación de estas estructuras se hace necesaria, para garantizar buenas condiciones de manejo y operación del sistema de alimentación de los tanques, además de evitar que las paredes y el fondo de estas se siga deteriorando y presentando desprendimiento del material con que fueron construidos (arena – balastro). Sea hace urgente la relación de dichas estructuras porque debido a su deterioro presentan unas fisuras, por donde parte del agua residual que entra al sistema se infiltra y va a dar al terreno aledaño, quedando estas estancadas sobre la superficie del terreno causando malos olores y proliferación de vectores en el área del STAR.

Reparaciones: Para solucionar los problemas ocasionados por el mal estado estructural de la recamara de entrada y del canal de alimentación se requiere:
(Ver Fotografía 161)

ADECUACIONES

- Resane de la recamara de entrada y el canal en sus paredes y el fondo, con concreto, para reparar la corrosión causada por el contacto con las aguas residuales
- Lavado total de la caja con hipoclorito, para desinfectar
- Revestimiento total de la caja con SIKAWAR (referencia de producto para impermeabilizar) para proteger de corrosión, y solventar la problemática presentada por infiltraciones
- Demolición y Nivelación del piso de la recamara de entrada, para mejorar la circulación del flujo del agua, y prevenir desprendimiento de material del fondo

Fotoarafia 161. Fuaga de aaua residual



Fuente. El Autor

6.10.8 SISTEMA DE BOMBEO

OBJETIVO

Lograr que el sistema de bombeo tenga las condiciones óptimas para llevar a cabo su manejo, operación y mantenimiento, de manera tal que el equipo pueda hacer el bombeo del agua residual proveniente de los tanques hacia el Sedimentador.

JUSTIFICACION

Tener en optimas condiciones en su funcionamiento el equipo de bombeo es indispensable para los procesos de tratamiento siguientes a los tanques de homogenización, a pesar de que generalmente el periodo laboral de producción industrial es de 7.75 horas, es decir, el equipo no trabaja las 24 horas del día, es imprescindible que la bomba funcione de manera eficiente, pues el agua que entra al STAR, y que se amortigua en los tanques debe ser bombeada a Sedimentador y posteriormente a las lagunas, para cumplir con la fase de tratamiento secundario (biológico), vital para cumplir con el tratamiento de las aguas residuales, y no se cuenta con otro sistema alternativo de conducción de estas aguas.

Reparaciones: Como se mostro anteriormente en la fase de diagnostico el equipo de bombeo requiere de unas reparaciones en la tubería de conducción del agua impulsada por la bomba sumergible, con el fin de evitar filtraciones de agua y perdida de carga en el proceso de bombeo. Se identificaron las necesidades del equipo y se propone reparar la tubería, a continuación se relaciona la necesidad en materiales.

Fotografia162. Tubería, sistema de bombeo

MATERIALES NECESARIOS

- ADAPTADOR HBRA PVC PR 3"
 - ADAPATADOR MACH PVC PR 3" – 4"
 - BUJE PVC PR 4" X 3"
 - CODO PVC PR 3" X 90
 - LIMPIADOR PVC PAVCO ¼
 - SOLDADURA PVC PAVCO ¼
 - TAPON HBRA PVC PR ROSC 4"
 - TIRO PVC PP II / MECANICA 3" X 6 MT
- Fuente. El Autor PVC SOLD – ROSC 3" Y 4"



6.10.9 SEDIMENTADOR DE PANTALLAS/MAMPARAS INCLINADAS

OBJETIVO

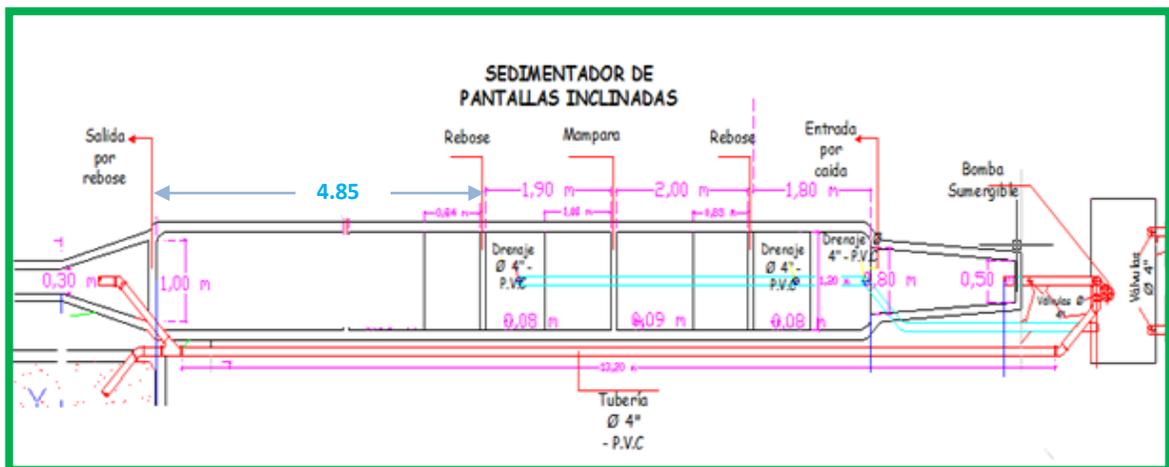
Mejorar el proceso de sedimentación a través de modificaciones que puedan llegar a favorecer el funcionamiento del Sedimentador, volviendo este más útil y más eficiente en cuanto a la remoción de los sólidos necesarios de eliminar en esta fase de tratamiento.

JUSTIFICACION

Mejorar el funcionamiento del proceso de sedimentación ayudará a tener una mayor eficiencia de remoción de sólidos y aliviar así la carga de desechos de tipo orgánico que van al sistema de lagunas de oxidación, especialmente a la laguna anaerobia. Además el buen funcionamiento del sedimentador permitirá mejorar la eficiencia total del sistema de tratamiento en cuanto a la eficiencia de remoción que por ley deben cumplir las empresas, y que actualmente no se cumple.

MODIFICACION PROPUESTA: Con el propósito de optimizar el proceso de sedimentación, se sugiere inicialmente regular el caudal de entrada al sedimentador, pues el agua proveniente del bombeo no es constante, y debe suministrarse el caudal de acuerdo a la capacidad de la unidad de sedimentación.

Por otro lado se propone también dejar únicamente un par de tabiques o de mamparas para separación de sólidos y eliminar una de las mamparas existentes, para así dejar la zona de reposo un poco más larga para que el tiempo de sedimentación sea más efectivo, así pues la última zona (de reposo), pasaría de tener 2.85 M a quedar de 4.85 M (Ver Grafica)



6.10.10 ADECUACION Y CONSTRUCCION DE LECHOS DE SECADO

Generación de lodos: Aunque la producción de las empresas no es regular y en temporada baja el lecho existente puede ser suficiente con una capacidad aproximada de 12 m³ (agua + lodos), el tiempo de secado de 2 semanas es muy elevado y el sistema queda sin un sitio para disponer lodos que se sigan generando, en especial cuando se entra en alta producción en Frexco los meses de junio y julio, y en Casa Grajales entre Octubre y Diciembre, el lecho es insuficiente para los volúmenes de lodo que se generan por semana, esta cantidad está por el orden de **3.5 – 3.8 m³**.

Debido a esta situación se propone la división de la unidad existente en 3 lechos más pequeños con capacidad c/u de 4m³, de igual manera y para contrarrestar la alta generación de lodo en temporada alta, se propone la construcción de 2 unidades (**5m x 3m x 0.9m altura útil**), con divisiones de 3 lechos cada uno, con una capacidad de 4 m³ por compartimiento, de tal manera que se contaría con 9 lechos pequeños.

Fotografía 163. Sitio ubicación nuevo lecho de secado

- ✚ **Generalidades del lecho de secado:** Se identifica el posible sitio o área donde se podrían construir los nuevos lechos de secado, es un terreno inclinado contiguo al lecho existente, la alimentación se hará por tubería de PVC de $\varnothing = 6''$, impulsando agua + lodos a través de la bomba sumergible. (Ver Fotografía 163)



Fuente. El Autor

- ✚ **Geometría:** Los muros laterales del lecho tendrán un borde libre entre 0.5 y 0.9 m por encima de la arena. Debe asegurarse que no existan filtraciones laterales a través de los muros separadores

✚ **Drenajes**

1. Utilizar como medios de drenaje capas de grava y de arena, de ser posible se puede complementar el medio de filtración con geo membrana.

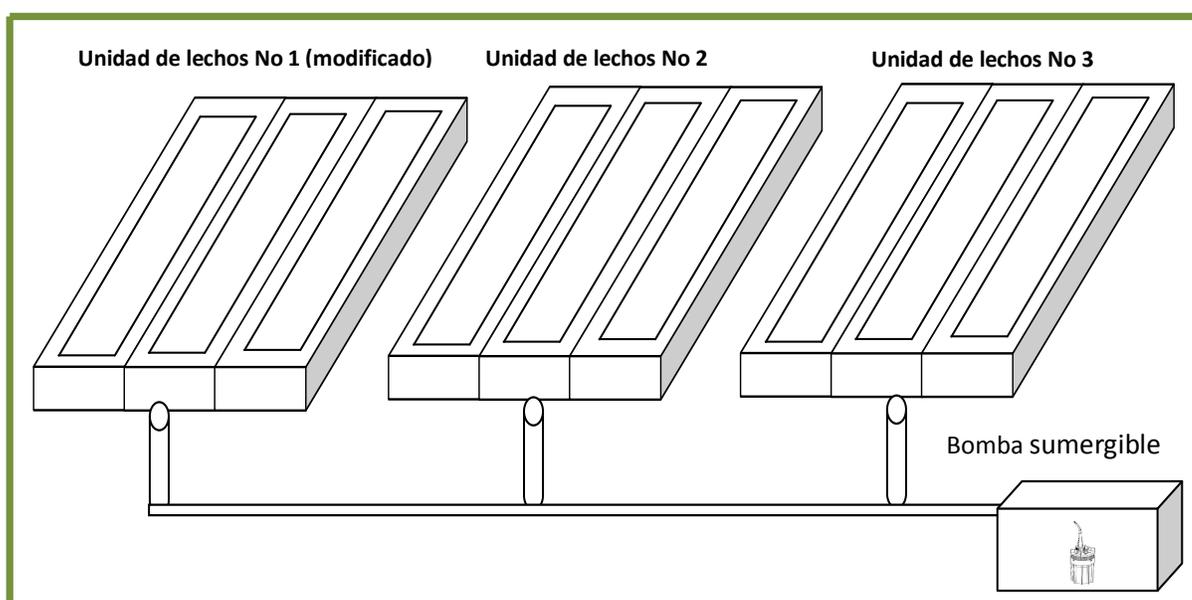
- ✚ **Granulometrías:** Las partículas de grava deben presentar un diámetro entre 3 y 25 mm. La arena debe presentar las siguientes especificaciones: 1) partículas limpias, duras, durables y libres de arcilla, polvo, ceniza u otro material extraño (2) el tamaño efectivo de los granos de arena debe estar entre 0.3 y 0.75 mm.

Agua percolada: El agua que se filtra a través del medio dispuesto para tal fin se puede recoger por tubería en cada lecho, y conectar estas 3 tuberías a una caja donde se instale una pequeña bomba sumergible de 2HP, con el fin de bombear el agua percolada ya filtrada y emplearla en riego de zonas verdes, de especies sembradas como barrera rompevientos y de especies ornamentales sembradas actualmente en el área donde opera el STAR.

❖ LECHOS DE SECADO PROPUESTOS

A continuación se muestra el esquema de lechos de secado propuesto a ser construido en las instalaciones del sistema de tratamiento. (Ver figura 38)

Figura 38. Lechos de secado propuestos



Ciclo de funcionamiento: Teniendo en cuenta las condiciones de operación del sistema, se puede disponer lodos en los lechos 2 días a la semana (miércoles-sábado), en la semana 1 se llenaría la **unidad de lechos No. 1**, llenando una parte el miércoles y completando el llenado el sábado, al miércoles siguiente de la semana 2 se empezaría el llenado de la **unidad No. 2** y ya se habría avanzado en el secado de la Unidad 1, para el sábado se completaría el llenado de esta unidad, al miércoles de la semana 3 se tendría libre la unidad No. 1 y se empezaría el llenado de la **unidad de lechos No. 3**. De esta manera al emplear la ultima unidad ya se tendría una unidad libre disponible totalmente y se estaría avanzando en el secado de la unidad 2, garantizando un área suficiente de secado al ampliar la capacidad de disposición de lodos del STAR.

6.10.11 DISEÑO DE UNA LAGUNA DE OXIDACION ANAEROBIA

Dentro de la propuesta de optimización, y teniendo en cuenta los hallazgos hechos en la fase de diagnostico respecto a los problemas de la laguna No. 1, la cual no cumple las condiciones de trabajo de una laguna anaerobia por la profundidad promedio que tiene, el mal funcionamiento del sistema de lagunas en cuanto a las cargas altas de COV y COS, se hace necesario proyectar la construcción de un reactor de este tipo, atendiendo los criterios de diseño técnicos y las especificaciones que debe tener una laguna anaerobia para garantizar un optimo funcionamiento del sistema, a continuación se presenta el diseño de la nueva laguna:

- ❖ **COV** = 300 gr DBO₅/ m³. dia ; **según D. Mara**, para una temperatura mayor a 20 °c.

Nota: La temperatura promedio de la zona donde funciona el STAR es 24°C

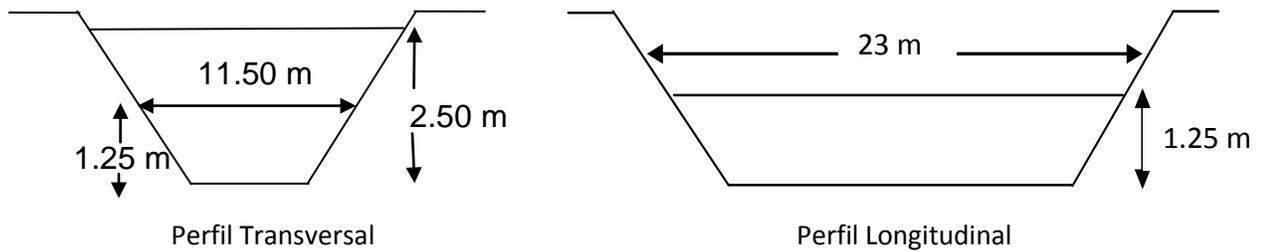
- ❖ Volumen requerido = $\frac{196000 \text{ gr/d}}{300 \text{ gr/ m}^3 \cdot \text{d}} = 653.33 \text{ m}^3$
- ❖ Tomamos una h entre 2.5 – 5.0 metros (altura promedio de una laguna anaerobia)
 - **h:** 2.5 m
 - **Area Superficial** = $\frac{653.33 \text{ m}^3}{2.5 \text{ m}} = 261.33 \text{ m}^2$
- ❖ A partir de lo anterior se definen ahora dimensiones de Largo y Ancho:

*Usamos → Largo = 2 Ancho

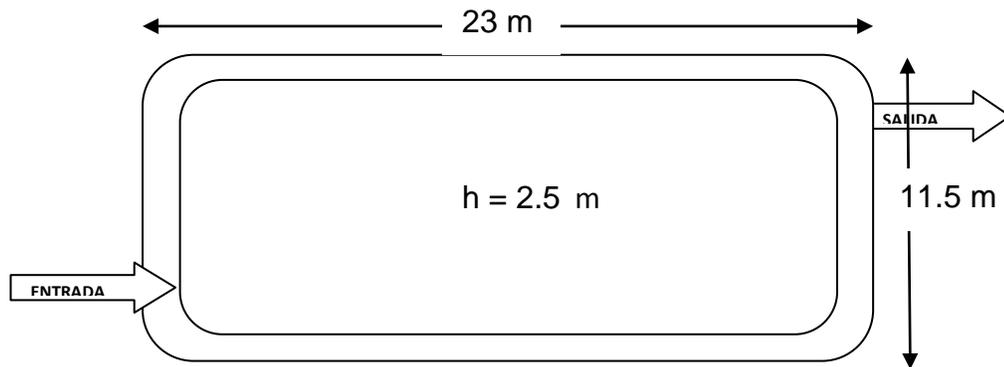
- Area superficial (As) = Largo x Ancho = L x A
= 2A X A
- **As** = 2A² = 261.33 m²

$$A = \sqrt{\frac{261.33}{2}} = 11.50 \text{ m} ; \text{ por tanto tenemos } L = 23 \text{ m (a altura media)}$$

- ❖ De acuerdo a los datos obtenidos en los cálculos, la laguna quedaría así:



Vista en planta la laguna anaerobia quedaría así:



- ❖ EFICIENCIA ESPERADA = 60% ; Sí la temperatura > 25°C puede llegar a 70 %, **según D. Mara**

- ❖ TIEMPO DE RETENCION HIDRAULICA ESPERADO (TRH)

$$\text{TRH} = \frac{661.3 \text{ m}^3}{0.0032 \text{ m}^3/\text{s}} = 2.4 \text{ días}$$

- ❖ Si se asume o se toma una eficiencia de 60% de acuerdo a la T° de diseño, la carga efluente de la laguna anaerobia sería:

$$- 0.4 \times 196 \text{ Kg/d} = \mathbf{78.4 \text{ Kg/d}}$$

- ❖ De acuerdo a lo anterior, esa sería la carga que tendríamos en la laguna facultativa.

$$- \text{COS diseño} = 350 (1.107 - 0.002 T)^{T-25} ; \text{según Mara}$$

$$= 350 (1.107 - 0.002 \times 24)^{24-25}$$

$$\mathbf{*COS \text{ diseño} = 330.5 \text{ Kg/ha.d}}$$

- ❖ Con esta COS diseño, se calcula el Área superficial requerida.

$$- \text{As} = \frac{78.4 \text{ Kg/d}}{330.5 \text{ Kg/ha.d}} = 0.237 \text{ ha}$$

$$\mathbf{As = 2372 \text{ m}^2}$$

- ❖ Si se toma una h = 1.5 m, me da un volumen igual a = 3558.24 m³

$$❖ L = 2A \rightarrow \text{As} = 2A^2 = 2372$$

$$\left. \begin{array}{l} A = 34.5 \text{ m} \\ L = 69 \text{ m} \end{array} \right\} \text{A altura media (h)}$$

- Eficiencia 70% (sin filtrar).

$$❖ \text{TRH} = \frac{3558.24 \text{ m}^3}{0.0032 \text{ m}^3/\text{s}} = 12 \text{ días}$$

RESUMEN DE DATOS DEL SISTEMA DE LAGUNAS

PARAMETRO	ANTES	AHORA	PROPUESTO
Caudal (Q) l/s	2.27	3.21	3.21
Carga DBO (Kg/d)	216	196	196
COV Lag. Anaerobia (gr DBO/m ³ .d)	230	272.2	300
Eficiencia Lag. Anaerobia (%)	50	35	60
COS Lag. Facultativa (Kg/ha.d)	615	740	300.5
Eficiencia Lag. Facultativa (%)	60	55	70
Largo, Laguna Anaerobia (m)	43	43	23
Ancho, Laguna Anaerobia (m)	24.52	24.52	11.5
Profundidad, Laguna Anaerobia (m)	1.39	1.61	2.5
Volumen, Laguna Anaerobia (m ³)	983	1200	653.33
TRH, Laguna Anaerobia (días)	4.5	45	2.4
Largo, Laguna Facultativa (m)	56	56	69
Ancho, Laguna Facultativa (m)	38.3	38.3	34.5
Profundidad, Laguna Facultativa (m)	1.25	1.51	1.5
Volumen, Laguna Facultativa (m ³)	2546.2	2600	3558.24
TRH, Laguna Facultativa (días)	13	10	12

- ❖ Con los cambios propuesto en cuanto a la construcción de una laguna anaerobia se puede disponer el mismo caudal y la misma carga organica que actualmente vierten las empresas, la diferencia es que la laguna propuesta puede recibir una COV mas alta que la actual y que la de diseño de la laguna No.1, al contar el nuevo diseño con una profundidad que cumple los criterios técnicos de diseño de este tipo de unidades de tratamiento, a diferencia de lo que hoy se tiene y que hace que la laguna no sea anaerobia.
- ❖ En cuanto al volumen de tratamiento útil para tratar la carga organica, con la laguna propuesta se necesitaria de un menor volumen con respecto al valor al que fue diseñada y menor con el volumen actual aun con la colmatación de lodos, la nueva laguna requiere menor area superficial que la laguna actual ocupa en este momento.
- ❖ Al construir una nueva laguna atendiendo las condiciones actuales de generación de caudal y carga contaminante, se espera una eficiencia mayor a la de diseño de la laguna actual y por supuesto mayor a la eficiencia medida en las recientes caracterizaciones, pudiendo llegar a cumplir la normatividad actual.
- ❖ Con la laguna propuesta se reduce la COS de trabajo para la laguna facultativa, pero a la vez se evidencia la necesidad de ampliar el largo y ancho de esta para que tenga el volumen adecuado para tratar la nueva carga, cumpliendo el TRH propuesto lo que origine que se pueda llegar a cumplir una eficiencia esperada del 70%.

6.10.12 CAMBIO DE ENTRADA Y MODIFICACION DE LA GEOMETRIA DE LA LAGUNA DE OXIDACION FACULTATIVA

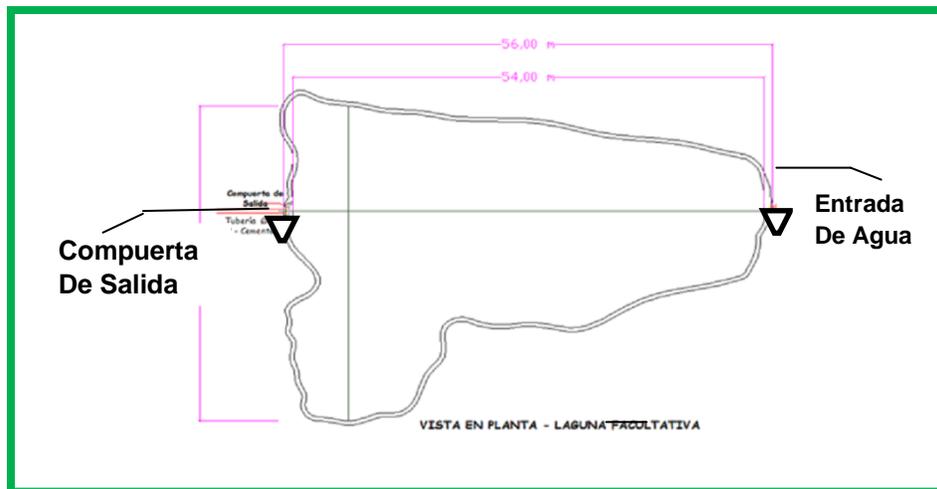
OBJETIVO

Mejorar la ubicación de la entrada respecto a la salida de la laguna, reacomodar la forma, para que tenga una estructura más uniforme y mejor distribución de las aguas allí contenidas

JUSTIFICACION

Mejorar el proceso de tratamiento de la laguna facultativa, que es necesario para complementar el tratamiento global de las aguas residuales, con las modificaciones o propuestas hechas elevar la eficiencia del STAR, al % legal en cuanto a los parámetros de interés, que son objeto de control por parte de entes externos.

CAMBIO DE ENTRADAS Y MODIFICACION DE SU FORMA: Para la laguna facultativa, se propone la reubicación de la entrada del agua proveniente de la laguna anaerobia. (Ver Grafica)



La laguna facultativa no presenta mayores problemas de funcionamiento, pero es necesario pensar en el cambio de posición de la entrada y la salida para disminuir el riesgo de la aparición de zonas muertas debido a que su geometría es irregular especialmente cerca de la salida, lo cual podría generar en este costado posible sedimentación.

AMPLIACION DE VOLUMEN DE LA LAGUNA FACULTATIVA

Con las modificaciones propuestas en especial con la construcción de una nueva laguna anaerobia, se debe ampliar el volumen de la laguna facultativa, pasando de 2600 m³ a 3558.2 m³, esta ampliación con la disponibilidad de terreno que tienen las empresas se puede llevar a cabo conservando la profundidad media actual de 1.51 metros.

- **Calculo Carga Orgánica Superficial (COS Esperada), Laguna facultativa:**
Para el cálculo de la COS, se tienen en cuenta los datos del diseño de la nueva laguna anaerobia, se emplea el dato de medición de altura promedio, la eficiencia propuesta de la laguna anaerobia a construir y el volumen propuesto a ser ampliado de la laguna facultativa: Carga Organica DBO: 78.4 Kg/d ; Volumen: 3558.2 m³ ; h1: 1.5 m

$$- \text{COS} = \frac{78.4 \text{ Kg/d}}{0.2372 \text{ ha}} = 330.5 \text{ Kg DBO/ha.d}$$

*La carga que entraría sería la adecuada por debajo del diseño y de la situación actual de la laguna, logrando que esta trabaje manera adecuada en cuanto al área superficial de tratamiento, todo esto permitiría que el STAR a futuro logre cumplir con la eficiencia que por ley debería en carga de DBO.

6.11 ANALISIS COSTO/BENEFICIO DE LA PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DEL STAR DE CASA GRAJALES S.A Y GRUPO CLOZANO FREXCO S.A.S.

Para que ambas empresas lleven a cabo la adopción de la propuesta de optimización planteada, que permitirá mejorar los procesos de operación y mantenimiento del STAR, para lograr la eficiencia requerida del tratamiento de las aguas residuales, las empresas deben incurrir en una serie de costos en compra de equipos, materiales y pago de mano de obra, se cotizaron varias opciones y se simplifico en un cuadro los costos globales de la propuesta de optimización. (Ver cuadro 14)

❖ Cuadro 14. Costos De La Implementación De La Propuesta De Optimización Del Sistema De Tratamiento De Agua Residual

Ítem	Descripción	Valor
MANO DE OBRA *Desvío de aguas	Trabajo de desvío de aguas, que no son necesarias de enviar al STAR pudiendo causar dilución de las aguas residuales que se pretenden tratar en el sistema.(aguas de lavado, aguas de filtros de arena, aguas lluvias)	\$1.200.000
MANO DE OBRA *Adecuación Cajas	Construcción y adecuación de caja receptora y cajas de inspección del sistema, para mejorar el proceso de retención de sólidos.	\$ 900.000
Materiales de Construcción	Para adecuación de cajas y desvío de aguas (balastro, cemento, listones, pintura epoxica, Thinner, tablas)	
Desvío de aguas Adecuación cajas	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Viaje de Balastro... \$185.600 ❖ 20 sacos cemento gris... \$560.280 ❖ 10 listones 5x5... \$45.414 ❖ 20 tablas formaleta ... \$169.128 ❖ 6 lbs. puntilla 2"... \$9.400 ❖ 3 Brochas de 4".... \$25.474 ❖ 6 Gal. pintura epoxica... \$920.112 ❖ 6 Bolsas. sika top 121 ... \$793.200 ❖ 10. Thinner... \$153.816 ❖ 8 .Angulo 3/16x1.1/2... \$370.755 ❖ 4. Varillas de ¼... \$12.000 ❖ 3 Varillas de 12.5mm... \$35.400 ❖ 5.Soldadura 6011... \$45.217 ❖ 12. Tubos novafort 8"6mt... \$2.532.000 	\$ 5.857.796
Construcción de Rejillas Para ubicar en dos (2) de las Cajas del STAR.	<ul style="list-style-type: none"> ❖ 5.Laminas acero Inox 304 1*2 ... \$2.241.120 ----- ❖ 1. Lam acero Inox perforada de ½. \$715.140 ❖ 1. Lam acero Inox perforada de 3/8... \$874.060 ❖ 1. Lam acero Inox perforada de ¼... \$874.640 ❖ 1. Lam acero Inox perforada de 1/8... \$1.112.440 ----- ❖ 8.Codos soldable Inox ½... \$ 57.550 ❖ 4. Tubos acero Inox clase10 ½. \$348.000 ❖ 5kg. Soldadura aporte Inox de1/16... \$501.700 ❖ 2. Cilindro de argon 6m3... \$239.104 ❖ 12.Discos de corte de metal \$123.610 	\$7.087.364
Canaleta Parshall	Compra de aforador para medición de caudal	\$2.204.000

Continuación. Costos De La Implementación De La Propuesta De Optimización Del Sistema De Tratamiento De Agua Residual

Ítem	Descripción	Valor
Instalación De Canaleta	Adecuación del sitio seleccionado para instalar la canaleta, previo a la entrada del agua residual a los tanques de homogenización. (excavación, retiro de material cimentación)	\$1.990.000
PHMETRO EXTECH	Compra de instrumento para medición y control de pH	\$950.000
Dosificador De Soda Caustica	Equipo para aplicación de dosis de soda caustica, para estabilizar el pH de las aguas que entran al sistema	\$ 800.000
Reparación De Fugas De Canal De Entrada	Materiales y mano de obra para la reparación de la fuga de agua residual que se presenta en los tanques.	\$ 600.000
Reparación De Equipo De Bombeo	- Adaptador Hbra Pvc Pr 3" - Adapatador Mach Pvc Pr 3" – 4" - Buje Pvc Pr 4" X 3" - Codo Pvc Pr 3" X 90 - Limpiador Pvc Pavco ¼ - Soldadura Pvc Pavco ¼ - Tapon Hbra Pvc Pr Rosc 4" - Tubo Pvc Pr U / Mecánica 3" X 6 Mt - Válvula Bola Pvc Sold – Rosc 3" Y 4"	\$480.000
Modificación De Zona De Reposo Del Sedimentador	Demolición de la última mampara, para aumentar en un 50% más, la zona de reposo con que finaliza la línea de sedimentación.	\$ 200.000
Construcción De Lecho De Secado	Materiales y mano de obra para construcción del nuevo lecho de secado propuesto	\$3.000.000
Reubicación de entradas y salidas de las lagunas	Construcción de otra entrada de agua para la laguna anaerobia y reubicación de la salida. Reubicación de la entrada de agua de la laguna facultativa.	\$4.000.000
Dragado de la laguna anaerobia, conformación de dique para corregir la fuga del extremo izquierdo, y taponamiento del costado irregular que presenta la laguna facultativa	Retiro del lodo asentado en los extremos de la laguna, cerca de la entrada y de la salida, sellamiento con material de la fuga de la laguna en su extremo izquierdo y taponamiento del costado irregular de la parte superior izquierda de la laguna facultativa, a un costado del sitio donde está ubicada la salida de la laguna facultativa.	\$ 5.200.000

✚ CALCULO DE LOS BENEFICIOS

❖ Pago de multas por no tener permiso de vertimientos

	Sanciones	Costo de la sanción	Autoridad Competente	Beneficio (\$)
Sanción por ausencia Permiso vertimientos	Imposición de obligaciones, multas, hasta la suspensión de la actividad que genera el incumplimiento.	El costo de la sanción por disponer agua residual sin permiso de vertimientos puede llegar hasta: 5000 SMLV	CVC Según asesoría con funcionarios de CVC el monto de un posible sanción puede ser en caso más grave de: 2500 SMLV	Evitar llegar a esa instancia y evitar pagar sanciones por ese monto: \$ 42.917.000

❖ **Reducción de aplicación de insumos (Soda caustica en escama):** Para el caso del gasto por insumos, se tomaron datos del consumo del STAR de soda caustica con la dosificación que venía haciendo el operario de manera empírica en el último año sin establecer una dosis eficiente y que estabilizara el pH.

Producto	Unidad	Cantidad	Consumo total (sacos)	Costo total (\$)
Soda caustica	Saco	50 Kg	95	16.625.000

La dosificación que se estaba realizando contemplaba diluir (1) un saco en (2) dos canecas con volumen de 200 lt (25 kg/caneca), esta dosis se aplicaba a cualquier agua entrante al sistema dosificando simultáneamente desde ambas canecas independiente del tipo de proceso que se manejara.

Al hacer el análisis se determino que solo para el caso de proceso de: **maracuyá, piña y elaboración de vinos**, requería tal factor de dilución y era efectiva para dejar las aguas en pH neutro, pero para el caso de los demás procesos; mora, papaya, guanábana, tomate, destilación de vinos, etc. No era en la mayoría de los casos necesario aplicar soda, y solo cuando se hacía lavado al inicio y final de la jornada con diluir 15 Kg/caneca, solo dosificando desde un recipiente de estos alcanzaba para tener valores de pH entre 6.5-7.2 unidades, por tanto la reducción promedio quedo así:

Producto	Unidad	Cantidad	Consumo total (sacos)	Costo total (\$)	Beneficio(\$)
Soda caustica	Saco	50 Kg	63	11.025.000	5.600.000

Nota: Los cálculos de la reducción obtenida se hicieron sobre 4 meses de medición, se promedian al año teniendo en cuenta el volumen de producción que se maneja en las plantas actualmente y contemplando el tipo de proceso que se realiza.

❖ Reducción de pago de tasas retributivas

Las empresas desde el año 2005 no cuentan con permiso de vertimientos, el cobro de la tasa retributiva se efectúa teniendo en cuenta el incumplimiento de la empresa en las eficiencias de remoción, a continuación se presenta el dato del pago de la tasa en los últimos dos años

Concepto	Año	DBO (Kg)	SST (Kg)	Costo (\$)
Tasa Retributiva por Vertimiento	2008	14092.32	3,758.04	1.516.318
	2009	14157.00	4.669.86	1.560.242

Teniendo en cuenta el diagnostico realizado en la propuesta de optimización del STAR, se tienen datos promedios de la generación de carga orgánica en kg para DBO y SST de los diferentes procesos que se llevan a cabo, con estos datos se estima la cantidad promedio de vertimiento en Kg al año de DBO y SST:

Concepto	Año	DBO (Kg)	SST (Kg)	Costo (\$)	Beneficio (\$)
Tasa Retributiva por Vertimiento	2010	11213.57	2632.32	1.191.774	368.468

Nota: El cálculo de la reducción obtenida se hizo con base a los datos que se tiene de Kg/d generados en DBO y SST en el STAR, y asumiendo que el sistema se encuentra cumpliendo al menos al límite la norma actual de vertimiento. es decir eficiencia de remoción del 80% para ambos

❖ Mejoramiento del funcionamiento de equipo de bombeo

El equipo de bombeo debido al abandono en cuanto al manejo y operación del STAR años atrás, no se realizo en los últimos 3 años el mantenimiento preventivo al que debería ser sometido mínimo (1) una vez al año, debido a esta situación se averió, teniendo la empresa que pagar por su reparación en mano de obra y materiales que fueron reemplazados. A continuación se detallan los costos:

Concepto	Hora/ Mecánico (\$)	No. Horas	Materiales y repuestos	Costo total de la reparación (\$)	Beneficio (\$)
Reparación equipo de bombeo	33.000	12	*Tubo PVC Novafort 2" " Adaptador Mach PVC *Buje y codo de PVC *Válvulas de PVC, etc.	2.102.000	1.051.000

Nota: El beneficio se estima solo sobre el 50% del costo de la reparación, porque la empresa no estaría exenta del pago por este concepto totalmente, lo que se proyecta es que con el mejoramiento del manejo y operación del STAR, con la vigilancia y control diario se reducirán los pagos correctivos, y se harán los ajustes preventivos en los equipos, no incurriendo en estos gastos en (1) un año sino en 2-3 años

❖ Obtención de abono orgánico para siembra de barreras vivas

Como recomendación por parte de la CVC, está el establecimiento de barreras vivas rompevientos a corto plazo, para tal fin se requerirá entre otras cosas de abono, el costo del abono necesario para tal actividad se muestra a continuación:

Producto	Unidad	Cantidad	Costo total (\$)
Abono comercial	Kg	1000 Kg	975.000

Debido a que las empresas surten de material orgánico (parte de éste proviene del STAR) a Grajales S.A, se podrá utilizar éste en la siembra, mientras las empresas sigan operando el STAR y haciendo un manejo adecuado de los lodos y demás material orgánico y vegetal que es llevado a la zona de compostaje, no tendrán que pagar por dicho material, a continuación se muestra el beneficio:

Producto	Unidad	Cantidad	Costo total (\$)	Beneficio(\$)
Abono orgánico	Kg	1000 Kg	0	975.000

❖ Mejoramiento de las condiciones del puesto de trabajo

Ante la ausencia de mantenimiento del área del STAR, de un programa de manejo y operación supervisado, controlado rutinariamente, y ante las malas condiciones estructurales de algunas unidades del STAR (Ej.: caja receptora vertimientos), se presentaron en menos de 3 meses (2) accidentes labores donde se vio involucrado el operario asignado al STAR, debido a esto una de las empresas tuvo que cubrir los gastos, tales gastos se detallan a continuación:

Tipo Accidente	Incapacidad (Días)	Costo (\$)	Servicios médicos Medicamentos (\$)	Contrato por días de reemplazo del operario (\$)
Contacto directo en los ojos con soda caustica.	10	178.533	Servicios médicos: 125.000	249.942
Caída a caja receptora de vertimientos, laceraciones	5	89.267	Medicamentos: 75.000	

Nota: Los valores calculados de incapacidad y de pago por contratar otro operario provisional se estiman sobre el sueldo actual del empleado = **1 SMLV**

El beneficio obtenido al mejorar las condiciones de trabajo en el STAR, dotar al operario de elementos de protección y supervisar sus actividades con el programa de manejo y operación, es evitar pagar por este concepto, al prevenir y evitar la ocurrencia de accidentes ocurrencia, el valor ahorrado sería

Beneficio = \$ 717.742

Cuadro 15. Costo De Las Alternativas Propuestas En La Propuesta De Optimización

COSTO TOTAL DE LA PROPUESTA DE OPTIMIZACION	
PROPUESTA	COSTO TOTAL \$
Mano de obra – desvío de aguas	1.200.000
Mano de obra - adecuación de cajas	900.000
Materiales para desvío y adecuaciones	5.857.796
Materiales para construcción de rejillas de retención	7.087.364
Canaleta Parshall	4.194.000
PHmetro	950.00
Dosificador de soda caustica	800.000
Reparación de fugas	600.000
Reparación de tubería – equipo de bombeo	480.000
Modificación del Sedimentador	200.000
Construcción de lecho de secado	3.000.000
Reubicación de entradas y salidas de las lagunas y cambio de tramo de tubería de conexión entre lagunas	4.000.000
Dragado, conformación de dique, taponamiento, de las lagunas	5.200.000
COSTO PROPUESTA OPTIMIZACION	\$ 34.469.160

Cuadro 16. Beneficios Obtenidos (Costos Reducidos), Por La Implementación De La Propuesta De Optimización

BENEFICIOS OBTENIDOS CON LA PROPUESTA DE OPTIMIZACION EN UN AÑO	
BENEFICIO	TOTAL \$
Evitar pago de sanciones por incumplimiento a requerimientos sobre el mal manejo de las aguas residuales, por no contar con permiso de vertimientos – 2500 SMDLV	42.917.000
Reducción en un 33.7% de aplicación de insumos para neutralizar pH a través del mejoramiento del cálculo de dosis óptima y la dosificación por caudal.	5.600.000
Reducir el pago de la tasa retributiva por vertimientos en un 24 % sobre el valor que se paga actualmente (1.560.242 /año)	368.468
Mejoramiento del funcionamiento de equipo de bombeo, evitando pago en 50% por reparaciones por no hacer mantenimiento preventivo	1.051.000
Obtención de abono orgánico para siembra de barreras vivas y cerco rompevientos a partir del proceso de compostaje de los residuos orgánicos del STAR, en el área de las lagunas, reduciendo el pago por compra de abono (1ton)	975.000
Mejoramiento de las condiciones del puesto de trabajo del operario del STAR, reduciendo el riesgo de accidentes y el pago por concepto de incapacidad laboral	717.142
BENEFICIOS POR LA IMPLEMENTACION DE LA PROPUESTA	\$ 51.628.610

6.11.1 OTROS BENEFICIOS OBTENIDOS

Con la ejecución del proyecto y la propuesta planteada para lograr la optimización del STAR las empresas a parte de beneficio económico tendrán otra serie de beneficios.

Legales

- ✚ Cumplimiento de la eficiencia en remoción de los parámetros de interés en tratamiento y disposición de aguas residuales industriales.
- ✚ Reducción de cargas contaminantes evitando causar un mayor impacto sobre el ambiente y más precisamente sobre los cuerpos de agua donde se hace el vertimiento, reduciendo así también el pago que por este concepto se hace a través de la tasa retributiva.
- ✚ Mejorar el vínculo de las empresas con la autoridad ambiental a través del cumplimiento de los requerimientos y obligaciones impuestos, para así trabajar más en asocio y con el apoyo del ente de control ambiental de la región, y tener mayor facilidad en la obtención de permisos y autorizaciones de tipo ambiental con la corporación autónoma – CVC y otros entes de control y vigilancia aplicables.
- ✚ Cumplimiento de la normatividad establecida por el Instituto de vigilancia de Medicamentos y Alimentos –INVIMA en cuanto a las Buenas Prácticas de Manufactura y cumplimiento de la parte sanitaria que controla la Unidad Ejecutora De Saneamiento – UES.

Jurídicos

- ✚ Reducción de accidentes e incidentes laborales que generan costos a la empresa y ausencia prolongada del operario en el puesto de trabajo, evitando demandas por parte de entes externos y los trabajadores.
- ✚ Reducción de riesgos ambientales por el mal manejo de los aspectos ambientales que afecten al personal de ambas plantas y a la comunidad aledaña del sector.
- ✚ Evitar el Cierre Temporal o definitivo de las empresas.

Corporativos

- ✚ Permanencia en el tiempo de las empresas, consolidándolas como pioneras en la región en cuanto a su responsabilidad social y ambiental, mejorando su competitividad a través de la implementación de la gestión ambiental, a futuro a través de la certificación en sellos verdes que permitan a las compañías exportar.

6.11.2 CALCULO RELACIÓN COSTO/BENEFICIO

Costo: El costo de la inversión para la totalidad de las alternativas planteadas en la Propuesta De Optimización Del STAR es: **\$ 34.469.160**

Beneficio: Este es el beneficio que se tendría al adoptar e implementar la Propuesta De Optimización Del STAR: **\$ 51.628.610**

Por lo anterior se determino cual será el tiempo en el cual las empresas podrán recuperar la inversión, bajo las condiciones de operación de cada planta y la frecuencia de producción que hay actualmente.

COSTO/ BENEFICIO= % De Recuperación Al Año.

$$\text{\$ } 34.469.160 / \text{\$ } 51.628.610 = 0.67 * 100 = \text{67 \%}$$

En el **65%** de un año se habrá recuperado la inversión por el beneficio obtenido es decir en aproximadamente **8.04 meses**.

7. CONCLUSIONES

- ❖ Algunas aguas que se descargan al STAR provienen de procesos de lavado de filtros de arena, y algunas aguas lluvias, lo cual genera dilución en las aguas residuales entrantes, haciendo más dispendioso el cálculo de la eficiencia en remoción de cada una de las unidades del sistema de tratamiento.
- ❖ Se remueven poca cantidad de sólidos presentes en el agua residual, debido a que no se cuenta con sistema de rejillas o similares que retengan partículas de diferente diámetro provenientes de las áreas de producción de las empresas.
- ❖ El proceso de dosificación no se realiza por caudal ni contando con el cálculo de una dosis óptima que garantice la correcta neutralización de las aguas acidas que entren al sistema, pudiendo incurrir en una mala dosificación bien sea por sobre-dosificación, o por falta de aplicación del producto estabilizador.
- ❖ Para lograr una disminución de caudal que entra al sistema se puede hacer un mejor manejo adecuado de los efluentes de lavado de frutas, la empresa Frexco S.A debería mostrar más gestión en este sentido y hacer los ajustes necesarios para mejorar este aspecto.
- ❖ El lecho de secado de lodos que hay actualmente, es insuficiente para el volumen que se maneja en las empresas, la construcción de otras unidades de este tipo se requiere de manera urgente, sobre todo en temporadas altas de producción en ambas empresas.
- ❖ La mayor carga en caudal es aportada por los procesos de producción de Frexco, especialmente en los procesos de elaboración de mango, maracuyá y guayaba, donde por día se pueden verter entre 32 y 200 m³, casa Grajales no aporta alta cantidad de caudal, genera entre 10 y 50 m³/día.
- ❖ Las aguas de mayor acidez, y que pueden llegar a desestabilizar el proceso biológico de las lagunas, son las provenientes del proceso de elaboración de vino y de maracuyá, estas presentan pH promedio de (3 - 4.8), lo cual hace necesario mas control y mayor dosificación de soda para su neutralización.

- ❖ Casa Grajales aporta alta carga en DBO, de acuerdo a la información recopilada y a las caracterizaciones hechas, la concentración de DBO puede estar entre 3000 y 9000 mg/l, mucho mayor que procesos críticos como maracuyá y mango cuya concentración está entre 1000 y 2000 mg/l, aportando mas carga contaminante la elaboración del vino en Kg/Día. La situación no se agudiza debido a que el proceso de vino está sometido a estacionalidad.
- ❖ Se formulo e implemento un programa de actividades para el STAR, se instaura el formato de control de pH y la lista de verificación y chequeo de las actividades realizadas, logrando mantener este en buenas condiciones, controlando pH hora a hora a través de mediciones, obteniendo información valiosa de generación de caudales por procesos, la disposición final de residuos de tipo orgánico que se generan en el sistema se aprovechan en el proceso de compost y se obtiene abono orgánico.
- ❖ Con la medición de altura de la laguna anaerobia, se logro constatar que esta no cumple con las condiciones de una laguna anaerobia, pues los criterios de diseño y construcción de estas sugieren profundidades entre 2.5 – 6 m, y la laguna No. 1 actualmente solo tiene una profundidad de 1.65, lo cual puede indicar que esta trabajaría mas como una laguna facultativa.
- ❖ La laguna No.1 presenta sedimentación en sus extremos lo que propicia la aparición de zonas muertas, esta situación se puede originar por la mala ubicación de su entrada respecto a la salida, la geometría irregular del reactor, los cortocircuitos, la falta o el mal funcionamiento de unidades eficientes de remoción sólidos (orgánicos/inorgánicos),el trabajo intermitente y las variaciones de carga y caudal que entran, no cumple con criterios técnicos de diseño y construcción debido a esto no puede cumplir con la labor de remover cargas organicas de DBO y SST, se debería considerar clausurar esta laguna.
- ❖ La COV y COS con que trabajan las lagunas está por encima de las cargas de diseño. La cantidad de CO que llega a la laguna No. 1 es mayor a la que se puede tratar en el volumen disponible y la COS en la laguna facultativa se esta viendo afectada por los problemas de la laguna anterior.
- ❖ Con base en las eficiencias calculadas a partir de las cargas contaminantes del afluente y del efluente se puede determinar que el Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales de Casa Grajales S.A. – Frexco S.A. NO opera satisfactoriamente y el STAR actualmente no cumple la normatividad ambiental según el Decreto 1594 de 1984

- ❖ La COV con la que trabaja la laguna No 1 se ve afectada por la pérdida de volumen de tratamiento en el reactor, por tanto la COV actual está por encima de la COV de diseño, además al no tener esta la profundidad adecuada no trabaja como un reactor anaerobio y no es esta laguna adecuada para tratar las cargas orgánicas que actualmente recibe de ahí la baja eficiencia de remoción.
- ❖ Las empresas deben considerar la necesidad de hacer un cambio en su sistema de tratamiento biológico, construyendo una nueva laguna de tipo anaeróbica la cual se propone con el diseño con el cual debería funcionar, además se debe hacer la ampliación del volumen de la laguna facultativa para que esta a futuro pueda trabajar adecuadamente con la carga que le entraría, y que permite hallar la COS de trabajo con las condiciones de volumen nuevo que se propone.
- ❖ La laguna anaerobia propuesta puede trabajar bajo las condiciones actuales de carga y caudal que vierten ambas empresas, además la COV del nuevo diseño es mayor, teniendo un margen más alto para trabajar con cargas orgánicas mayores por m³ de agua que entre, esta COV es mayor a la de diseño de la laguna existente y mayor a la que hoy llega al sistema biológico de tratamiento.
- ❖ Una de las ventajas de la construcción de la nueva laguna es que requiere de menor área superficial que la construida, al tener mejores condiciones de diseño, cumpliendo con la altura recomendada, y teniendo en cuenta el tipo de vertimiento actual en cuanto a carga y caudal, las empresas cuentan con área suficiente para llevar a cabo la construcción de la nueva laguna.
- ❖ El TRH de la laguna propuesta es menor a las condiciones de diseño y de trabajo actual que tiene la laguna existente, de igual manera la eficiencia de remoción esperada con la laguna anaerobia que se diseñó es mayor, lo cual permitirá que se cumpla con la remoción de cargas contaminantes.
- ❖ Al construir la nueva laguna, la facultativa tendría una COS menor a la actual, para que su trabajo sea óptimo y cumpla con el % de remoción propuesto, debe ampliarse su volumen actual de 2600 m³ en un 27% pasando a quedar de 3558.2 m³, de acuerdo a esto su Ancho y su Longitud deben ser modificados.
- ❖ Con la propuesta de optimización, y en especial si se construye la nueva laguna anaerobia, el STAR se espera pueda cumplir con las eficiencias de remoción que exige el decreto 1594 de 1984, de igual manera quedaría un sistema biológico en buenas condiciones para adaptarse al cumplimiento de la norma de vertimientos próxima a entrar en vigencia de acuerdo al Decreto 3930 de 2010.

8. RECOMENDACIONES

- ❖ Las empresas deben garantizar que el personal asignado al STAR, no sea trasladado del puesto de trabajo y abandonar así los procesos y las actividades que deben llevarse a cabo en el sistema de tratamiento.
- ❖ Teniendo en cuenta la normatividad de aguas residuales próxima a ser aplicada, se recomienda a las empresas evaluar la necesidad de un sistema biológico secundario para el tratamiento de los vertimientos, diferente al sistema existente, debido a que con el sistema actual difícilmente se puedan obtener los resultados esperados.
- ❖ La empresa Casa Grajales debería evaluar los consumos de agua en los procesos de lavado de tanques y de equipos de filtración, pues se estima que se puede hacer una reducción en el consumo de agua, disminuyendo así la presión sobre el recurso natural y el vertimiento de agua residual que aporta un volumen importante al sistema.
- ❖ Al interior del proceso productivo de Frexco, se recomienda elaborar un programa de control de aguas, que contemple: la reducción en el origen, manejo de fugas, revisión de lavados de equipos, concientización al personal en los procesos de lavado, evaluación de materias primas e insumos para emplear otros que tengan mayor degradabilidad en agua y no hagan un aporte importante en sólidos, carga, y demás parámetros aplicables de acuerdo a la norma próxima a entrar en vigencia.
- ❖ El contenido de la propuesta de optimización está sujeto o enmarcado dentro de las directrices de la administración actual de las empresas y la disponibilidad económica en términos de inversión que existe en el momento, pero se recomienda hacer un rediseño completo del STAR actual para poder cumplir con la normatividad actual y la próxima a entrar en vigencia.
- ❖ Se debe mantener el cumplimiento de las actividades propuestas en el Cronograma del Programa de manejo y operación y el registro de las mediciones de pH instauradas, para garantizar una buena operación del sistema al menos con las condiciones existentes en la actualidad.

- ❖ Ningún sistema de tipo biológico en especial las lagunas de oxidación pueden garantizar un funcionamiento óptimo y eficiente sino se garantiza un caudal mínimo de operación con unos rangos de carga estimada de trabajo, la intermitencia de vertimiento actual desestabiliza los procesos de operación de la planta, las empresas deben contemplar una solución a esta problemática.
- ❖ Es necesario capacitar al personal que se encuentra a cargo del sistema, para que este pueda tomar decisiones acertadas en su operación y mantenimiento..
- ❖ Las empresas deben tener especial cuidado con el sistema de lagunas por el mal estado en que se encuentran ya que la problemática se puede acrecentar debido a que por falta de recubrimiento y estabilidad de su dique y su talud puedan contaminarse acuíferos subterráneos.
- ❖ Para el adecuado diseño e implementación de propuestas de mejoramiento del STAR se debe hacer un seguimiento continuo de caracterización de aguas residuales teniendo en cuenta las épocas de producción alta, producción baja y mantenimiento para observar el comportamiento que presentan las cargas provenientes de las empresas y de esta manera proponer el mejor sistema para adecuación de las lagunas de oxidación y de las demás unidades.
- ❖ Para operar exitosamente un sistema de tratamiento de aguas residuales se debe contar con un sistema de diseño excelente; con un personal de operación capacitado adecuadamente y con dedicación apropiada a los requerimientos de dicha operación. Por tanto, el periodo de arranque de cada sistema de tratamiento debe aprovecharse para entrenar a los operadores, familiarizarlos con los equipos y modificar cualquier procedimiento con el objeto de asegurar la obtención de la calidad requerida del efluente.
- ❖ La parte gerencial de las empresas debe tomar atención cuidadosa a esta problemática del STAR, ya que debido a su mal estado no está cumpliendo con la eficiencia de remoción que por ley se debería cumplir, deben tomar las medidas de choque de manera rápida y acertada, con el fin de evitar sanciones de tipo legal y de tipo económico que pueden ir de multas de hasta 5000 SMDLV, hasta la suspensión de actividades en ambos establecimientos industriales.

9. BIBLIOGRAFIA

REYNOLDS AUSTIN, Kelly. MSPH, PH.D. Tratamiento de agua residual en Latinoamérica. EE.UU. Universidad de Arizona. Departamento de Suelos, Agua y Ciencias Ambientales. American Wáter Works Association.2008

RAMIREZ URDINOLA, Gustavo Adolfo. Revisión Ambiental Inicial con base en la NTC-ISO 14001, para la empresa Casa Grajales S.A, DEL municipio de La Unión, Valle del Cauca. Tesis de grado, facultad Ingeniería ambiental. Universidad Central Del Valle de Colombia Tuluá 2000. P29-37, 36-43.

RUBIANO, Carolina, Universidad Tecnológica de Pereira. Estudio preliminar de la PTAR de Casa Grajales S.A Y Frexco S.A. 2006

DECRETO LEY 1594 de 1984 – Uso de agua y residuos líquidos. Junio 26 de 1984. Ministerio de Salud de La República de Colombia, Junio 26 de 1984.

RAS –Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico, Título E, Tratamiento de aguas residuales, Bogotá DC, 2000

SANTACOLOMA LONDOÑO, Sandra. Operaciones y Procesos Unitarios, 1ra Parte. Colombia: 2007.p7, 8.

METCALF Y EDDY. Ingeniería de aguas residuales. Tomo 1. México: Mc graw Hill, 1996.536p.

CARRIÓN OSORNO. Bayardo, Máster universitario en Ingeniería del Agua/ Universidad de Sevilla/ Tecnologías No Convencionales o de Bajo Costo/. Doc. .Pdf, 2005

W. R. Roos, The Urban Pollution Problem in Latin America. Nagoya Seminar on Financing for the Environment, Japan. Doc. Pdf, 2002

ROMERO ROJAS, Jairo Alberto. Acuitratamiento por lagunas de estabilización. ISBN: 958-95742-2-x. Editorial: Bogotá Escuela Colombiana De Ingeniería, Colombia. Fecha: 1.994, págs. 165-169.

METCALF & EDDY, Inc., Wastewater Engineering, Collection and Pumping of Wastewater, McGraw-Hill, 1981

CAMPO CARDENAS, Victoria Eugenia. **GIL VILLEGAS**, Angélica María. Actualización del sistema de gestión ambiental y elaboración de propuesta de optimización de los sistemas de tratamientos de aguas residuales del INGENIO SAN CARLOS S.A Tesis de grado, facultad Ingeniería ambiental. Universidad Central Del Valle de Colombia Tuluá 2004.

VASQUEZ LONDOÑO, Andrea. Optimización de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en la zona de producción de Grasas S.A de la ciudad de Buga, Tesis de grado, facultad Ingeniería ambiental. Universidad Central Del Valle de Colombia Tuluá 2001. P28-32.

PERDOMO SALAZAR, Claudia Patricia. **MONTAÑO HURTADO**, Yenni María. Propuesta para el manejo de aguas residuales industriales generadas en la planta del ingenio CARMELITA S.A Tesis de grado, facultad Ingeniería ambiental. Universidad Central Del Valle de Colombia Tuluá 2009.

INFOGRAFIA

http://es.wikipedia.org/index.pHp/Tratamiento_agua_residual

http://www.cvc.gov.co/recurso_agua/normatividad

<http://www. www.casagrajales.com.co>

<http://www.launion-valle.gov.co>

