

OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, DISEÑO DEL
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y DE LA PLANTA DE
TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DE LA GRANJA EXPERIMENTAL
BOTANA DE LA UNIVERSIDAD DE NARIÑO.

DIANA PAZ CABRERA
JOSE FERNANDO GAMEZ DELGADO

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
SAN JUAN DE PASTO
2008

OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA, DISEÑO DEL
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO Y DE LA PLANTA DE
TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DE LA GRANJA EXPERIMENTAL
BOTANA DE LA UNIVERSIDAD DE NARIÑO.

DIANA PAZ CABRERA
JOSE FERNANDO GAMEZ DELGADO

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar el título de
Ingeniero Civil

Director
RUBY CRIOLLO MARTINEZ

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERIA
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL
SAN JUAN DE PASTO
2008

Las ideas y conclusiones aportadas en el trabajo de grado son responsabilidad exclusiva de su autor.

Artículo 1er del Acuerdo No 324 de Octubre 11 de 1966 emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

Nota de aceptación

Presidente del Jurado

Jurado

Jurado

San Juan de Pasto, 17 de Septiembre de 2008

*A nuestros padres y a cada una de las
personas que nos brindaron su
confianza y amistad, con todo nuestro
esfuerzo y amor.*

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a:

RUBY CRIOLLO MARTINEZ, Ingeniera Civil y directora del trabajo de grado, por sus oportunas y valiosas orientaciones.

ROBERTO SALAZAR, Ingeniero Civil y profesor de la Universidad de Nariño, por sus aportes al trabajo de investigación.

LESVY RAMOS, Ingeniera agrónomo de La Granja Experimental Botana de la Universidad de Nariño, por su continua motivación.

GEOVANY BENAVIDES, Jefe de Mantenimiento de La Granja Experimental Botana de la Universidad de Nariño, por su conocimiento y guía para el desarrollo del trabajo.

PERSONAL DE MANTENIMIENTO de La Granja Experimental Botana de la Universidad de Nariño, por su continua orientación.

HERNEY LASSO, Geotecnólogo, por los respectivos estudios de suelos, sin los cuales habría sido imposible concluir con este proyecto.

LABORATORIOS ESPECIALIZADOS de La Universidad de Nariño, por los análisis necesarios para llevar a cabo este proyecto.

OFICINA PLANEACION Y DESARROLLO de La Universidad de Nariño, por la información suministrada.

HERNAN GOMEZ, Ingeniero Civil y jurado del trabajo de grado, por sus oportunas y valiosas orientaciones.

CARLOS PANTOJA, Ingeniero Civil y jurado del trabajo de investigación, por sus aportes y valiosas orientaciones.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION.....	26
1. ESTUDIOS PRELIMINARES.....	28
1.1 DESCRIPCION DE LA LOCALIDAD Y DE LA ZONA DEL PROYECTO.....	28
1.1.1 Ubicación astronómica y geográfica.....	28
1.1.2 Limites.....	28
1.1.3 Extensión.....	28
1.1.4 Climatología.....	28
1.1.5 Suelos.....	28
1.1.6 Recursos hídricos.....	29
1.1.7 Aspecto económico.....	29
1.1.8 Comunicaciones.....	29
1.1.9 Acceso a la localidad.....	29
1.1.10 Población.....	30
1.1.11 Instalaciones.....	30
1.1.12 Disponibilidad de recursos en la zona.....	30
1.1.13 Servicios sociales.....	31
1.1.14 Servicios públicos.....	31
1.1.15 Descripción de las estructuras del acueducto.....	31
1.1.16 Determinación de los usos del recurso hídrico de la Granja Experimental Botana.....	
1.1.17 Condición actual del sistema de alcantarillado.....	35
2. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES E INSTALACIONES DE LA GRANJA EXPERIMENTAL BOTANA UNIVERSIDAD DE NARIÑO.....	37
2.1 Instalaciones hidro-sanitarias.....	42
3. ESTUDIOS NECESARIOS PARA EL PROYECTO.....	44
3.1 ESTUDIOS TOPOGRAFICOS.....	44
3.1.1 Localización de las redes de acueducto.....	44
3.1.2 Zonas de contribución de aguas residuales.....	44
3.2 ESTUDIOS DE CALIDAD DE LAS FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA.....	44
3.2.1 Normatividad y parámetros de calidad de las fuentes.....	44
3.2.2 Medición de caudales en fuentes de abastecimiento.....	44
3.2.3 Análisis fisicoquímico y bacteriológico del agua.....	50
3.3 ESTUDIOS DE CARACTERIZACION DE AGUA RESIDUAL.....	52
3.3.1 Normatividad y consideraciones para la toma de muestras en los vertimientos.....	52

3.3.2 Muestreo	56
3.3.3 Análisis de resultados.	59
3.3.4 Cuerpo receptor	62
3.3.5 Análisis de las concentraciones de puntos de descarga y cuerpo receptor	63
3.4 ESTUDIOS DE SUELOS	65
3.4.1 Apique 1	65
3.4.2 Apique 2.....	66
4. DIAGNOSTICO DE REDES DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE Y RIEGO.....	68
4.1 RED DE AGUA 1.	68
4.1.2 Cálculo de consumo.	68
4.1.3 Perfil de la red de consumo.	69
4.1.4 Chequeo de la red 1	71
4.1.5 Diagnóstico de la red de consumo	74
4.2 RED 2	74
4.2.1 Características generales de la red	74
4.2.2 Cálculo de consumo	74
4.2.3 Perfil de la red de riego y consumo.....	77
4.2.4 Chequeo red de riego y consumo.	78
4.2.5 Diagnóstico del sistema.	84
5. OPTIMIZACION DE LA RED DE SUMINISTRO DE AGUA.....	86
5.1 RED DE CONSUMO.....	86
5.1.1 Descripción general.	86
5.1.2 Criterios básicos de diseño	86
5.1.3 Obras de captación	90
5.1.4 Canal receptor	91
5.1.5 Caja de decantación o desarenador.	91
5.1.6 Capacidad de almacenamiento de las instalaciones	96
5.1.7 Consideraciones	97
5.1.8 Estructuras de medición.....	99
5.1.9 Desinfección	101
5.2 RED DE RIEGO Y CONSUMO (Anexo plano N° 2).....	111
5.2.1 Demanda de agua	111
5.2.2 Obras de captación	115
5.2.3 Desarenador convencional.....	124
5.2.4 Estructuras de medición.....	133
5.2.5 Chequeo de diámetros red 2	138
6. ALCANTARILLADO SANITARIO.....	153
6.1 Consideraciones	153
6.1.1 Normatividad.....	153
6.1.2 Consideraciones de diseño.....	153

6.1.3 Caudal medio diario de aguas residuales.....	157
6.1.4 Caudal máximo horario de aguas residuales.....	157
6.1.5 Velocidad mínima.....	158
6.1.6 Velocidad máxima.....	161
6.1.7 Pendiente máxima.....	161
6.1.8 Profundidad hidráulica máxima.....	161
6.1.9 Profundidad mínima a la cota clave.....	161
6.1.10 Profundidad máxima a la cota clave.....	161
6.2 Diseño sistema de alcantarillado sanitario.....	161
6.2.1 Parámetros de diseño.....	163
6.2.2 Contribución de aguas residuales por actividades de la granja.....	164
6.3 Memorias de Cálculo Tablas 31 a 35.....	169
6.3.1 Cuantificación de caudales de aporte.....	169
6.3.2 Caudal por conexiones erradas.....	169
6.3.3 Caudal por infiltración.....	169
6.3.4 Caudales de diseño.....	170
6.3.5 Descripción de la plantilla de cálculo.....	170
6.3.6 Memorias de cálculo tabla 36 (tramo 1-2).....	173
6.3.7 Descripción de la plantilla de cálculo.....	176
7. DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO.....	180
7.1 CONSIDERACIONES DE DISEÑO.....	180
7.1.1 Normatividad.....	180
7.1.2 Metodología para la selección.....	180
7.2 MEMORIAS DE CALCULO PLANTA DE TRATAMIENTO PUNTO DE DESCARGA ESTABLOS DE PORCINOS.....	217
7.2.1 Eficiencia de los procesos seleccionados.....	245
7.3 MEMORIAS DE CÁLCULO TRATAMIENTO AGUAS RESIDUALES INSTITUCIONALES E INDUSTRIALES (PLANTA DE PROCESOS CARNICOS).....	249
7.3.1 Eficiencia de los procesos seleccionados.....	259
8. CALCULO ESTRUCTURAL.....	263
9. MANUAL DE PUESTA EN MARCHA Y OPERACIÓN.....	269
9.1 ACUEDUCTO.....	269
9.2 PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES.....	269
9.2.1 Tanque séptico.....	270
9.2.2 Filtro anaerobio.....	270
9.2.3 Sedimentadores.....	271
9.2.4 Filtro percolador.....	271
9.2.5 Lechos de secado de lodos.....	273
9.2.6 Biodigestor.....	274
10. PRESUPUESTO.....	276

11. RECOMENDACIONES.....	279
12. CONCLUSIONES	281
BIBLIOGRAFIA.....	282
FUENTES DE REFERENCIA ELECTRONICA.....	284
ANEXOS.....	287
MATERIAL ACOMPAÑANTE	

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Determinación de los usos del recurso hídrico de la Granja Experimental Botana.....	35
Tabla 2. Inventario de especies	37
Tabla 3. Actividades agroindustriales y comerciales.....	41
Tabla 4. Aparatos hidro-sanitarios existentes.	42
Tabla 5. Registro de Caudales Periodo 1994	45
Tabla 6. Aforo de Caudal Red 1.....	48
Tabla 7. Aforo de Caudal Red 2.....	49
Tabla 8. Aforo de caudales y toma de muestras en puntos 1 y 2 de descarga.	59
Tabla 9. Caudales y parámetros evaluados in situ	60
Tabla 10. Parámetros analizados en laboratorio (1,2 y muestra integrada).....	61
Tabla 11. Aforo de caudales y toma de muestras en fuente receptora.....	62
Tabla 12. Caudales y parámetros evaluados in situ	62
Tabla 13. Parámetros analizados en laboratorio (fuente receptora)	63
Tabla 14. Características aguas servidas domésticas	64
Tabla 15. Unidades de consumo por aparatos sanitario.....	68
Tabla 16. Determinación de caudal de la red 1	69
Tabla 17. Cálculos hidráulicos de la red 1	71
Tabla 18. Determinación del caudal de la red 2.....	75
Tabla 19. Chequeo de la red de riego y consumo.	78
Tabla 20. Determinación de caudales de consumo doméstico, industrial y agrícola	87

Tabla 21. Almacenamiento de cada instalación.....	96
Tabla 22. Datos de aforo para vertedero.	100
Tabla 23. Cálculo red hidráulica.....	106
Tabla 24. Determinación de caudales.....	112
Tabla 25. Caudal Vs. Altura en el vertedero triangular 1.	134
Tabla 26. Caudal Vs. Altura en el vertedero triangular 2.	136
Tabla 27. Determinación y chequeo de diámetros red 2 utilizando fórmula de <i>Colebrook-White</i>	138
Tabla 28. Cálculo hidráulico de la red 2	141
Tabla 29. Aporte de infiltración por longitud de tubería.....	156
Tabla 30. Aporte de infiltración por área drenada	157
Tabla 31. Áreas de las instalaciones	163
Tabla 32. Determinación de contribución actual	164
Tabla 33. Determinación de contribución futura.....	165
Tabla 34. Cálculo de caudales de diseño	167
Tabla 35. Cálculo de caudales de chequeo.	168
Tabla 36. Cálculo hidráulico de los colectores.....	172
Tabla 37. Control de contaminación de vertidos	182
Tabla 38. Reutilización del agua en el sector agrícola y forestal.	183
Tabla 39. Procesos aplicables en el tratamiento de aguas residuales.....	186
Tabla 40. Tipos de pretratamiento.	186
Tabla 41. Tipos de decantadores.....	189
Tabla 42. Clasificación y uso de los procesos de tratamiento biológico	192
Tabla 43. Clasificación de la localidad en función del tamaño de la población.....	202

Tabla 44. Ponderación de indicadores para categorización de localidades rurales entre 500-5000 habitantes.	203
Tabla 45. Intervalos de categoría en zonas rurales	203
Tabla 46. Selección de tecnología.	204
Tabla 47. Área requerida según el nivel de tratamiento.....	205
Tabla 48. Esquemas tecnológicos sostenibles	205
Tabla 49. Esquemas tecnológicos viables.	206
Tabla 50. Filtro anaerobio	208
Tabla 51. Laguna anaerobia facultativa y de maduración.....	209
Tabla 52. Tecnología empleada en la digestión anaerobia.....	213
Tabla 53. Factores de influencia en la selección de procesos de tratamiento	214
Tabla 54 Eficiencia en la remoción de constituyentes.	215
Tabla 55. Datos altura Vs, caudal vertedero triangular.	219
Tabla 56. Parámetros de diseño sedimentador primario y secundario	220
Tabla 57. Tabla de caudales de durante un día hacia el tanque de igualamiento.....	223
Tabla 58. Diseño filtro percolador	225
Tabla 59. Granulometrías de los medios de roca o similares.	226
Tabla 60. Tamaños típicos de grava de soporte.	227
Tabla 61. Diseño sistema de distribución.	229
Tabla 62. Sedimentador secundario.	232
Tabla 63. Diseño tanque de desinfección.	233
Tabla 64. Existencia por especie de cerdos.	238
Tabla 65. Uso del gas	239
Tabla 66. Proyección de consumos a futuro.	240

Tabla 67. Volumen de almacenamiento de gas	240
Tabla 68. Porcentajes de remoción para requerimiento de vertimientos.	245
Tabla 69. Producción de lodos.....	245
Tabla 70. Altura Vs. Caudal vertedero triangular.	251
Tabla 71. Diseño tanque séptico 1	252
Tabla 72. Diseño tanque séptico 2.....	253
Tabla 73. Diseño filtro anaerobio	255
Tabla 74. Porcentajes de remoción para requerimiento de vertimientos.	260
Tabla 75. Manejo de válvulas acueducto red 1	269
Tabla 76. Manejo de válvulas acueducto red 2.....	269
Tabla 77. Manejo de válvulas punto de descarga establo de porcinos.....	275
Tabla 78. Manejo de válvulas punto de descarga aguas residuales institucionales e industriales (planta de procesos cárnicos)	275
Tabla 79. Presupuesto general.....	276

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Red de suministro de agua.	32
Figura 2. Vista en planta ubicación de las redes de acueducto.	46
Figura 3. Topografía de la zona de contribución de aguas residuales.	47
Figura 4. Análisis Físicoquímico y Microbiológico del Agua para Consumo y Usos Agrícolas.	51
Figura 5. Localización apique 1.	66
Figura 6. Localización apique 2.	67
Figura 7. Curvas de demanda de Hunter 1.	69
Figura 8. Curva de demanda de Hunter 2.	75
Figura 9. Vista en planta Cámara de llegada desarenador y tanque de almacenamiento.	98
Figura 10. Corte longitudinal.	98
Figura 11. Detalle vertedero.	100
Figura 12. Sistema dosificador de hipoclorito de sodio.	102
Figura 13. Vista en planta caseta de cloración.	103
Figura 14. Perfil caseta de cloración.	104
Figura 15. Vista en planta red 1.	107
Figura 16. Perfil red hidráulica.	108
Figura 17. Detalle rejilla.	118
Figura 18. Detalle canal recolector.	120
Figura 19. Grafica $Y = 10,10 X^{1,85}$	122

Figura 20. Detalle pozo de amortiguación.	124
Figura 21. Vista en planta bocATOMA punto 1.	124
Figura 22. Detalle canaleta con orificios.	130
Figura 23. Detalle vertedero de salida.	131
Figura 24. Detalle vertedero triangular 1.....	134
Figura 25. Detalle vertedero triangular 2.....	136
Figura 26. Vista en planta desarenador.	137
Figura 27. Corte longitudinal desarenador.....	137
Figura 28. Vista en planta red 2.....	150
Figura 29. Perfil hidráulico red 2.	151
Figura 30. Vista en planta alcantarillado sanitario.....	178
Figura 31. Perfiles alcantarillado sanitario	179
Figura 32. Reutilización agropecuaria de aguas residuales para punto de descarga 1	181
Figura 33. Reutilización agropecuaria de aguas residuales para punto de descarga 2	181
Figura 34. Principales Procesos Biológicos.....	191
Figura 35. Clasificación General de los procesos de crecimiento en película bacteriana adherida.....	193
Figura 36. Esquema del sistema punto 2.....	216
Figura 37. Detalle vertedero triangular 1.....	219
Figura 38. Sedimentador y Tanque de Igualamiento.	222
Figura 39. Diagrama de masa para la determinación del volumen de igualamiento	224
Figura 40. Filtro percolador.....	231

Figura 41. Sedimentador secundario y tanque de desinfección.	234
Figura 42. Biodigestor.....	244
Figura 43. Lecho de secado.....	246
Figura 44. Perfil planta de descarga establos de porcinos.	247
Figura 45. Planta de tratamiento de establo de porcinos.....	248
Figura 46. Detalle vertedero triangular.....	251
Figura 47. Perfil tanque séptico	254
Figura 48. Tanque séptico 2.	255
Figura 49. Filtro anaerobio.....	260
Figura 50. Esquema del sistema tratamiento aguas residuales institucionales e industriales (planta de procesos cárnicos).	261
Figura 51. Planta de tratamiento aguas residuales institucionales e industriales (planta de procesos cárnicos).....	262

LISTA DE FOTOS

	Pág.
Foto 1 Punto de salida de tuberías.....	56
Foto 2 Estructura provisional.....	56
Foto 3 Cubierta plástica del tanque.	57
Foto 4 Canaleta de salida de estiercolera.....	57
Foto 5 Terrenos recorridos por las A.R.	57
Foto 6 Fuente receptora.....	57

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Resolución 407, concesión de aguas.....	287
Anexo B. Requerimiento ambiental.....	289
Anexo C. Determinación del caudal de la fuente receptora.	290
Anexo D. Perfil del río profundidad (m) Vs. Ancho (m).	291
Anexo E. Análisis para agua residual muestra compuesta de puntos de descarga y cuerpo receptor	293
Anexo F. Tratamiento estadístico para parámetros evaluados en puntos de descarga y fuente receptora.....	303
Anexo G. Modelo Conceptual de Selección de Tecnología para el Control de la Contaminación por Aguas Residuales Domésticas.	313
Anexo H. Características bomba.....	330
Anexo J. Diseño estructural PTAR.....	331
Anexo K. Cubierta de asbesto cemento PTAR Porcinos	338
Anexo L. Detalle cerchas y correas cubierta PTAR porcinos.....	339
Anexo M. Diseño de zapatas.	343
Anexo N. Precios unitarios.....	344
Anexo Ñ. Estudios de suelos.	361
Anexo P. Estudios de caracterización de aguas residuales.....	377

LISTA DE PLANOS

Pág.

Plano 1. Vista en planta y cortes optimización sistema de acueducto red 1 y red 2.

Plano 2. Vista en planta red de riego y consumo, modificaciones a las redes existentes.

Plano 3. Perfiles red de riego y consumo.

Plano 4. Vista en planta y perfil alcantarillado sanitario y detalles arquitectónicos y estructurales pozos de inspección.

Plano 5. Plano arquitectónico e instalaciones hidráulicas planta de tratamiento de agua residual.

Plano 6. Vista en planta biodigestor, y cortes planta de tratamiento de agua residual.

Plano 7. Vista en planta cimentación, y cuadro de cantidades de obra planta de tratamiento de agua residual.

Plano 8. Detalles estructurales planta de tratamiento de agua residual.

Plano 9. Despiece estructural y cuadro de cantidades de obra planta de tratamiento de agua residual.

RESUMEN

La administración del recurso de agua es un proceso integral, que involucra sistemas de suministro de agua potable, transporte de aguas residuales, tratamiento y disposición de las aguas negras producidas por actividades humanas. Que en conjunto impulsan el desarrollo de la sociedad en pro de la calidad de vida y del medio ambiente.

El proyecto de “Optimización del Sistema de Abastecimiento de Agua, Diseño del Sistema de Alcantarillado Sanitario y de la Planta de Tratamiento de Agua Residual de la Granja Experimental Botana de la Universidad de Nariño”, involucra un estudio de manejo del recurso hídrico desde la parte alta del las cuencas donde se dan origen a los manantiales hasta las zonas bajas donde se recolectan las aguas negras, en cumplimiento con los decretos 475 de 1998, 1594 de 1984, 3100 del 2003 y normas RAS 2000.

El diagnóstico de las estructuras existentes y los estudios topográficos permitieron estimar la capacidad de las redes de acueducto y alcantarillado, para posteriormente determinar las alternativas de diseño y superar las deficiencias de algunos sistemas. Además se tuvieron en cuenta estudios de calidad del agua para suministro y análisis fisicoquímicos del agua residual, con base en los usos agrícolas, industriales e institucionales.

El suministro de agua se realizó a través de redes ramificadas hacia las instalaciones y diferentes zonas de riego, que transportan aguas con excelentes características ya que se generan en zonas altas y libres de contaminación, por lo tanto se proyecta incorporar estructuras de toma que eviten la entrada de partículas de suelo, ramas y hojas que obstaculizan el paso produciendo pérdidas del líquido y deficiencias en el sistema de conducción.

Los sistemas de recolección de aguas residuales se encontraron deficientes y por lo general corresponden a un sistema improvisado, hecho que motivo ha realizar estudios de campo (geotécnicos y topográficos) para la construcción de un sistema nuevo, que evacue las aguas hacia la planta de tratamiento. Las altas cargas orgánicas producidas en los establos fueron determinantes en la selección de los procesos de tratamiento, y por ende de la trayectoria de los tramos de recolección de las aguas residuales.

Los altos costos de construcción conllevaron a que las tecnologías de tratamiento de aguas residuales reutilicen sus lodos ya sea para abonos, energía u otros subproductos, además de contribuir a la estabilidad del medio ambiente. Motivos por los cuales este proyecto busca implementar una tecnología capaz de reutilizar los desechos producidos en los establos con un tratamiento adecuado, para conservar las características de los lodos generados y de esta manera impedir la entrada de sustancias que no favorezcan los procesos para la elaboración de productos agrícolas.

Por lo tanto en un futuro la granja contará con un sistema de tratamiento de residuos producidos en establos, conformado por: sedimentadores, filtro percolador, lechos de secado y biodigestor. Por otro lado las aguas residuales producidas en las instalaciones y en la planta de procesos cárnicos serán enviadas hacia una zona de tanques sépticos y hacia un filtro anaeróbico para posteriormente ser descargadas hacia el cuerpo receptor.

ABSTRACT

The administration of the water resource is an integral process, that involves systems of potable water provision, residual water transport, treatment and disposition of black waters produced by human activities. That altogether they impel the development of the society to get better the quality of life and of environment.

The project called "Optimization of the System of Water supply, Design of the of Sanitary Sewage system and Blackwater treatment plant of Botana Experimental Center of Nariño University", involves a study of the hydric resource from the high part of the river basins where they occur origin to the springs until the low zones where the black waters are collected, in fulfillment with decrees 475 of 1998, 1594 of 1984, 3100 of the 2003 and norms RAS 2000. Therefore this projects to incorporate taking structures which avoid the ground particle entrance, branches and leaves that prevents the step producing losses of the liquid and deficiencies in the conduction system.

Blackwáter harvesting systems are deficient and generally they correspond to an improvised system, fact that reason to the investigation has to make studies of field (geotechnical and topographic) for the construction of a new system, that evacuates waters towards the treatment plant. The high organic loads produced in stables were determining in the selection of the treatment processes, and therefore of the trajectory of the blackwater harvesting sections.

The high costs of construction entail to that the technologies of residual water treatment reuse their muds or for fertilizer, energy or other by-products, besides to contribute to the stability of environment. Reasons by which this project looks for to implement a technology able to reuse the remainders produced in stables with an suitable treatment, to conserve the characteristics of generated muds and this way to prevent the entrance of substances that do not favor the processes for the agricultural product elaboration. Therefore the farm will count on a system of treatment of remainders produced in stables, conformed by: holding tanks, percolador filter, beds of drying and biodigester. On the other hand the residual waters produced in the installations and the plant of meat processes will be sent towards a zone of septic tanks and a anaerobic filter then to the receiving body.

INTRODUCCION

El recurso hídrico es uno de los factores más importantes para el fortalecimiento de las sociedades y el desarrollo económico. La eficiencia de los sistemas garantiza la calidad de vida de los habitantes y la disponibilidad del recurso para los tiempos futuros.

Aunque el impacto de las actividades humanas en nuestro ambiente ha obligado al cambio radical de los ecosistemas y la racionalización del recurso hídrico para las comunidades, es el uso irracional de las fuentes y la disposición de las aguas residuales en arroyos o ríos la problemática que genera altos índices de contaminación del agua, aún en los sectores rurales, donde las actividades agrícolas ya sean de cría y/o levante de animales generan focos de contaminación, representando grandes problemas de salud sobre todo para comunidades aledañas, que desprovistas de sistemas de tratamiento de agua captan el agua para su consumo.

Solo a través de los procesos de tratamiento de agua residual será posible incorporar las aguas residuales al sistema acuático sin generar trastornos al medio ambiente y a la sociedad, a su vez implantar nuevas tecnologías que reutilicen el potencial de los lodos y efluentes, para reducir los costos de operación y mantenimiento de la planta.

Como objetivos del presente trabajo se proponen los siguientes:

- Optimizar el sistema de abastecimiento de agua, diseñar una alternativa para la red de alcantarillado sanitario, establecer y diseñar el sistema más adecuado para reducir el grado de polución de las aguas residuales en el Centro Experimental Botana.
- Analizar las condiciones de los sistemas existentes para el abastecimiento de agua de la granja Experimental Botana.
- Identificar los puntos de muestreo de las fuentes.

- Caracterizar el agua de las fuentes de suministro en los puntos de muestreo.
- Diseñar las estructuras para optimizar el sistema de abastecimiento de agua, con base en normas y requerimientos de la granja.
- Proponer el presupuesto final del sistema de abastecimiento.
- Definir el estado actual de la red de evacuación de aguas residuales desde la planta física a los puntos de vertimiento.
- Identificar los puntos de muestreo mas adecuados para la caracterización de las aguas residuales de la granja.
- Caracterizar las aguas residuales de la granja.
- Diseñar el sistema final de tratamiento de las aguas residuales (en sus aspectos hidráulico, sanitario, geotécnico y estructural)
- Proponer el presupuesto final del sistema de tratamiento.
- Suministrar un manual de mantenimiento, puesta en marcha y arranque del sistema de tratamiento de aguas residuales, para el correcto funcionamiento, mantenimiento y operación del sistema.

1. ESTUDIOS PRELIMINARES

1.1 DESCRIPCION DE LA LOCALIDAD Y DE LA ZONA DEL PROYECTO

1.1.1 Ubicación astronómica y geográfica. Geográficamente la granja Experimental Botana de la Universidad de Nariño se encuentra ubicada en la vereda de Botana, municipio de Pasto, capital del departamento de Nariño, a una altura de 2.840 m.s.n.m. con coordenadas geográficas 1º 10´ latitud norte y 17º 13´ longitud oeste del meridiano de Greenwich¹.

1.1.2 Limites. La granja Experimental Botana de la Universidad de Nariño se encuentra a 8 km distante de la capital del departamento de Nariño, los linderos de la granja son: al Norte y Oriente con predios de propiedad de Medardo Buchely, por el sur con predios de Fernando Medina y al occidente con predios de José Demetrio Pérez².

1.1.3 Extensión. La granja experimental Botana cuenta con una extensión de 120 ha aproximadamente².

1.1.4 Climatología. La región de Botana esta ubicada en zona de Piso térmico frío con temperaturas que oscilan entre 10 y 12 °C y una precipitación promedio anual de 900 mm. La formación ecológica se clasifica como bosque Húmedo Montano³.

1.1.5 Suelos. Los suelos de Botana se caracterizan por presentar textura franca, franco-arcillosa y arcillosa en los horizontes superficiales. Poseen un pH ligeramente ácido, sin bajar de un valor de cinco. Existen zonas donde el fósforo aprovechable varía de alto a medio en los primeros 30 cm de profundidad y en

¹ ESTRADA GARZON, Elías. Levantamiento detallado de la Granja de Botana. San Juan de Pasto 1983, 300 p. Tesis. Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agrícolas.

² DATOS suministrados por Cesar Albornoz, Ingeniero Agrónomo. Granja Experimental Botana Universidad de Nariño. Junio de 2007.

³TORRES MARTINEZ, Francisco Javier. Contribución al conocimiento del clima del altiplano de pasto -dpto. de Nariño- Colombia y su influencia en tres cultivos. San Juan de Pasto 1983, 61 p. Tesis (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agronómicas.

otras zonas varia de bajo a muy bajo. En general el nitrógeno aprovechable es bajo y el contenido de materia orgánica varia de bajo a demasiado bajo en casi toda la zona.³

1.1.6 Recursos hídricos. En las extensiones de la granja existen dos fuentes de abastecimiento que nacen en la cuenca La Negra, y son fuente del sistema actual de abastecimiento, la cuenca se divide en dos zonas:

1.1.6.1 Zona alta. Comprende una reserva forestal con un área de 80 ha con cobertura boscosa nativa variada y de múltiples estratos, esta zona de protección es la más cercana a las fuentes y por lo tanto no se presentan focos de contaminación a causa de actividades agrícolas pastoriles o de disposición de aguas negras que intercepten las aguas captadas.

1.1.6.2 Zona baja. Corresponde al área que recoge las aguas producto de la escorrentía de agua lluvia y en mayor proporción aguas negras de viviendas aledañas, restaurantes, hoteles, institución universitaria, actividades agrícolas y pastoriles, que son depositadas sin ningún tipo de tratamiento y por lo tanto son focos de alto grado de contaminación.

La producción de agua según información de CORPONARIÑO es de 1.09 lps (Ver anexo A).

1.1.7 Aspecto económico. La granja Experimental Botana tiene como principales actividades agrícolas los cultivos de frijol, arveja, manzana, caña, curuba, mora, uvilla, maíz, plantas botánicas, rosas y flores, así como la cría y levante de animales tales como ganado mayor y menor, entre los que se encuentran: ovejas, cuyes, conejos, abejas, caballos y codornices. Hoy en día la granja cuenta con instalaciones aptas para 5000 cuyes, 250 cerdos, 22 cabezas de ganado bovino, 22 ovejas y 10 caballos, a su vez los programas desarrollan proyectos experimentales como inseminación de animales y además existe instalaciones destinadas para sacrificio de animales.⁴

1.1.8 Comunicaciones. Existe una amplia cobertura a nivel de telefonía celular en la zona.

1.1.9 Acceso a la localidad. La granja experimental Botana esta comunicada con la ciudad de Pasto por la vía Panamericana salida al Sur en un tramo de 6 km

⁴ DATOS suministrados según inventarios de programas. Granja Experimental Botana Universidad de Nariño. Abril de 2007.

pavimentados en su totalidad, y por 2 km de carretera destapada de regular acceso.

1.1.10 Población. Entre el personal y la comunidad estudiantil presentan un promedio de 50 personas/día, algunas de las cuales residen en el lugar. Actualmente las instalaciones albergan:

Personal planta: Director:	1
Técnicos:	3
Obreros:	12
Celadores:	3

Promedio de estudiantes: 31 Est. /día

Horario de atención: 7:30 a.m. - 4:30 p.m.

1.1.11 Instalaciones. Las instalaciones están provistas de un restaurante con capacidad de 50 personas entre personal y estudiantes. Además cuenta con unidades sanitarias públicas y privadas.

1.1.12 Disponibilidad de recursos en la zona.

1.1.12.1 Disponibilidad de mano de obra. La mano de obra es utilizada principalmente en actividades agrícolas y ganaderas, dada la cercanía con la ciudad se puede suplir fácilmente el personal necesario para la construcción.

Los costos de mano de obra⁵ para el año 2008 son:

Maestro:	\$51.274
Oficial:	\$38.456
Ayudante:	\$25.637

⁵ TOMADO según DECRETO 4965 del 27 de Noviembre de 2007, para Salario mínimo mensual vigente para el año 2008.

1.1.12.2 Disponibilidad de materiales de construcción. Cercanas a la granja existen canteras de arena, triturado, recebo, ladrilleras e incluso alquiler de maquinaria a una distancia no mayor a 2 km

1.1.13 Servicios Sociales.

1.1.13.1 Servicios de la salud. Actualmente en la zona no se cuenta con la existencia de un centro de salud, el más cercano esta ubicado en el corregimiento de Catambuco, aunque también existe la posibilidad de asistir a los centros médicos y hospitales de la ciudad de Pasto.

1.1.13.2 Servicio Educativo. En general la población de los alrededores acude a los centros educativos ubicados en el corregimiento de Catambuco.

1.1.13.3 Servicio de transporte. El transporte hasta la vía Panamericana se realiza a diario a través de la ruta de bus urbano, teniendo un costo promedio de \$950. El segundo tramo de 2 km debe recorrerse a pie o en vehículo particular ya que no se cuenta con el transporte colectivo en esta zona. Existe también la posibilidad de contratar los servicios de taxi urbano con un costo de \$6000.

1.1.14 Servicios públicos.

1.1.14.1 Electrificación. La granja cuenta con torres eléctricas muy cercanas a la zona, de las cuales es responsable la empresa CEDENAR en Pasto, pagando un costo promedio de \$ 325.54 por Kwh. consumido⁶.

1.1.15 Descripción de las estructuras del acueducto: Existen redes ramificadas abiertas para el suministro de agua hacia las zonas de cultivos e instalaciones, su control y mantenimiento se efectúa por el personal de la granja (Ver figura 1).

1.1.15.1 Red 1. Las aguas provenientes de esta red de origen manantial, recorren una distancia de 1000 m de longitud desde la bocatoma hasta las instalaciones de la granja, su principal función es suministrar agua para consumo,

⁶ DATO suministrado por CEDENAR S.A. E.S.P.

procesos industriales, usos domésticos y ensayos en la zona de meteorología, en general el sistema esta compuesto por los siguientes elementos:

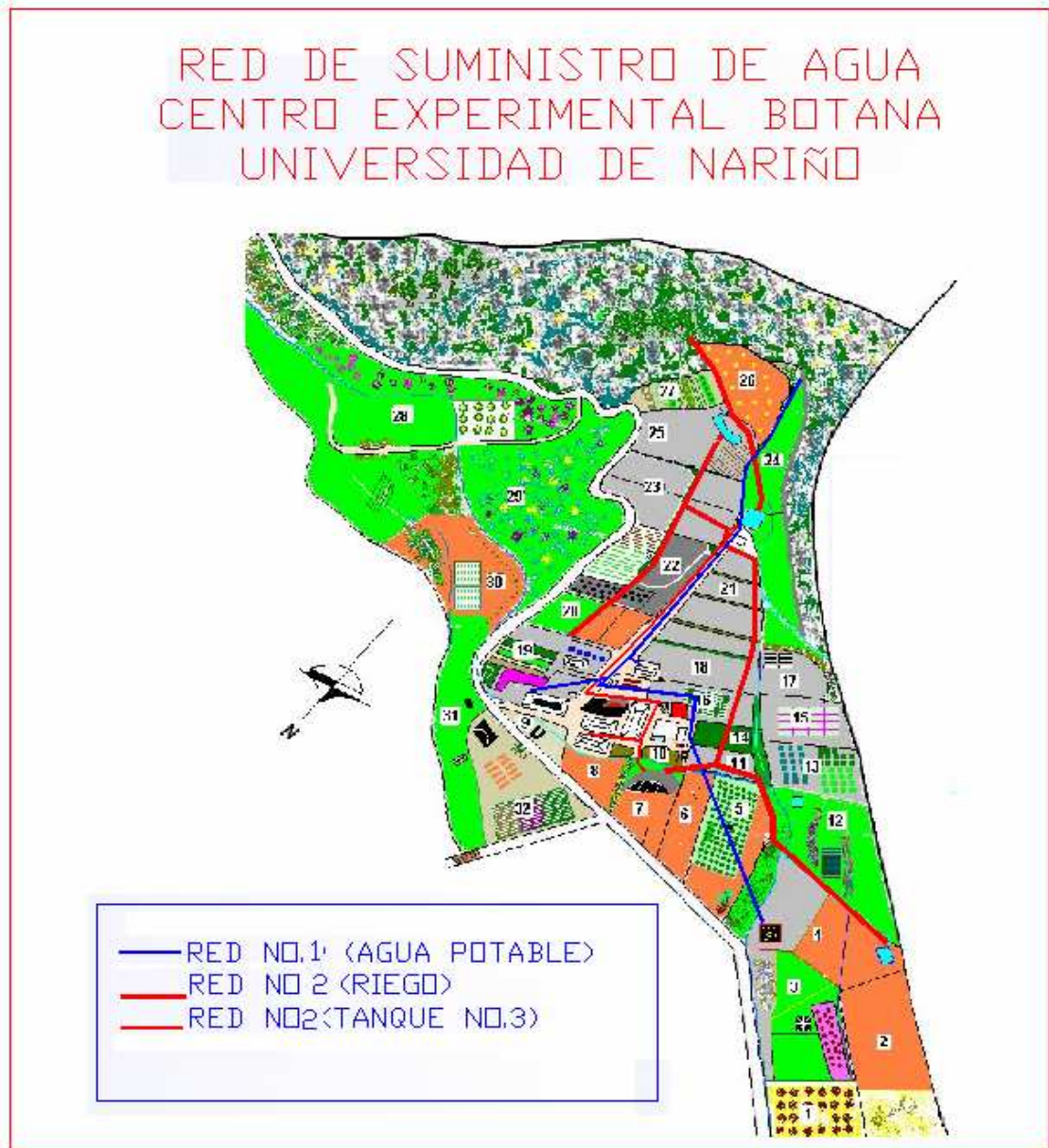


Figura 1. Red de suministro de agua⁷.

⁷ DISEÑO de Cesar Albornoz, Ingeniero Agrónomo. Granja Experimental Botana Universidad de Nariño. Junio de 2007.

✓ **Captación.** Consiste en un canal natural acondicionado con plásticos que impiden el ingreso de hojas y material grueso aunque a la vez impide el paso del agua, este canal conduce las aguas hasta una canaleta de dimensiones 1,80m de largo por 0,76m de ancho y 0,50m de profundidad.

✓ **Tanque de sedimentación.** Es un tanque superficial, en buen estado, sus dimensiones son 1,80m de largo por 2,00m de ancho y 1,10m de profundidad.

✓ **Canaleta de salida.** Se encuentra en perfecto estado de funcionamiento, y presenta las siguientes dimensiones: 1,80m de largo, 0,45m de ancho y 0,55m de profundidad.

✓ **Conducción.** Esta compuesta por tramos de 1 1/2" RDE 26 como red principal, y se comunica con las instalaciones a través de tuberías de 1/2".

En general, las instalaciones están provistas de tanques independientes con capacidades de 500lts y 1000lts.

1.1.15.2 Red 2. Las aguas son producto de escorrentía de aguas lluvias, sus redes recorren una longitud aproximada de 1.100 m desde la bocatoma hasta los puntos de riego de cultivos, el sistema en general se encuentra compuesto por:

✓ **Captación.** Consiste en una caja de recolección de dimensiones 1.50m de ancho por 0,50m de largo y 0,30m de profundidad, al ser este un sistema rudimentario provisto de plásticos para impedir la entrada de hojas y partículas de suelo, estos obstaculiza el paso de agua generando desperdicio y representando problemas de taponamiento al sistema. Además la estructura de captación no está provista de lechos, muros laterales o desagües que intercepten flujos de agua perjudiciales para las estructuras.

✓ **Aducción.** Esta compuesta por tramos de tubería de 1 1/4" con RDE 26, a una profundidad promedio de 60cm.

✓ **Conducción.** Esta compuesta por un tramo que parte desde el reservorio en tubería de 3", ramificándose después en dos tramos de 2", uno de los cuales termina en el jardín botánico y el otro parte hasta la zona de Meteorología.

Antes de llegar al reservorio un tramo de tubería deriva el agua que llega hasta el tanque 3 con un diámetro de 2". Estos tramos sufren deterioro ya sea por la falta de caja de válvulas o por la profundidad de algunos tramos de tubería a causa del tránsito de personas o animales.

✓ **Tanques de regulación.** Esta red, cuenta con tres tanques de regulación los cuales se describen a continuación:

A. Tanque 1. Tiene una capacidad de 1000 lts, y dimensiones de 1,30m de profundidad, 2,15 m de largo y 0,75m de ancho. Presenta una pequeña canaleta a la entrada, para encauzar el agua producida en el tramo desde la bocatoma hasta este punto, por lo general esta cubierta de sólidos, plantas y partículas de suelo. Es una estructura en buen estado, aunque no cuenta con la existencia de caja de válvulas.

B. Reservorio. Es un tanque construido con paredes de geo-textil que suministra agua para riego de cultivos con capacidad de 400.000 l, el agua almacenada en este tanque es usada para riego de pastos en las zonas 4,5,11,12,14,16,18,19,20,21,22 y 23 incluyendo el invernadero de rosas(Ver figura 1).

C. Tanque 3. Es un tanque enterrado el cual cuenta con una capacidad de almacenamiento de 47.000 l con las siguientes dimensiones: 5 m de ancho, 9m de longitud y 2m de profundidad, aunque la función de este tanque es el almacenamiento actúa como sedimentador. Sus paredes presentan fisuras y daños en la caja de válvulas razón por la cual dos de las tres válvulas existentes no funcionan.

Esta red suministra agua hacia establos de inseminación, planta de procesos cárnicos, criadero de cuyes, invernadero de rosas y establo de porcinos para lavado de pisos y bebederos de animales.

1.1.16 Determinación de los usos del recurso hídrico de la Granja Experimental Botana. Los diferentes usos del recurso hídrico se han agrupado en la tabla 1, la cual describe la red de suministro, el diámetro y su respectivo uso.

Tabla 1. Determinación de los usos del recurso hídrico de la Granja Experimental Botana.

SECTOR	NOMBRE	RED DE SUMINISTRO	Ø RED	USO
			(PUL)	
1	TORRE 1	-	-	
2	TORRE 2	-	-	
3	TORRE 3	-	-	
4	METEREOLOGIA	2	1/2	Ensayos
5	PROYECTO TESIS	2R	1/2	Riego
6	UVILLAS T. C LAGOS	2R	1/2	Riego
7	L. AEROSPACIAL	2R-2T	1/2	Riego y proceso
8	FRUTALES ANDINOS	-	-	
9	JARDIN DEL CUY	-	-	
10	PRO. PLANTAS	-	-	
11	PORCINOS I	2R	2	Riego
12	MANZANA	2R	2	Riego
13	LAUREL DE CERA	2R	-	
14	PORCINOS II	2R	2	Riego
15	LOS TRINCHOS II	2R	-	Riego
16	LA CURUBA	2R	2	Riego
17	LOS TRINCHOS I	2R	-	Riego
18	ARBORETUM	2R	2	Riego
19	J. BOTANICO	2R	2	Riego
20	A. CORRAL	2R	2	Riego
21	FRANJAS	2R	2	Riego
22	TERRAZAS I	2R	2	Riego
23	TERRAZAS II	2R	2	Riego
24	PLANADA/CAÑADA	-	-	
25	TERRAZAS III	2R	2	Riego
26	TERRAZAS IV	-	-	
27	TERRAZAS V	-	-	
28	LA NEGRA I	-	-	
29	LA NEGRA II	-	-	
30	LA NEGRA III	-	-	
31	OVEJAS	1	1/2	Bebederos
32	CUYES/CONEJOS	1	1/2	Bebederos y uso domestico.
33	INSTALACIONES	1-2T	1/2	Uso domestico
34	RESERVA FORESTAL	-	-	

Fuente: Inventario mes de Mayo.

1: Red 1 de suministro de agua para consumo.

2T: Red 2 desde tanque 3.

2R: Red 2 desde reservorio.

1.1.17 Condición actual del sistema de alcantarillado. Existe actualmente una red provisional de alcantarillado con diámetro de 6", la cual fue construida sin ningún tipo de modelo técnico, e incluso en algunos casos sin ninguna estructura que permita la conexión entre colectores. Las aguas servidas que circulan a través de la red de alcantarillado son procedentes de las instalaciones como:

oficinas, aulas, restaurante y establos, para posteriormente ser descargadas a la fuente receptora. Las aguas producidas en los establos del programa de Porcinos circulan a través de un canal paralelo a la fuente desembocando en esta misma varios kilómetros mas abajo, recogiendo las aguas servidas de los lotes aledaños.

1.1.17.1 Cajas de Inspección. Están fabricadas con dimensiones 0,60m por 0,60m de sección y 0,60 m de profundidad. Actualmente cinco de estas son las encargadas de recibir las aguas servidas del restaurante, las oficinas y las unidades sanitarias, y siete comunican las tuberías de salida de los establos de porcinos. La mayoría se encuentran en muy mal estado y algunas construidas muy rudimentariamente.

1.1.17.2 Biodigestor. Consiste en un tanque de sección rectangular de dimensiones 10m de longitud por 1m de ancho y 1m de profundidad. Actualmente este se encuentra descompuesto ya que no cuenta con ningún sistema de seguridad que impida el paso de los animales.

El agua servida es transportada a través de tuberías de 6" PVC desde el biodigestor hasta las cajas de inspección, y en 8" en Asbesto-cemento desde estas hasta la planta de compostaje, esta tubería se encuentra en mal estado.

1.1.17.3 Planta de compostaje. En este lugar se lleva a cabo la separación del excremento con el agua, a través de rejas construidas en guadua para posteriormente utilizar el excremento como abono natural para los cultivos, el agua resultante de este proceso es conducida hacia el pozo de sedimentación a través de una tubería de 2" PVC.

1.1.17.4 Pozo de sedimentación. Es un pozo de sección cuadrada de 3,30m. por 1m. de profundidad en el cual se lleva a cabo el tratamiento primario del agua servida proveniente de la planta de compostaje. En términos generales presenta fisuras y no cuenta con elementos de entrada y salida adecuados para este tipo de estructura.

Después de pasar por las estructuras anteriores el agua servida es conducida a través de un canal sin ningún tipo de tratamiento adicional, causando contaminación y problemas a las comunidades que viven a los alrededores.

2. DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES E INSTALACIONES DE LA GRANJA EXPERIMENTAL BOTANA UNIVERSIDAD DE NARIÑO

En la actualidad funcionan siete programas, cada uno maneja sus propias instalaciones y proyectos con diversas especies de animales que se describen en la tabla 2, algunos de ellos desarrollan actividades comerciales como las que se presentan en la tabla 3.

Tabla 2. Inventario de Especies.

ESPECIE	PROGRAMA	DETALLE	NÚMERO	TOTAL
CUYES	Cuyes-criollos	Hembras reproducción	53	575
		Machos productores	13	
		Hembras descarte	0	
		Hembras levante	239	
		Machos levante	204	
		Crías	66	
	Cuyes-mejorados	Hembras reproducción	479	1945
		Machos productores	104	
		Hembras descarte	33	
		Hembras levante	457	
		Machos levante	607	
		Crías	265	
CONEJOS	Conejos	Hembras reproducción	24	163
		Machos productores	4	
		Hembras levante	29	
		Machos levante	54	
		Crías	52	
EQUINOS	Equinos	Machos	1	6
		Hembras	3	
		Potros	2	
BOVINOS	Ganadería practica	Vacas practica	9	14
		Terneros	1	
		Terneras	2	
		Toretas	2	
OVINOS	Ovinos	Hembras reproducción	1	3
		Machos productores	1	
		Crías	1	
PORCINOS	Porcícola	Reproductores	1	244
		Cerdas gestantes	32	
		Cerdas Lactantes	4	

Tabla 2. (Continuación)

ESPECIE	PROGRAMA	DETALLE	NÚMERO	TOTAL
PORCINOS	Porcícola	Cerdas ceba	53	
		Cerdos Lactantes	34	
		Cerdos precebos	83	
		Cerdos levante	36	
		Descartes	1	
AVES	Avicultura	Codornices	186	186

Fuente: Inventario Mes de Mayo de 2007.

Tabla 3. Actividades Agroindustriales y Comerciales

ACTIVIDAD	DETALLE	UNIDADES	CANTIDAD
Productos cárnicos elaborados	Longaniza	LB.	26
	Chorizo	LB.	50
	S. Viena	LB.	54
	Salchichón	LB.	24
	Mortadela	LB.	50
	Hamburguesa	LB.	68
	Morcilla	LB.	46
	Génova	LB.	1
Cortes comerciales de cerdo	Lomo	KG.	59,5
	Carne	KG.	196
	Costilla	KG.	64,5
	Espinazo	KG.	64,5
	Pezuña	KG.	47
	Tocino	KG.	59,5
	Grasa	KG.	27
	Hueso	KG.	36,5
	Osobuco	KG.	
	cabeza	KG.	38,8
	Vísceras	KG.	52
	Chicharrón	KG.	31
	Carne molida	KG.	22

Tabla 3. (Continuación)

ACTIVIDAD	DETALLE	UNIDADES	CANTIDAD
Cortes comerciales de cerdo	G. fluida	kg.	8
Actividades comerciales de la granja	Cerdos	Und.	8
	Cuyes	Und.	22
	Miel	Botella	25
	Bovinos	Und.	1
	Rosas	Docena	20
	Naranjas	lb.	22
	Huevos	Und.	120
	Cartuchos	Docena	9
	Papa CH	lb.	9

Fuente: Inventario Mes de Mayo de 2007.

2.1 Instalaciones hidro-sanitarias: Con el propósito de determinar el consumo de agua tanto de actividades institucionales, como industriales y agrícolas se decidió cuantificar las instalaciones hidro-sanitarias y estimar su gasto. En la tabla 4, se observa cada una de las instalaciones y los aparatos hidro-sanitarios en consideración para el cálculo respectivo.

Tabla 4. Aparatos Hidro-sanitarios Existentes.

Instalaciones	Tanque	Sanitario		Lavamanos		Grifos	Duchas		Lavaplatos		Lavadero
	L ⁸	Pb	Pv	Pb	Pv	Pb	Pv	Pb	Pv	Pv	
PROC. CARNICOS ⁹	1	2		2		10	1				
OFICINAS			1		1						
CASA CELADOR			1			1	1		1		
APART. ESTUDIANTES			1		1		1		1		
CAFETERIA	1		1			1			1	1	
BAÑOS		3		3			1				

⁸ La mayoría de las instalaciones están provistas de tanques que almacenan el agua desde la red No.1, con capacidad entre 500 y 1000L.

⁹ En las instalaciones para procesos cárnicos existen 2 trampas de grasa para eliminar los residuos producidos durante las actividades.

Tabla 4. (Continuación)

Instalaciones	Tanque	Sanitario		Lavamanos		Grifos	Duchas	Lavaplatos		Lavadero
	L ¹⁰	Pb	Pv	Pb	Pv	Pb	Pv	Pb	Pv	Pv
ALMACEN						2 ¹¹				
PORQUERIZAS 1	2					4 ⁹			2	
PORQUERIZA 2						1				
INST. CUYES 1	1 ¹²								1	
INST. CUYES 2			1		1		1			
INST. CUYES 3	2		1		1		1		1	
CONEJERA						1				
ESTABLO EQUINOS						2				
ESTABLO OVINOS						1				
INVERNADERO DE ROSAS	1					1				
INVERNADERO DE TOMATE Y HABICHUELA ¹²						1 ⁹				
GERMINADOR ⁷						1 ⁹				
PTAR ¹³						2				

Nota: Las abreviaturas utilizadas en la tabla hacen referencia a público y privado respectivamente es decir Pb para público y Pv para privado.

¹⁰ La mayoría de las instalaciones están provistas de tanques que almacenan el agua desde la red No.1, con capacidad entre 500 y 1000L.

¹¹ Aparatos sanitarios alimentados por la red 2.

¹² Este tanque almacena agua tanto para los criaderos de cuyes 1 y 2 como para el criadero de conejos, el establo de ovejas y una posible instalación utilizada para cerdos.

¹³ Estas instalaciones actualmente se encuentran en desarrollo razón por la cual aun no cuentan con las instalaciones adecuadas para su funcionamiento, proyectándose dos grifos extras.

3. ESTUDIOS NECESARIOS PARA EL PROYECTO

3.1 ESTUDIOS TOPOGRAFICOS

Los respectivos estudios topográficos necesarios para la ubicación y diseño de cada una de las estructuras fueron en su totalidad cubiertos por la Universidad de Nariño.

3.1.1 Localización de las redes de acueducto. Las condiciones de las redes de acueducto, prevé la adecuación de algunos accesorios complementarios para la calidad del agua y el mantenimiento, por lo tanto solo se realizó el levantamiento de estas redes localizando los puntos críticos de las tuberías (Ver figura 2).

3.1.2 Zonas de contribución de aguas residuales: El diseño de nuevas redes de alcantarillado determinó el levantamiento cada 50 cm, del área que contribuye las aguas residuales hacia los colectores proyectados (Ver figura 3).

3.2 ESTUDIOS DE CALIDAD DE LAS FUENTES DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

3.2.1 Normatividad y parámetros de calidad de las fuentes.

3.2.1.1 Normatividad: los ensayos en consideración así como los procedimientos llevados a cabo durante el muestreo de las fuentes se realizaron bajo la consideración de las Normas RAS 2000 y el decreto 475/98 como se muestra en la figura 4, por los cuales se expiden normas técnicas de calidad de agua potable y las alternativas de tratamiento.

3.2.2 Medición de Caudales en Fuentes de Abastecimiento.

➤ **Metodología de aforo:** El aforo de caudal se llevo a cabo a través del método volumétrico para las dos fuentes, ya que por su bajo caudal permitió la recolección

del agua en recipientes de volumen conocido.

➤ **Periodo de muestreo:** Con el propósito de determinar la variación de caudal respecto a los muestreos realizados durante un año en pasadas investigaciones y los datos registrados durante el periodo seco en las actuales condiciones del sector, se realizó un nuevo muestreo debido a las deficiencias en el suministro de agua que se presentan durante esta temporada.

Según lo anterior se recopilaron los siguientes datos:

Tabla 5. Registro de Caudales Periodo 1994

No.	Fecha aforo	Q.1 Fuente(l/s)	Q.2 Fuente(l/s)
1	25-01-94	0,50	1,00
2	25-02-94	0,60	0,93
3	20-03-94	0,24	0,95
4	24-04-94	0,25	1,00
5	20-05-94	0,57	1,00
6	19-06-94	-	1,00
7	25-07-94	-	1,08
8	20-08-94	0,49	1,00
9	22-09-94	0,50	1,00
10	20-10-94	0,50	0,93
11	23-11-94	0,75	0,95
12	16-12-94	-	0,93

Fuente: Optimización del sistema de abastecimiento de agua potable para la granja de Botana (1994).

Nota: Q1 representa los caudales aforados del nacimiento de la fuente 1 y un porcentaje desde la fuente 2 de este estudio.

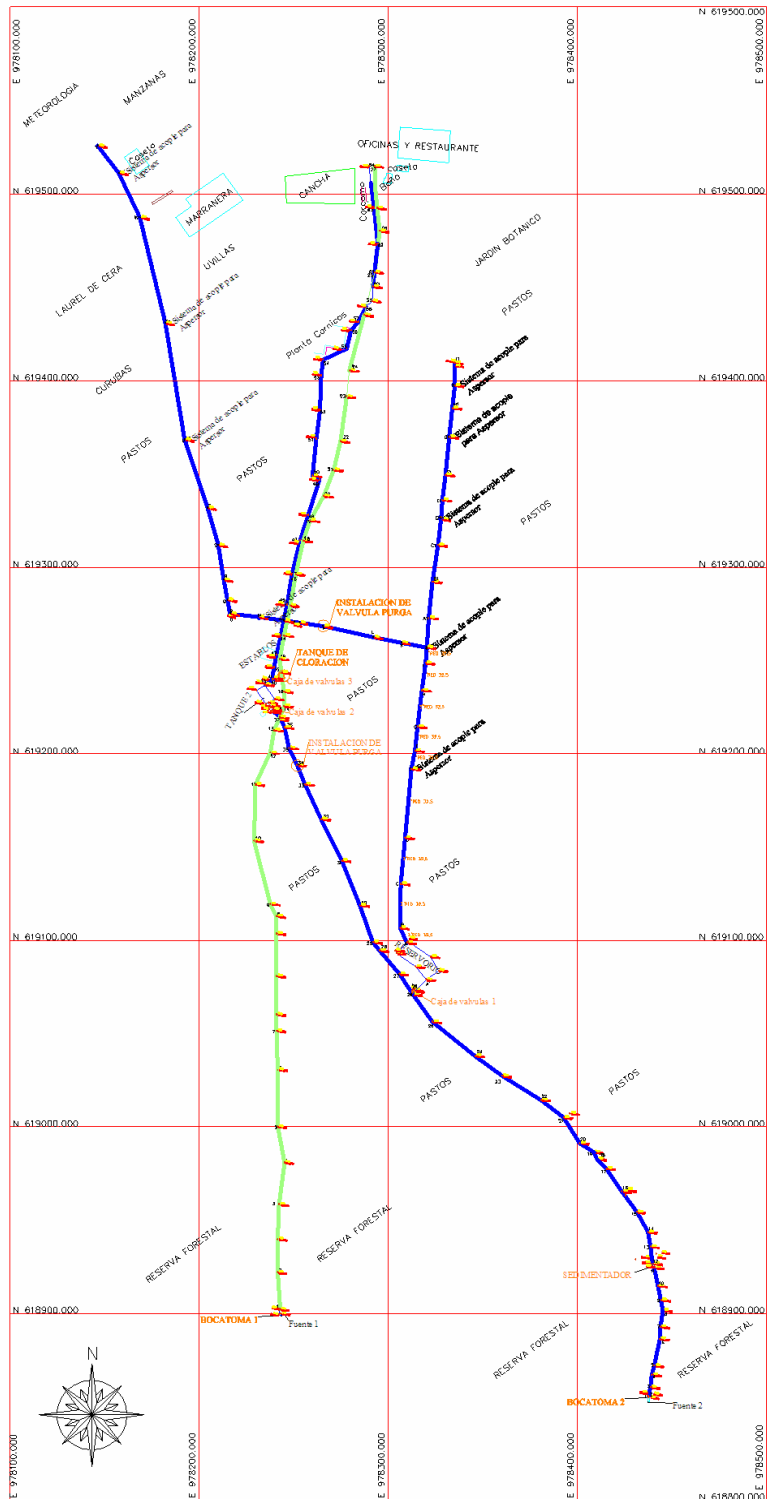


Figura 2. Vista en planta ubicación de las redes de acueducto.

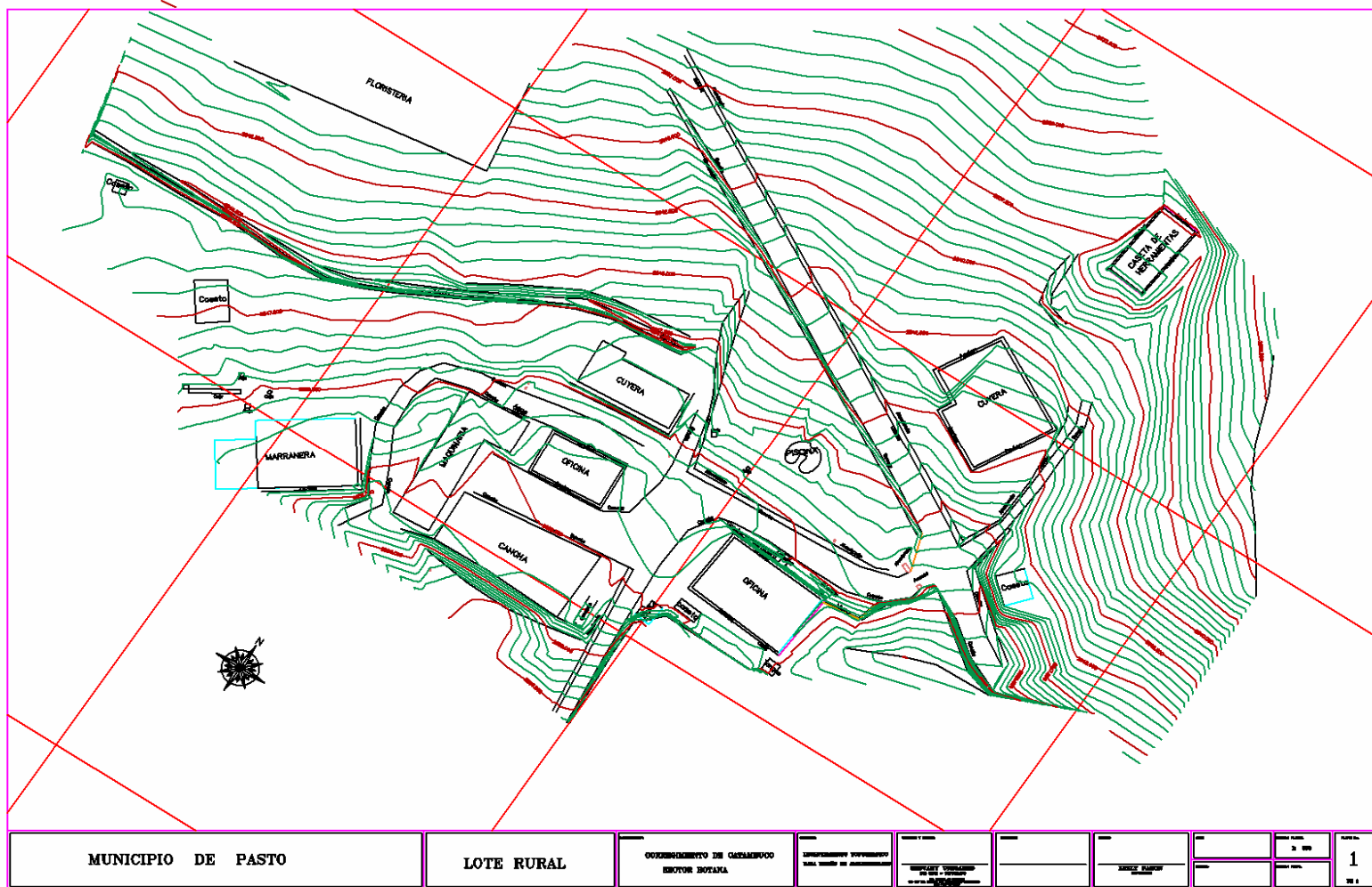


Figura 3. Topografía de la zona de contribución de aguas residuales.

➤ **Aforo No. 1**

Red: 1 (suministro de agua potable)
 Uso de la fuente: consumo
 Naturaleza de la fuente: manantial
 Fecha de aforo: 2007-04-16
 Hora: 10:00 a 12:00
 Tiempo: seco

Tabla 6. Aforo de Caudal Red 1.

T	Vol.	Q	Q
(Seg.)	(l)	(l/seg.)	(prom.)
			(l/seg)
3,96	0,075	0,019	0,020
3,8		0,020	
3,64		0,021	
3,92		0,019	
3,8		0,020	
3,88		0,019	
3,64		0,021	
3,96		0,019	
3,96		0,019	
3,64		0,021	

➤ **Aforo No. 2**

Red: 2 (Llegada a Reservoirio y entrada a tanque de almacenamiento)
 Uso de la fuente: Actividades agrícolas
 Naturaleza de la fuente: Agua lluvias
 Fecha de aforo: 07-05-16
 Hora: 10:00 a 12:00
 Tiempo: seco

Tabla 7. Aforo de Caudal Red 2.

T (Seg.)	Vol. (l)	Q (l/seg.)	Q prom. (l/seg.)	Descripción
1,5	1	0,667	0,621	Reservorio
1,7		0,588		
1,6		0,625		
1,5		0,667		
1,4		0,714		
1,7		0,588		
1,7		0,588		
1,6		0,625		
1,7		0,588		
1,8		0,556		
6		1		
5,8	0,172			
5,5	0,182			
5,4	0,185			
5,5	0,182			
5,5	0,182			
5,6	0,179			
5,5	0,182			
5,5	0,182			
5,2	0,192			
Total=			0,801	

Nota: Este caudal representa el caudal que llega hacia el reservorio y tanque de almacenamiento por lo tanto no incluye la red derivada hacia los sectores vecinos.

A. Caudal destinado a consumo doméstico:

Caudal Mínimo = 0,20 lps

Caudal Medio = 0,48 lps

Caudal Máximo = 4,80 lps (10* Caudal Medio).

B. Caudal para proyectos de riego:

Caudal Mínimo = 0,621 lps

Caudal Medio = 0,98 lps

Caudal Máximo = 9,80 lps (10* Caudal Medio).

Aunque los caudales son muy pequeños el suministro de agua cuenta con estructuras para el almacenamiento mencionadas anteriormente durante las horas nocturnas, para poder suplir las deficiencias en el consumo.

3.2.3 Análisis fisicoquímico y bacteriológico del agua (Ver Figura 4):

Toma de muestras: Con un volumen de 2000 ml. para pruebas fisicoquímicas y de 750 ml. para el análisis microbiológico se tomaron muestras desde los dos nacimientos de agua, utilizando recipientes estériles para las muestras bacteriológicas, además de seguir los procedimientos y cuidados que se requieren para la recolección de las muestras¹⁴.

3.2.3.1 Parámetros de medición.

a. Características físicas de las aguas: Las principales características físicas del agua son:

✓ **Turbiedad:** La turbidez es la expresión de la propiedad óptica de la muestra la cual causa que los rayos de luz sean dispersados y absorbidos en lugar de ser transmitidos en línea recta a través de la muestra.

La turbiedad en el agua puede ser causada por la presencia de partículas suspendidas y disueltas de gases, líquidos y sólidos tanto orgánicos como inorgánicos, con un ámbito de tamaños desde el coloidal hasta partículas macroscópicas, dependiendo del grado de turbulencia.

✓ **Color:** El agua de uso doméstico e industrial tiene como parámetro de aceptación la de ser incolora, pero en la actualidad, gran cantidad del agua disponible se encuentra colorida y se tiene el problema de que no puede ser utilizada hasta que no se le trata removiendo dicha coloración.

¹⁴ Departamento de Sanidad del Estado de Nueva York. Manual de tratamiento de aguas. Nueva York 2002, 169 p.



UNIVERSIDAD DE NARIÑO
SECCION DE LABORATORIOS



LABORATORIO DE QUIMICA
Telefono: 7311449 - 7312289 - 7312895 Ext.222 - 256

Fecha: Abril 24 de 2007 Analisis No. LAQ-07-306-307
 Solicitante Granja Botana, Universidad de Nariño Nit. C.C N° 800118954-1
 Direccion _____ Tel. _____
 Tipo de muestra Agua Cruda y Agua lluvia
 Analisis Solicitado Analisis Fisicoquimico y Microbiológico Completo
 Sitio de Muestreo: Granja Experimental Botana Via Catambuco
 Fecha de muestreo: (Solicitud de análisis) Abril 16 de 2007
 Observaciones _____

PARAMETRO	RESULTADOS		
	Agua Luvia	Manantial	Decreto 475 /98
pH	7,02	6,56	6.5-9.0
Color UCP	16,8	ND	< 15
Turbiedad UNT	5,9	0,5	< 5
Conductividad us/cm	152	120	50 - 100
Alcalinidad mg/L	76	74,8	100
Acidez mg/L	2,6	7,4	50
Dureza Total mg/L	74	66	160
Cloruros mg/L	2,6	2,6	250
Calcio mg/L	34	32	60
Magnesio mg/L	40	34	36
Hierro mg/L	1,08	0,001	0,3
Fosfatos mg/L	0,13	0,61	0,2
Sulfatos mg/L	2,3	1,0	250
Amonio mg/L	0,068	0,017	
Nitratos mg/L	0,43	0,34	10
Nitritos mg/L	0,011	0,006	0,1
Sólidos Totales mg/L	153	139	< 500
Sólidos Disueltos mg/L	137	118	
Sólidos Suspendidos mg/L	16	21	Ausentes
Sólidos Sedimentables ml/L-h	ND	ND	
UFC Mesófilos/100ml	208	8	100
UFC Coliformes Totales/100ml	12	6	< 2
UFC Echerichia Colii/100ml	<2	20	Negativo

ND No detectable

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
LABORATORIO DE QUIMICA
Química T.P.Q. NO. 219 Ex

Nuestro Compromiso con la Universidad es la Excelencia

Ciudad Universitaria- Torobajo - Telefónos 7316860 - 7311449 Ext.222 - 266 Telefax 7314477 - A.A. 1176 y 1176

Figura 4. Análisis Fisicoquímico y Microbiológico del Agua para Consumo y Usos Agrícolas.

Las aguas superficiales pueden estar coloridas debido a la presencia de iones metálicos naturales (hierro y manganeso), humus, materia orgánica y contaminantes domésticos e industriales como en el caso de las industrias de papel, curtido y textil; esta ultima causa coloración por medio de los desechos de

teñido los cuales imparten colores en una amplia variedad y son fácilmente reconocidos y rastreados.

El color que en el agua produce la materia suspendida y disuelta, se denomina "Color aparente", una vez eliminado el material suspendido, el color remanente se conoce como "Color verdadero" siendo este último el cual se mide en esta determinación.

✓ Olor y sabor: Estos están íntimamente relacionados. La mayoría de las sustancias productoras de olores en las aguas son los compuestos orgánicos y desechos industriales. Algunas sustancias como los cloruros o los sulfatos producen olores, y su eliminación puede requerir procesos costosos y sofisticados.

✓ Temperatura: Es uno de los parámetros físicos importantes y esta determinado por múltiples factores que los hace variar continuamente. Solamente en casos extremos se proveen medidas para controlar este factor, generalmente para rebajarlo, la temperatura es muy importante porque la variación de este factor retarda o acelera la actividad biológica, la absorción de oxígeno, la precipitación de compuestos, la formación de depósitos, la desinfección por cloro y puesto que tiene influencia sobre la viscosidad, afecta también indirectamente los procesos de mezcla, floculación, sedimentación y filtración.

No basta el criterio bacteriológico para ver la calidad del agua sino además un análisis físico químico, axial como indispensable un análisis hidrobiológico; que permite identificar el tipo de organismo que puede afectar la potabilidad de un agua, entre los que tenemos; microorganismos parásitos (bacterias, virus, protozoarios, helmintos), elementos tóxicos, gusto y olor desagradable, color y turbidez, elementos corrosivos e incrustaciones.

3.3 ESTUDIOS DE CARACTERIZACIÓN DE AGUA RESIDUAL

3.3.1 Normatividad y Consideraciones para la toma de muestras en los vertimientos:

3.3.1.1 Normatividad: Los estudios de caracterización de los vertimientos se realizaron con base en las Normas RAS 2000 y bajo el decreto 1594 de 1984 en el cual reglamenta el uso del agua y residuos sólidos.

3.3.1.2 Usos del agua: Las actividades de la granja a considerar en el desarrollo del muestreo son de tipo domésticos (restaurante, casa de celador y apartamento de estudiantes), y de operación y mantenimiento de instalaciones (oficinas, planta de procesos cárnicos), criaderos y establos.

3.3.1.3 Alcantarillado sanitario: El diseño de una red de alcantarillado cubrirá el agua procedente de todos los usos y actividades de la granja sin tener en cuenta el agua lluvia que se recolecta en las cunetas de las instalaciones, con el propósito de minimizar las dimensiones de la planta de tratamiento.

3.3.1.4 Tiempo seco: Durante este año la presencia de lluvias en esta región a excepción de las demás zonas del país fue muy limitada durante los meses de Marzo y Mayo, con la presencia de leves lloviznas en cortos periodos de tiempo.

3.3.1.5 Puntos de muestreo: Se determinaron dos puntos para la toma de muestras de agua residual:

A. Punto 1: Esta determinado por las aguas residuales producidas por uso doméstico, lavado de pisos de las instalaciones y actividades de la planta de procesos cárnicos.

B. Punto 2: A este punto llegan las aguas residuales provenientes del lavado de establos de porcinos.

3.3.1.6 Periodo de duración de las mediciones: El periodo de duración de las mediciones en los diferentes vertimientos se modificó de acuerdo a la duración de las actividades y al uso del agua. Es así que para el periodo de observación y toma de muestras del punto 2 se tomaron 5 horas ya que solamente durante este intervalo se observó presencia de caudal, para el punto 1 se realizaron mediciones durante 9 horas.

Las actividades de muestreo se ejecutaron en el transcurso de siete días, y por último durante dos días se tomaron muestras de la fuente receptora para evaluar el impacto producido por las descargas.

3.3.1.7 Tipo de muestras. Para determinar el tipo de muestra se tuvo en cuenta dos alternativas de tratamiento:

1. La carga total producida en ambas fuentes se trataría en un solo punto.
2. La carga se trataría de forma independiente y se descargaría esta agua en un solo punto, o de forma independiente.

De acuerdo a lo anterior se tomaron dos tipos de muestras:

A. Muestra compuesta: Una vez determinado el periodo total, se tomaron muestras en intervalos de 1 hora almacenándolas en recipientes de 2 litros, donde cada muestra contribuye con un porcentaje de volumen de acuerdo al caudal aforado instantáneo (Alternativa 2).

B. Muestra integrada: Con base en los caudales aforados se calculó la contribución de cada punto en consideración, desde la muestra compuesta para un litro de mezcla de las cargas contaminantes (Alternativa 1).

3.3.1.8 Características físicas, químicas y microbiológicas de las aguas:

a. Características físicas: Aspecto, color, turbidez, SST y son desechadas por los hogares, industrias, procesadoras de alimentos es agua que contiene muy poco oxígeno y que esta caracterizada por un color negruzco.

b. Sustancias químicas: Las aguas servidas están formadas por un 99% de agua y un 1% de sólidos en suspensión y solución. Estos sólidos pueden clasificarse en orgánicos e inorgánicos:

Los sólidos inorgánicos están formados principalmente por nitrógeno, fósforo, cloruros, sulfatos, carbonatos, bicarbonatos y algunas sustancias tóxicas como arsénico, cianuro, cadmio, cromo, cobre, mercurio, plomo y zinc.

Los sólidos orgánicos se pueden clasificar en nitrogenados y no nitrogenados. Los nitrogenados, es decir, los que contienen nitrógeno en su molécula, son proteínas,

úreas, aminas y aminoácidos. Los no nitrogenados son principalmente celulosa, grasas y aceites y jabones.

La concentración de orgánicos en el agua se determina a través de la DBO₅, la cual se define como la cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos para oxidar la materia orgánica biodegradable en condiciones aerobias realizada en el laboratorio por cinco días de incubación.

La demanda química de oxígeno (DQO) se usa para medir el oxígeno equivalente a la materia orgánica oxidable químicamente mediante un agente químico oxidante fuerte en un medio ácido, y por lo general a altas temperaturas.

Los detergentes, son compuestos constituidos por moléculas orgánicas grandes, polares, solubles en agua y aceites, que tienen la propiedad de disminuir la tensión superficial de los líquidos en que se hallan disueltos. Generalmente se fabrican mediante la mezcla de agentes tensoactivos con sales sodicas como sulfatos. Según el tipo de grupo polar hidrófilo pueden ser aniónicos cationicos y no iónicos.

Las grasas y aceites se definen como sustancias solubles con hexano. Se consideran grasas y aceites los compuestos de carbono, hidrogeno y oxígeno que flotan en el agua residual, recubren las superficies con las cuales entran en contacto, causando iridiscencia y problemas de mantenimiento, e interfieren con la actividad biológica pues son difíciles de biodegradar.

c. Características bacteriológicas: Una de las razones más importantes para tratar las aguas negras o servidas es la eliminación de todos los agentes patógenos de origen humano presentes en las excretas con el propósito de cortar el ciclo epidemiológico de transmisión. Estos son, entre otros:

- Coliformes totales
- Coliformes fecales
- Salmonellas
- Virus

3.3.1.9 Parámetros de medición. Durante siete días con las consideraciones anteriores y con tiempo seco se evaluaron los siguientes parámetros, para el diseño de la PTAR: pH, DBO₅ total, DBO₅ soluble, DQO total, DQO soluble, sólidos totales, sólidos suspendidos, sólidos totales volátiles, sólidos suspendidos

volátiles, sólidos sedimentables, acidez, grasas y aceites, análisis microbiológico (USC total, USC E-Coli).

Por un periodo de 4 y 3 jornadas se evaluaron parámetros de conductividad, nitrógeno total, fósforo soluble y particulado, a causa de la falta de equipo.

3.3.2 Muestreo.

3.3.2.1 Recolección de Muestras en Puntos de Descarga. Las condiciones de las estructuras actuales son precarias y por lo tanto fue necesario improvisar estructuras para captar los caudales.

3.3.2.1.1 Punto 1. Las tuberías están enterradas hasta profundidades superiores a los 2 m, por lo tanto no son visibles, estas desembocan en un canal natural, razón por la cual se instalo una pantalla de 0,50m de ancho por 0,40m de alto uniendo a esta un tubo de 3" de diámetro, con una altura de 0,10m desde el fondo del canal, la cual recogió el agua hasta un punto de aforo. Los extremos fueron sellados con el mismo suelo que permitió que el fluido se estancara.



Foto 1. Punto de salida de tuberías



Foto 2. Estructura provisional agua residual.

3.3.2.1.2 Punto 2. Para la toma de muestras se cubrió la superficie del tanque sedimentador de agua proveniente del lavado de establo de porcinos con un plástico, y se improviso una canaleta hecha a partir de un tubo de PVC, que permitió captar las aguas a la salida de este tanque.



Foto 3 Cubierta plástica del tanque.



Foto 4 Canaleta de salida de estercolera.

3.3.2.2 Recolección de Muestras en Cuerpo Receptor. Las aguas procedentes de los puntos 1 y 2 son descargadas en diferentes puntos (Foto 5 y 6).



Foto 5 Terrenos recorridos por las A.R.



Foto 6 Fuente receptora.

3.3.2.2.1 Recorridos de los vertimientos.

- **Punto 1:** Las aguas de este punto son recogidas por un pequeño arroyo el cual también recoge las aguas provenientes de las viviendas, a lo largo de su recorrido, su trayectoria incluye un pequeño caserío y extensos terrenos dedicados a la ganadería y otros cultivos. Entre el lugar de vertimiento en el arroyo y el cuerpo receptor principal existe una distancia de 1 km aproximadamente.

- **Punto 2:** Paralelo a la carretera desemboca en una pequeña zanja e intercepta las aguas de otros terrenos aledaños, atravesando amplias praderas y algunas viviendas, recorriendo una longitud de 500m. Posteriormente parte del agua se filtra en una pequeña área de pastos hasta llegar al río.

Con la anterior información se establece un análisis del cuerpo receptor para determinar el grado de contaminación de esta fuente antes y después de la descarga del punto 2, ya que la descarga del punto 1 tiene un amplio recorrido, que a su vez desemboca en una corriente de aguas procedentes de un pequeño caserío. Para llevar a cabo el muestreo en el río se tuvo en cuenta:

- **Periodo de muestreo.** La toma de muestras en el río se realizó durante un periodo de 2 días con el propósito de determinar el impacto en el cuerpo receptor por los vertimientos que se producen en los establos de porcinos de la granja.
- **Tipo de muestras y parámetros de medición.** Corresponden al mismo tipo de muestras y parámetros de medición pH, DBO₅ total, DBO₅ soluble, DQO total, DQO soluble, sólidos totales, sólidos suspendidos, sólidos totales volátiles, sólidos suspendidos volátiles, acidez, grasas y aceites, análisis microbiológico (USC total, USC E-Coli). Parámetros mínimos para determinar el efecto de las descargas.

Se empleó el método del flotador, es decir se utilizaron flotadores plásticos de diámetros de 1 ½" y 3" para determinar la velocidad de la corriente, tomando la profundidad del lecho del río a cada 50 cm de su ancho, para posteriormente establecer una gráfica (Ver anexo D), que definiera de forma aproximada el área.

La determinación del caudal se realizó a través de la siguiente fórmula:

$$Q = \text{velocidad} * \text{area}$$

- **Determinación de los puntos de muestreo.** Se establecieron 3 puntos de muestreo, descritos a continuación:
 - Punto 1 (río). 100m antes del punto de llegada de las aguas procedentes de punto 2.
 - Punto 2 (río). Punto de llegada de las aguas procedentes de punto 2.

- Punto 3 (río). 100m después del punto de llegada de las aguas procedentes de punto 2.

3.3.3 Análisis de resultados. Para llevar a cabo el análisis de resultados de los datos obtenidos en las respectivas mediciones, se tuvieron en cuenta el número de datos con los cuales se contaba y se escogió uno de los métodos (A o B), descritos por Jairo Alberto Romero Rojas, en su obra titulada Tratamiento de Aguas Residuales (teoría y principios de diseño).

3.3.3.1 Puntos de Descarga:

➤ Datos In-Situ:

Tabla 8. Aforo de Caudales y Toma de Muestras en Puntos 1 y 2 de Descarga.

DESCRIPCION		HORA									MUESTRA I.	
PUNTO	FECHA	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-1	1-2	2-3	3-4	Σ	%M.Integ.
1	07-05-07	0,43	0,45	0,39	0,53	0,26	0,36	0,19	0,20	0,75	3,56	46,23
2	07-05-07				0,04	1,45	1,48	0,05	0,94	0,17	4,13	53,77
1	08-05-07	0,16	0,16	0,26	0,17	0,39	0,22				1,35	57,92
2	08-05-07		0,02	0,07	0,23	0,44	0,23				0,98	42,08
1	14-05-07	0,40	0,42	0,50	0,48	0,52	0,26	0,25	0,45	0,38	3,66	75,17
2	14-05-07			0,37	0,07	0,65	0,06		0,05	0,01	1,21	24,83
1	15-05-07	0,16	0,24	0,16	0,21	0,24	0,29	0,13	0,14	0,45	2,01	53,61
2	15-05-07				0,94	0,33	0,01	0,30	0,16		1,74	46,39
1	16-05-07	0,17	0,12	0,23	0,24	0,37	0,48	0,15	0,33	0,37	2,46	54,77
2	16-05-07		0,25	0,87	0,19	0,12	0,60				2,03	45,23
1	18-05-07	0,10	0,09	0,10	0,13	0,19	0,25	0,19	0,17		1,21	59,35
2	18-05-07		0,04	0,25	0,40	0,15					0,83	40,65
1	25-05-07	0,12	0,09	0,14	0,09	0,09	0,08	0,11	0,21		0,93	36,67
2	25-05-07		0,48	0,15	0,32	0,57	0,08				1,60	63,33

Tabla 9. Caudales y Parámetros Evaluados In Situ

Parámetro	Punto 1				Punto 2			
	x-s	Prom. Geom. (x)	x+s	VMH	x-s	Prom. Geom. (x)	x+s	VMH
Caudal(l/seg)	0,058	0,280	0,502	0,553	0,108	0,650	1,191	1,539
pH	6,775	7,365	7,955	7,958	6,743	7,309	7,875	7,977
T(°C)	14,392	15,937	17,482	17,550	14,733	15,937	17,141	17,580
Conductividad*	274,392	324,515	374,639	378,135	2,902	4,467	6,032	6,230

* Conductividad punto 1 en μS y punto 2 en mS.
S: desviación estándar.

Observaciones:

- ✓ Durante los días lunes o viernes se presentaron sacrificios generalmente de un solo animal.
- ✓ El caso del Punto 1 los periodos de mayor consumo de agua se presentan durante las horas en las cuales se realizan las actividades de cocina, en tanto en horas de la mañana como en horas de la tarde.
- ✓ Las actividades de lavado de los establos demandan cantidades de agua superiores a las demás actividades sobre todo durante el primer día de la semana ya que los días sábado y domingo no existe personal que realice estas actividades.
- ✓ Durante los aforos realizados en el punto 2 se obtuvieron caudales muy bajos durante el periodo estimado, sin embargo no se tuvieron en consideración ya que los periodos de lavado no son constantes.
- ✓ El valor máximo horario de cada uno de los parámetros se establece con base al análisis estadístico de los datos (Ver anexo F).

➤ **Datos de Laboratorio**

Tabla 10. Parámetros Analizados en Laboratorio (1,2 y Muestra Integrada)

Parámetro	Punto 1				Punto 2				Muestra integrada			
	X -s	Prom. Arit. (X)	X +s	VMD	X -s	Prom. Arit. (X)	X +s	VMD	X -s	Prom. Arit. (X)	X +s	VMD
PH	6,84	7,14	7,44	7,31	7,26	7,48	7,70	7,80	6,84	7,14	7,44	7,58
Acidez (mg/L)	5,37	10,49	15,60	17,96	90,48	230,50	370,52	435,25	65,84	115,91	165,99	189,14
Grasas y aceites (mg/L)	6,25	10,80	15,35	17,46	249,23	795,86	1342,48	1595,13	31,34	375,00	718,66	877,52
Sólidos totales (mg/L)	254,28	357,86	461,44	509,31	1563,03	7333,43	13103,83	15770,90	1025,84	2894,86	4763,88	5319,03
Sólidos totales volátiles (mg/L)	94,66	199,86	305,06	353,68	968,43	5013,71	9059,00	10928,73	496,24	1841,14	3186,05	3807,66
Sólidos suspendidos (mg/L)	18,95	136,43	253,90	308,20	86,47	5356,29	10626,10	13061,84	117,01	1739,14	3361,28	4111,03
Sólidos suspendidos volátiles (mg/L)	3,17	113,14	223,12	273,95	0,00	3919,14	7957,60	15770,90	92,58	1258,29	2423,99	2962,79
Sólidos sedimentables (ml/L-h)	0,09	0,10	0,11	0,11	109,09	109,86	110,96	110,98				
DBO5 total (mg/L)	0,00	300,71	645,44	869,13	1318,73	2130,14	2941,55	3316,59	717,28	1150,29	1583,29	1783,45
DBO5 soluble (mg/L)	0,00	163,43	339,21	438,53	549,44	1105,71	1661,99	1919,12	250,57	576,14	901,71	1052,19
DQO total (mg/L)	0,00	437,14	932,84	1247,56	2274,68	3158,14	4041,61	4450,00	1227,37	1933,00	2638,63	2964,80
DQO soluble (mg/L)	0,00	253,00	529,71	692,28	776,16	1501,57	2226,98	2562,30	215,85	862,14	1508,44	1807,19
Nitrógeno total (mg/L)	1,13	2,57	4,00	4,66	405,11	496,67	586,55	628,55				
Fósforo total (mg/L)	0,75	3,77	6,78	8,18	792,01	814,00	835,99	846,16				
Fósforo soluble (mg/L)	0,22	2,37	4,52	5,51	646,68	668,67	690,66	700,83				
UFC Coliformes totales/100ml									0,00	56017571,43	124217571,43	179722222,22
UFC Echerichia Coli/100ml									19951714,29	84051714,29	148151714,29	159722222,22

3.3.4 Cuerpo receptor: parte intermedia quebrada la Negra

➤ Datos In-Situ:

Tabla 11. Aforo de Caudales y Toma de Muestras en Fuente Receptora.

AFORO DE CAUDALES Y TOMA DE MUESTRAS EN FUENTE RECEPTORA												
DESCRIPCION		HORA									MUESTRA INTEGRADA	
PUNTO	FECHA	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-1	1-2	2-3	3-4	Σ	% M.Integ.
RIO(1)	28-05-07		0,3337		0,2788		0,6424		0,4607		1,716	28,72
RIO(2)	28-05-07		0,8038		0,6245		0,654		0,6699		2,752	46,07
RIO(3)	28-05-07		0,4605		0,4126		0,2745		0,3583		1,506	25,58
RIO(1)	29-05-07		0,4985		0,3356		0,3197		0,4751		1,629	35,30
RIO(2)	29-05-07		0,539		0,6581		0,5196		0,6125		2,329	50,47
RIO(3)	29-05-07		0,186		0,1744		0,1574		0,138		0,656	14,22

Tabla 12. Caudales y Parámetros Evaluados In Situ

Parámetro	Punto 1				Punto 2				Punto 3			
	x-s	Prom. Geom. (x)	x+s	VMH	x-s	Prom. Geom. (x)	x+s	VMH	x-s	Prom. Geom. (x)	x+s	VMH
Caudal(m ³ /seg)	0,288	0,418	0,548	0,608	0,543	0,635	0,727	0,771	0,134	0,270	0,407	0,472
pH	7,113	7,201	7,290	7,332	7,484	7,409	7,484	7,52	7,312	7,370	7,428	7,45
T(°C)		14				14				14		
Conductividad(□S)	121,4	136,9	152,4	159,57	123,1	128,2	133,2	135,61	124,5	129,5	134,6	136,96

Observaciones:

✓ El caudal de la fuente receptora presenta diferencias en los puntos 2 y 3, este fenómeno se puede analizar ya que el curso del agua pasa por zonas que además de ser planas conducen el agua a atravesar el suelo y a retener el líquido en su estructura.

✓ Los Puntos 1 y 2 (de descarga) no entregan sus aguas en el mismo tramo como ya se mencionó, por lo tanto se decidió no evaluar aguas abajo de la descarga del punto 2 a causa de la contaminación de aguas procedentes de las comunidades aledañas.

✓ **Datos De Laboratorio**

Tabla 13. Parámetros Analizados en Laboratorio (Fuente Receptora)

Parámetro	M1			M2			M3			M4		
	Día.1	Día.2	Prom	Día.1	Día.2	Prom	Día.1	Día.2	Prom	Día.1	Día.2	Prom
PH	7,22	7,39	7,305	7,46	7,51	7,485	7,57	7,57	7,57			
ACIDEZ (mg/L)	4	4	4	3	3,8	3,4	2,8	3,4	3,1			
Grasas y aceites (mg/L)	7,8	0	3,9	0	0	0	12,2	10,6	11,4			
Sólidos totales (mg/L)	180	156	168	173	193	183	221	1783	1002			
Sólidos totales volátiles (mg/L)	72	44	58	55	74	64,5	58	1664	861			
Sólidos suspendidos (mg/L)	118	21	69,5	51	32	41,5	54	1578	816			
Sólidos suspendidos volátiles (mg/L)	60	14	37	31	17	24	13	1526	769,5			
DBO5 total (mg/L)	3,6	5,4	4,5	9,8	7	8,4	18	21	19,5			
DBO5 solubles (mg/L)	1,2	2,3	1,75	7,1	4,3	5,7	11	13	12			
DQO total (mg/L)	17	11	14	19	18	18,5	33	45	39			
DQO solubles (mg/L)	9,4	6,1	7,75	12	11	11,5	19	26	22,5			
UFC Coliformes totales/100ml										112000	28000	70000
UFC Echerichia Coli/100ml										40000	35000	37500

Nota: Prom, hace referencia al valor promedio del parámetro.

3.3.5 Análisis de las concentraciones de puntos de descarga y cuerpo receptor. La siguiente tabla clasifica las concentraciones que se producen en la institución, descargas aforadas en el punto 1 y los aforos del cuerpo receptor, las altas concentraciones emitidas en del punto 2 solo permiten clasificarla por su uso agrícola.

Tabla 14. Características aguas servidas domésticas¹⁵

Parámetro	Unidad	Concentración			Punto de descarga 1	Concentración	Cuerpo receptor			Concentración		
		Débil	Media	Fuerte			Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 1	Punto 2	Punto 3
Sólidos totales	mg/l	350	720	1200	357.86	Media	168	183	1002	Débil	Débil	Fuerte
Sólidos disueltos	mg/l	250	500	850								
Fijos	mg/l	145	300	525								
Volátiles	mg/l	105	200	325	136.46	Media	69	41.5	816	Débil	Débil	Fuerte
Sólidos suspendidos	mg/l	100	220	350								
Fijos	mg/l	20	55	75								
Volátiles	mg/l	80	165	275	113.14	Media	37	24	769.5	Débil	Débil	Fuerte
Sólidos sedimentables	mg/l	5	10	20	0.1	Débil						
DBO ₅	mg/l	110	220	400	300.71	Fuerte	4.5	7	19.5	Débil	Débil	Débil
DQO	mg/l	250	500	1000	437.14	Media	14	18	39	Débil	Débil	Débil
COT	mg/l	80	160	290	2.57	Débil						
Nitrógeno total	mg/l	20	40	85								
N-Orgánico	mg/l	8	15	35								
N-Amoniacal	mg/l	12	25	50	3.77	Débil						
Fósforo total	mg/l	4	8	15								
P orgánico	mg/l	1	3	5								
P inorgánico	mg/l	3	5	10	10.80	Débil	3.9	0	14.4	Débil	Débil	Débil
Cloruros	mg/l	30	50	100								
Sulfatos	mg/l	20	30	50								
Alcalinidad	mg/l	50	100	200	10.80	Débil	3.9	0	14.4	Débil	Débil	Débil
Aceites y grasas	mg/l	50	100	150								
Compuestos orgánicos volátiles	µg/l	<100	100-400	>400								
Coliformes fecales	NMP/100ml	10 ⁶ -10 ⁷	10 ⁷ -10 ⁸	10 ⁷ -10 ⁹				70000		Débil		

¹⁵ METCALF & EDDY. Tratamiento y Depuración de las Aguas Residuales. Madrid: Labor, 1995. 837 p.

3.4 ESTUDIOS DE SUELOS. Una vez identificada la zona de construcción de la planta se tomaron muestras desde los lotes proyectados para la construcción de la misma. A continuación se presentan algunos de los resultados obtenidos. Estos ensayos se anexaran al proyecto de grado (Anexo Ñ).

3.4.1 Apique 1.

Referencia: Apique 1

Descripción: Limo arenoso de alta comprensibilidad, color gris y consistencia firme.

<i>Parámetro</i>	<i>Muestra de fondo del apique</i>	<i>Muestra lateral del apique</i>
<i>Limites de consistencia:</i>		
Limite liquido (%)	98,15	95,96
Limite plástico (%)	42,56	40,71
Índice de licuación (%)	0,1	0,6
Índice de plasticidad (%)	55,59	55,25
Humedad (%)	50,66	72,14
<i>Clasificación:</i>		
AASHTO	A-7-5	A-7-5
SUCH	MH	MH
<i>Resistencia:</i>		
qu (Kg./cm ²)	0,97	1,14
c(Kg./cm ²)	0,49	0,57
<i>Contenido de agua:</i>		
Peso húmedo (gr.)	373,29	343,61
Peso seco (gr.)	247,77	199,61
Humedad (%)	50,66	72,14
<i>Peso unitario húmedo(gr/cm³)</i>	1,35	1,56

✓ Localización:

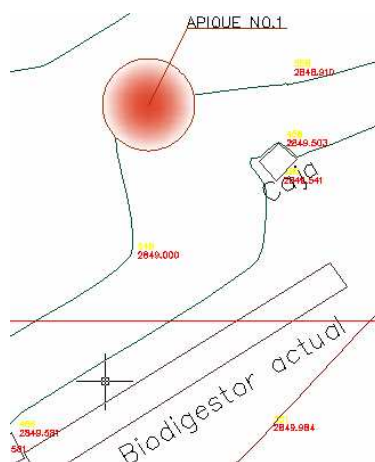


Figura 5. Localización apique 1.

3.4.2 Apique 2.

Referencia:

Apique 2

Descripción:

Arcilla de alta plasticidad color café oscuro con vetas, consistencia firme.

<i>Parámetro</i>	<i>Muestra de fondo del apique</i>	<i>Muestra lateral del apique</i>
<i>Limites de consistencia:</i>		
Limite liquido (%)	95,15	90,58
Limite plástico (%)	28,02	29,07
Índice de licuación (%)	0,6	0,3
Índice de plasticidad (%)	67,13	61,51
Humedad (%)	70,79	45,28
<i>Clasificación:</i>		
AASHTO	A-7-6	A-7-6
SUCH	CH	CH
<i>Resistencia:</i>		
qu (Kg./cm ²)	1,61	1,29
C (Kg./cm ²)	0,81	0,65
<i>Parámetro</i>	<i>Muestra de fondo del apique</i>	<i>Muestra lateral del apique</i>
<i>Contenido de agua:</i>		
Peso húmedo (gr.)	412,18	374,85
Peso seco (gr.)	241,34	258,02
Humedad (%)	70,79	45,28
<i>Peso unitario húmedo (gr./cm³)</i>	1,43	1,71

✓ Localización:

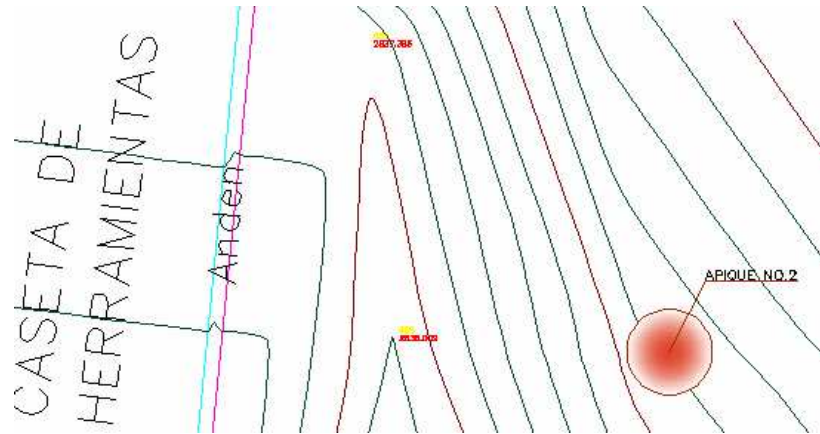


Figura 6. Localización apique 2

4. DIAGNOSTICO DE REDES DE DISTRIBUCION DE AGUA POTABLE Y RIEGO.

4.1 RED DE AGUA 1.

4.1.1 Características generales de la red

Material: Tubería PVC y RDE 26

Factor de reducción para unidades de consumo: 0,7

Coefficiente C: 150

Tipo de red: red ramificada abierta

Profundidad promedio de la red: 40 cm.

Uso del agua: uso doméstico, procesamiento de carnes, ensayos de experimentación y otros usos agrícolas.

4.1.2 Cálculo de consumo.

4.1.2.1 Determinación de las unidades de consumo. Según las tabla 4 y 15 se determino el uso de los aparatos sanitarios a través del método de HUNTER (Norma ICONTEC NTC 1500) con el propósito de determinar el caudal máximo probable.

Tabla 15. Unidades de consumo por aparatos sanitario¹⁶

<i>Instalaciones</i>	<i>Público</i>	<i>Privado</i>
Sanitario	5	3
Lavamanos	2	1
Grifos	4	-
Duchas	2	-
Lavaplatos	4	2
Lavadero	3	-

¹⁶ SALAZAR CANO, Roberto. Instalaciones Hidráulicas en Edificios. San Juan de Pasto: Editorial Universitaria, 2003. P. 49.

Tabla 16. Determinación de caudal de la red 1

INSTALACIONES	U.C.	U.C. *Factor de red*.	U.C. Acumulado	Caudal Lt/min.	Caudal Lt/seg.
	RED 1	RED 1			
OFICINAS	4	2,8	71,4	95	1,58
CASA CELADOR	11	7,7			
APART. ESTUDIANTES	8	5,6			
CAFETERIA	12	8,4			
BAÑOS	23	16,1			
PORQUERIZA2	8	5,6			
INST. CUYES 1	2	1,4			
INST. CUYES 2	6	4,2			
INST. CUYES 3	8	5,6			
CONEJERA	4	2,8			
ESTABLO OVINOS	4	2,8			
INVERNADERO DE ROSAS	4	2,8			
PTAR	8	5,6			
PORQUERIZAS1	4	2,8			
PROC. CARNICOS(2)	56	39,2	113,4	125	2,08
ESTABLO EQUINOS	8	5,6	119	135	2,25

CURVAS DE DEMANDA DE HUNTER

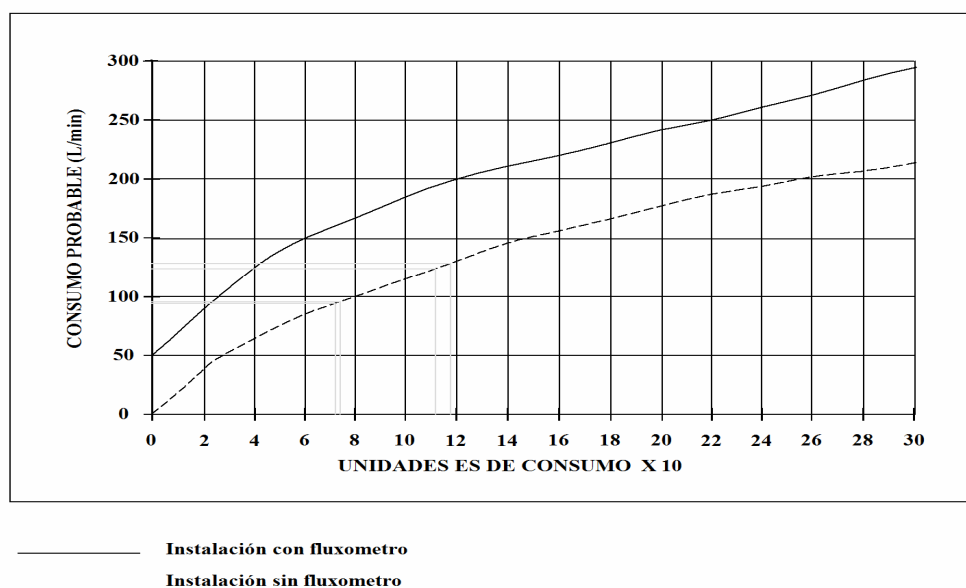


Figura 7. Curvas de demanda de Hunter 1.

4.1.3 Perfil de la red de consumo. Las instituciones están provistas de conexiones hidráulicas independientes por lo tanto fue preciso determinar los

puntos más críticos para el recorrido de las redes para posteriormente su chequeo.

4.1.4 Chequeo de la red 1

Tabla 17. Cálculos hidráulicos de la red 1

Tramo		Longitud (m)	Caudal acumulado (lps)	DIAMETRO		Área (m ²)	Vel. (m/seg.)	Pérdida de Carga		Cota piezométrica		Cota roja		Presión disponible	
				Nominal (plg)	Real (m)			Unit. (m/m)	Total (m)	Inicial (m)	Final (m)	Inicial (m)	Final (m)	Inicial (m)	Final (m)
Inicio	Final														
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Bocatoma															
1	2	20,059	2,25	2	0,059	0,003	0,828	0,012	0,270	2941,680	2941,410	2940,680	2937,414	1,000	3,996
2	3	37,187	2,25	1-1/2	0,046	0,002	1,330	0,039	1,585	2941,410	2939,826	2937,414	2926,520	3,996	13,306
3	4	23,042	2,25	1-1/2	0,046	0,002	1,330	0,039	0,982	2939,826	2938,844	2926,520	2921,791	13,306	17,053
4	5	19,949	2,25	1-1/2	0,046	0,002	1,330	0,039	0,850	2938,844	2937,993	2921,791	2917,706	17,053	20,287
5	6	30,675	2,25	1-1/2	0,046	0,002	1,330	0,039	1,307	2937,993	2936,686	2917,706	2914,575	20,287	22,111
6	7	21,117	2,25	1-1/2	0,046	0,002	1,330	0,039	0,900	2936,686	2935,786	2914,575	2911,635	22,111	24,151
7	8	61,842	2,25	1-1/2	0,046	0,002	1,330	0,039	2,635	2935,786	2933,151	2911,635	2903,541	24,151	29,610
8	9	7,413	2,25	1-1/2	0,046	0,002	1,330	0,039	0,316	2933,151	2932,835	2903,541	2903,091	29,610	29,744
9	10	35,478	2,25	1-1/2	0,046	0,002	1,330	0,039	1,512	2932,835	2931,323	2903,091	2896,959	29,744	34,364
10	11	30,280	2,25	1-1/2	0,046	0,002	1,330	0,039	1,290	2931,323	2930,033	2896,959	2893,831	34,364	36,202
11	12	19,186	2,25	1-1/2	0,046	0,002	1,330	0,039	0,818	2930,033	2929,215	2893,831	2892,717	36,202	36,498
12	13	12,473	2,25	1-1/2	0,046	0,002	1,330	0,039	0,532	2929,215	2928,684	2892,717	2891,034	36,498	37,650
13	14	14,063	2,25	1-1/2	0,046	0,002	1,330	0,039	0,599	2928,684	2928,084	2891,034	2888,757	37,650	39,327
14	15	7,811	2,25	1-1/2	0,046	0,002	1,330	0,039	0,333	2928,084	2927,752	2888,757	2888,031	39,327	39,721
15	16	17,877	2,25	1-1/2	0,046	0,002	1,330	0,039	0,762	2927,752	2926,990	2888,031	2885,030	39,721	41,960
16	17	46,328	2,25	1-1/2	0,046	0,002	1,330	0,039	1,974	2926,990	2925,016	2885,030	2880,167	41,960	44,849
17	18	18,501	2,083	1-1/2	0,046	0,002	1,232	0,034	0,684	2925,016	2924,332	2880,167	2877,922	44,849	46,410
18	19	11,570	2,083	1-1/2	0,046	0,002	1,232	0,034	0,428	2924,332	2923,904	2877,922	2876,120	46,410	47,784
19	20	15,141	2,083	1-1/2	0,046	0,002	1,232	0,034	0,560	2923,904	2923,345	2876,120	2873,390	47,784	49,955
20	21	15,227	2,083	1-1/2	0,046	0,002	1,232	0,034	0,563	2923,345	2922,782	2873,390	2870,985	49,955	51,797
21	22	15,930	2,083	1-1/2	0,046	0,002	1,232	0,034	0,589	2922,782	2922,193	2870,985	2868,663	51,797	53,530
22	23	24,178	2,083	1-1/2	0,046	0,002	1,232	0,034	0,893	2922,193	2921,300	2868,663	2865,736	53,530	55,564
23	24	14,266	2,083	1-1/2	0,046	0,002	1,232	0,034	0,527	2921,300	2920,773	2865,736	2864,083	55,564	56,690
24	25	54,403	2,083	1-1/2	0,046	0,002	1,232	0,034	2,010	2920,773	2918,762	2864,083	2858,981	56,690	59,781
25	26	22,386	1,617	1-1/2	0,046	0,002	0,956	0,021	0,517	2918,762	2918,245	2858,981	2856,476	59,781	61,769
26	27	40,260	1,583	1-1/4	0,040	0,001	1,230	0,039	1,742	2918,245	2916,503	2856,476	2851,776	61,769	64,727

4.1.4.1 Memorias de cálculo tabla 17. (Tramo 1-2)

- Área del tubo(A):

$$A(\text{tramo1-2}) = \pi * \left(r_{(\text{tramo1-2})} \right)^2 = \pi * (0,0295\text{m})^2 = 3,00 * 10^{-3} \text{m}^2$$

r: Radio del conducto(m).

- Velocidad del agua (V):

$$V(\text{tramo1-2}) = \frac{Q_{\text{acum}(\text{tramo1-2})}}{\text{Area}_{(\text{tramo1-2})}} = \frac{2,25\text{l/seg} * 1\text{m}^3 / 1000\text{L}}{2,734 * 10^{-3} \text{m}^2} = 0,828\text{m/seg}$$

Velocidad recomendada: 0,6<vel<3,0 m/seg.

- Pérdida de Carga unitaria (j):

$$j(\text{tramo1-2}) = \left[\frac{Q_{\text{acum}(\text{tramo1-2})}}{0,2785 * C * D_{(\text{tramo1-2})}^{2,63}} \right]^{1,85} = \left[\frac{2,25\text{L/seg} * 1\text{m}^3 / 1000\text{L}}{0,2785 * 150 * (0,059\text{m})^{2,63}} \right]^{1,85} = 0,012\text{m/m}$$

Coeficiente de rugosidad (C):150

D: Diámetro del conducto (m).

- Pérdida total de carga (hf):

$$hf(\text{tramo1-2}) = j_{(\text{tramo1-2})} * L_{(\text{tramo1-2})} + \text{perdida por accesorios}$$

$$hf(\text{tramo1-2}) = 0,012\text{m/m} * 20,06\text{m} * 1,1 = 0,24\text{m}$$

$$\text{Perdida por accesorios} = 0,1 * j * L \quad (\text{asumida})$$

L: Longitud de la tubería (m).

- Cota piezométrica inicial (Cpi):

$$C_{pi}(\text{tramo1} - 2) = 2941,68m$$

- *Cota piezométrica final (Cpf):*

$$C_{pf}(\text{tramo1} - 2) = C_{pi}(\text{tramo1} - 2) - h_{f(\text{tramo1} - 2)} = 2941,68m - 0,24m = 2941,43m$$

- *Cota roja inicial (Cri):*

$$C_{ri}(\text{tramo1} - 2) = C_{rai}(\text{tramo1} - 2) = 2940,68m$$

Crai: Cota rasante inicial (m).

- *Cota roja final (Crf):*

$$C_{rf}(\text{tramo1} - 2) = C_{raf}(\text{tramo1} - 2) - \text{Pr of. Red1} = 2937,814m - 0,40m = 2937,414m$$

Craf: Cota rasante final (m).

- *Presión disponible inicial (Pdi):*

$$P_{di}(\text{tramo1} - 2) = C_{pi}(\text{tramo1} - 2) - C_{ri}(\text{tramo1} - 2) = 2941,68m - 2940,68m = 1m$$

- *Presión disponible final (Pdf):*

$$P_{df}(\text{tramo1} - 2) = C_{pf}(\text{tramo1} - 2) - C_{rf}(\text{tramo1} - 2) = 2941,41m - 2937,414m = 4,021m$$

4.1.4.2 Descripción de la plantilla de cálculo:

Columna [1]	Tramo inicial y final en consideración
Columna [2]	Longitud de la tubería (m)
Columna [3]	Caudal (l/seg)
Columna [4]	Diámetro nominal (plg)
Columna [5]	Diámetro real del conducto (m)
Columna [6]	Área del conducto (m ²)
Columna [7]	Velocidad del fluido (m/seg)
Columna [8]	Pérdida de carga unitaria (m)
Columna [9]	Pérdida de carga total (m)

Columna [10]	Cota piezométrica inicial (m)
Columna [11]	Cota piezométrica final (m)
Columna [12]	Cota roja inicial (m)
Columna [13]	Cota roja final (m)
Columna [14]	Presión disponible inicial (m)
Columna [15]	Presión disponible final (m)

4.1.5 Diagnóstico de la red de consumo:

- ✓ La capacidad de la red durante la temporada seca no satisface la demanda por ello es necesario que trabaje en conjunto con la red 2 para suministrar el servicio.
- ✓ Las actividades de sacrificio de animales y procesamiento de carnes solo se realizan una vez por semana, hecho que permite almacenar parte del agua.
- ✓ Las estructuras de captación son deficientes, y en gran parte contribuyen a las deficiencias de la calidad del agua y al desperdicio del líquido, por lo tanto se acondicionaran estas estructuras para la decantación de los sólidos y el almacenamiento del agua.

4.2 RED 2

4.2.1 Características generales de la red:

Material: Tubería PVC

Factor de reducción para unidades de consumo: 0,7

Coefficiente C: 150

Tipo de red: red ramificada abierta

Profundidad promedio de la red: 60cm

Uso del agua: riego de cultivos, alimentación de animales, lavado de instalaciones y otros usos agrícolas.

4.2.2 Cálculo de consumo:

4.2.2.1 Determinación de las unidades de consumo: Según las tablas 4 y 15 se determinó el uso de los aparatos sanitarios a través del método de HUNTER

(Norma ICONTEC NTC 1500) con el propósito de determinar el caudal máximo probable en cuanto a las instalaciones.

Tabla 18. Determinación del caudal de la red 2

INSTALACIONES	U.C.	U.C. * Factor de red.	U.C.	Lt/min.	Lt/seg.
	RED NO.2	RED NO.2			
ALMACEN	8	5,6	19,6	35	0,583
PORQUERIZAS1	16	11,2			
INVERNADERO DE ROSAS	4	2,8			
INVERNADERO DE TOMATE Y HABICHUELA	4	2,8	5,6	5	0,083
GERMINADOR	4	2,8			

CURVAS DE DEMANDA DE HUNTER

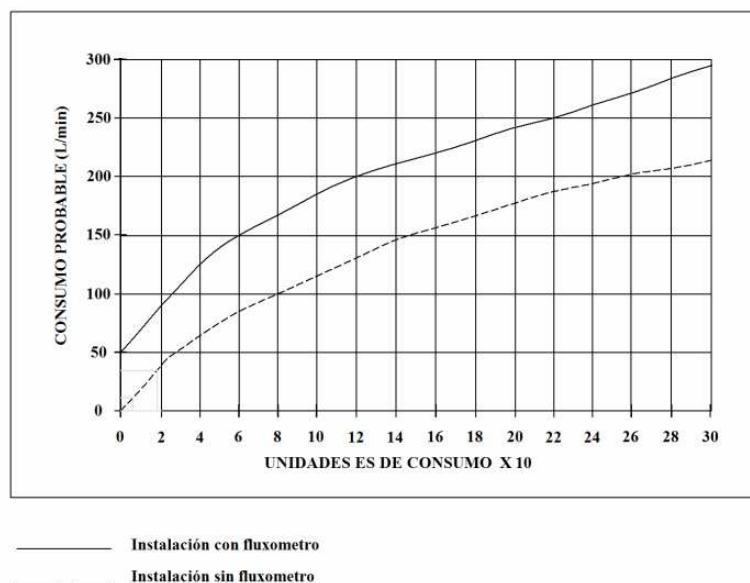


Figura 8. Curva de demanda de Hunter 2.

4.2.2.2 Determinación de caudal de riego. Para el cálculo del caudal necesario para riego, se tuvieron en cuenta los parámetros dados por las siguientes ecuaciones:

1. Lámina de agua aprovechable (LAA):

$$LAA = \frac{(CC - PM)}{100} * Da * P$$

Donde:

LAA: Lámina de agua aprovechable (cm)

CC: Capacidad de campo (%)¹⁷

PM: Punto de marchites (%)¹⁶

Da: Densidad aparente (gr /cm²)¹⁶

P: Profundidad radicular efectiva (cm)¹⁶

Teniendo en cuenta que los cultivos más críticos y que necesitan mas agua son los pastos se tomaron estos como punto de referencia para el diseño obteniendo como resultado:

$$LAA = \left(\frac{37,38\% - 21,92\%}{100} \right) * 1,09 \text{ gr / cm}^2 * 50 \text{ cm} = 8,69 \text{ cm}$$

2. Lámina rápidamente aplicable (LARA):

Asumiendo un agotamiento de la lámina del agua del suelo como un 70% tenemos que:

$$LARA = 86,9 \text{ mm} * 0,30 = 26,07 \text{ mm}$$

3. Lámina Bruta (Lb):

Clima: moderado

Eficiencia de aplicación (Ea): 75%¹⁶

$$Lb = \frac{LARA}{Ea} * 100 = \frac{26,07 \text{ mm}}{75\%} * 100 = 34,76 \text{ mm}$$

¹⁷ ESTUDIOS de Cesar Albornoz, Ingeniero Agrónomo. Granja Experimental Botana Universidad de Nariño. Junio de 2007.

4. Frecuencia de aplicación(*Fr*):

ETP máx. /día: 2.4mm/día¹⁸

$$Fr = \frac{LARA}{ETP \text{ max} / \text{ día}} = \frac{26,07 \text{ mm}}{2,4 \text{ mm} / \text{ día}} = 10,86 \text{ días} \approx 11 \text{ días}$$

5. Caudal de riego (*Qr*):

$$Qr = \frac{2,78 * A * Lb}{H * Fr} = \frac{2,78 * 2 \text{ ha} * 34,76 \text{ mm}}{24 \text{ horas} * 11 \text{ días}} = 0,73 \text{ L} / \text{ seg}$$

Donde:

A: Area de riego (ha) = 2ha

H: horas de riego

Fr: frecuencia de riego (días)

Lb: Lamina bruta (mm)

Los aspersores con los cuales cuenta la red de riego tienen las siguientes características:

Marca: NAAN

Número: 323/92

Diámetro boquilla: 2,8 mm ROSIL

Presión: 1atm

Caudal: 0,28 m³/hora

Diámetro de cobertura: 17 m

Viento moderado: 60% diámetro útil

Diámetro regado: 10 m

Máx. pérdida permitida por laterales=20% * presión del aspersor= 0,2*10m= 2m

4.2.3 Perfil de la red de riego y consumo. Los datos que se muestran en la Tabla 19., fueron extraídos de los estudios topográficos desarrollados por la Universidad de Nariño según los puntos críticos de las redes de riego.

¹⁸ COLUNGE, Jaime. Estudio comparativo entre la evapotranspiración calculada por varias fórmulas y la evaporación media de algunas regiones de Colombia, p.45.

4.2.4 Chequeo red de riego y consumo.

Tabla 19. Chequeo de la red de riego y consumo.

Tramo		Longitud (m)	Consumo acumulado (lps)	DIAMETRO			Área (m ²)	Vel. (m/seg)	Pérdida de Carga			Cota piezométrica		Cota roja		Presión disponible	
Inicio	Final			Nominal (Plg)	RDE	Real (m)			Unitaria (m/m)	HL	Total (m)	Inicial (m)	Final (m)	Inicial (m)	Final (m)	Inicial (m)	Final (m)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
Bocatoma																	
1	2	0,42	0,80	1-1/4	26	0,040	0,001	0,622	0,011	0,005	2944,38	2944,38	2943,88	2942,902	0,50	1,48	
2	3	5,00	0,80	1-1/4	26	0,040	0,001	0,622	0,011	0,061	2944,38	2944,32	2942,90	2941,389	1,48	2,93	
3	4	7,24	0,80	1-1/4	26	0,040	0,001	0,622	0,011	0,089	2944,32	2944,23	2941,39	2938,772	2,93	5,46	
4	5	5,06	0,80	1-1/4	26	0,040	0,001	0,622	0,011	0,062	2944,23	2944,17	2938,77	2937,995	5,46	6,17	
5	6	15,09	0,80	1-1/4	26	0,040	0,001	0,622	0,011	0,185	2944,17	2943,98	2938,00	2934,382	6,17	9,60	
6	7	6,55	0,80	1-1/4	26	0,040	0,001	0,622	0,011	0,080	2943,98	2943,90	2934,38	2933,447	9,60	10,45	
7	8	9,13	0,80	1-1/4	26	0,040	0,001	0,622	0,011	0,112	2943,90	2943,79	2933,45	2931,353	10,45	12,43	
8	9	5,54	0,80	1-1/4	26	0,040	0,001	0,622	0,011	0,068	2943,79	2943,72	2931,35	2930,044	12,43	13,68	
9	10	8,21	0,80	1-1/4	26	0,040	0,001	0,622	0,011	0,101	2943,72	2943,62	2930,04	2928,528	13,68	15,09	
10	11	9,85	0,80	1-1/4	26	0,040	0,001	0,622	0,011	0,121	2943,62	2943,50	2928,53	2926,474	15,09	17,02	
Tanque reg.		72,08															
12	13	8,74	0,80	1-1/4	26	0,040	0,001	0,622	0,011	0,107	2926,77	2926,66	2926,07	2923,29	0,70	3,37	
13	14	7,98	0,80	1-1/4	26	0,040	0,001	0,622	0,011	0,098	2926,66	2926,56	2923,29	2922,72	3,37	3,84	
14	15	12,32	0,80	1-1/4	26	0,040	0,001	0,622	0,011	0,151	2926,56	2926,41	2922,72	2921,52	3,84	4,89	
15	16	13,55	0,80	1-1/4	26	0,040	0,001	0,622	0,011	0,166	2926,41	2926,24	2921,52	2919,50	4,89	6,75	
16	17	15,08	0,80	1-1/4	26	0,040	0,001	0,622	0,011	0,185	2926,24	2926,06	2919,50	2917,37	6,75	8,69	
17	18	6,72	0,80	1-1/4	26	0,040	0,001	0,622	0,011	0,083	2926,06	2925,98	2917,37	2916,69	8,69	9,29	
18	19	4,22	0,80	1-1/4	26	0,040	0,001	0,622	0,011	0,052	2925,98	2925,92	2916,69	2916,04	9,29	9,89	
19	20	8,95	0,80	1-1/4	26	0,040	0,001	0,622	0,011	0,110	2925,92	2925,81	2916,04	2917,25	9,89	8,56	
20	21	16,26	0,80	1-1/4	26	0,040	0,001	0,622	0,011	0,200	2925,81	2925,61	2917,25	2916,03	8,56	9,58	
21	22	15,18	0,80	1-1/4	26	0,040	0,001	0,622	0,011	0,186	2925,61	2925,43	2916,03	2915,03	9,58	10,40	
22	23	24,25	0,80	1-1/4	26	0,040	0,001	0,622	0,011	0,298	2925,43	2925,13	2915,03	2913,72	10,40	11,41	
23	24	17,39	0,80	1-1/4	26	0,040	0,001	0,622	0,011	0,213	2925,13	2924,92	2913,72	2912,47	11,41	12,45	
24	25	29,63	0,80	1-1/4	26	0,040	0,001	0,622	0,011	0,364	2924,92	2924,55	2912,47	2911,58	12,45	12,97	
25	26	19,05	0,80	1-1/4	26	0,040	0,001	0,622	0,011	0,234	2924,55	2924,32	2911,58	2910,61	12,97	13,71	
26	27	12,00	0,18	2	41	0,059	0,003	0,066	1,145E-04	0,002	2924,32	2924,32	2911,21	2909,96	13,11	14,36	
27	28	16,30	0,18	2	41	0,059	0,003	0,066	1,145E-04	0,002	2924,32	2924,32	2909,96	2909,49	14,36	14,83	
28	29	5,78	0,18	2	41	0,059	0,003	0,066	1,145E-04	0,001	2924,32	2924,32	2909,49	2909,04	14,83	15,28	
29	30	21,58	0,18	2	41	0,059	0,003	0,066	1,145E-04	0,003	2924,32	2924,31	2909,04	2904,05	15,28	20,26	
30	31	26,21	0,18	2	41	0,059	0,003	0,066	1,145E-04	0,003	2924,31	2924,31	2904,05	2899,52	20,26	24,79	
31	32	25,09	0,18	2	41	0,059	0,003	0,066	1,145E-04	0,003	2924,31	2924,31	2899,52	2894,43	24,79	29,87	
32	33	21,01	0,18	2	41	0,059	0,003	0,066	1,145E-04	0,003	2924,31	2924,30	2894,43	2890,24	29,87	34,07	
33	34	11,43	0,18	2	41	0,059	0,003	0,066	1,145E-04	0,001	2924,30	2924,30	2890,24	2887,45	34,07	36,85	

Tabla 19. (Continuación)

Tramo		Longitud (m)	Consumo acumulado (LPS)	DIAMETRO			Área (m ²)	Vel. (m/seg)	Pérdida de Carga			Cota piezométrica		Cota roja		Presión disponible	
Inicio	Final			Nominal (Plg)	RDE	Real (m)			Unitaria (m/m)	HL	Total (m)	Inicial (m)	Final (m)	Inicial (m)	Final (m)	Inicial (m)	Final (m)
34	35	10,81	0,18	2	41	0,059	0,003	0,066	1,145E-04		0,001	2924,30	2924,30	2887,45	2889,30	36,85	35,00
35	36	11,30	0,18	2	41	0,059	0,003	0,066	1,145E-04		0,001	2924,30	2924,30	2889,30	2889,67	35,00	34,63
36	37	6,10	0,18	2	41	0,059	0,003	0,066	1,145E-04		0,001	2924,30	2924,30	2889,67	2889,99	34,63	34,31
37	38	4,92	0,18	2	41	0,059	0,003	0,066	1,145E-04		0,001	2924,30	2924,30	2889,99	2889,66	34,31	34,64
A'	Reser.	8,53	0,62	3	41	0,071	0,004	0,157	4,550E-04		0,004	2924,32	2924,32	2911,34	2909,36	12,98	14,95
Reservorio																	
A	B	9,29	6,755	3	41	0,071	0,004	1,713	0,038		0,387	2907,96	2907,58	2906,22	2904,87	1,74	2,71
B	C	24,01	6,755	3	41	0,071	0,004	1,713	0,038		1,000	2907,58	2906,58	2904,87	2901,99	2,71	4,59
C	D	24,96	6,755	3	41	0,071	0,004	1,713	0,038		1,039	2906,58	2905,54	2901,99	2898,30	4,59	7,24
D	E	37,25	6,755	3	41	0,071	0,004	1,713	0,038	2	3,551	2905,54	2901,99	2898,30	2893,96	7,24	8,03
E	F	10,62	5,940	2	41	0,059	0,003	2,187	0,074		0,864	2901,99	2901,12	2893,96	2892,84	8,03	8,28
F	G	12,91	5,940	2	41	0,059	0,003	2,187	0,074		1,050	2901,12	2900,07	2892,84	2892,04	8,28	8,03
G	H	19,64	5,940	2	41	0,059	0,003	2,187	0,074		1,598	2900,07	2898,47	2892,04	2890,70	8,03	7,78
H	I	14,74	5,940	2	41	0,059	0,003	2,187	0,074		1,199	2898,47	2897,28	2890,70	2889,23	7,78	8,05
I	J	8,46	5,940	2	41	0,059	0,003	2,187	0,074	2	2,688	2897,28	2894,59	2889,23	2888,15	8,05	6,44
J	K	13,68	5,208	2	41	0,059	0,003	1,917	0,058		0,872	2894,59	2893,72	2888,15	2887,66	6,44	6,05
K	L	15,30	2,928	2	41	0,059	0,003	1,078	0,020		0,336	2893,72	2893,38	2887,66	2886,28	6,05	7,10
L	M	27,88	2,928	2	41	0,059	0,003	1,078	0,020		0,612	2893,38	2892,77	2886,28	2879,79	7,10	12,98
M	N	34,74	2,928	2	41	0,059	0,003	1,078	0,020	2	2,762	2892,77	2890,00	2879,79	2882,33	12,98	7,67
N	O	14,98	2,196	2	41	0,059	0,003	0,808	0,012		0,193	2890,00	2889,81	2882,33	2881,28	7,67	8,53
O	P	0,26	2,196	2	41	0,059	0,003	0,808	0,012		0,003	2889,81	2889,81	2881,28	2881,50	8,53	8,31
P	Q	7,83	2,196	2	41	0,059	0,003	0,808	0,012		0,101	2889,81	2889,71	2881,50	2879,93	8,31	9,78
Q	R	11,02	2,196	2	41	0,059	0,003	0,808	0,012		0,142	2889,71	2889,57	2879,93	2877,91	9,78	11,66
R	S	19,30	2,196	2	41	0,059	0,003	0,808	0,012		0,249	2889,57	2889,32	2877,91	2874,24	11,66	15,07
S	T	20,91	2,196	2	41	0,059	0,003	0,808	0,012		0,269	2889,32	2889,05	2874,24	2870,34	15,07	18,70
T	U	38,84	2,196	2	41	0,059	0,003	0,808	0,012	2	2,501	2889,05	2886,55	2870,34	2864,14	18,70	22,41
U	V	63,96	1,464	2	41	0,059	0,003	0,539	0,006	2	2,389	2886,55	2884,16	2864,14	2856,17	22,41	27,98
V	W	58,45	0,732	2	41	0,059	0,003	0,269	0,002		0,098	2884,16	2884,06	2856,17	2848,67	27,98	35,39
W	X	26,38	0,732	2	41	0,059	0,003	0,269	0,002	2	2,044	2884,06	2882,02	2848,67	2846,59	35,39	35,42
X	Y	18,39	0,732	2	41	0,059	0,003	0,269	0,002		0,031	2882,02	2881,98	2846,59	2845,67	35,42	36,32
J	A1	15,95	2,280	2	41	0,059	0,003	0,839	0,013		0,220	2894,59	2894,37	2888,15	2887,24	6,44	7,12
A1	B1	19,49	2,280	2	41	0,059	0,003	0,839	0,013		0,269	2894,37	2894,10	2887,24	2885,17	7,12	8,93
B1	C1	19,95	2,280	2	41	0,059	0,003	0,839	0,013		0,275	2894,10	2893,82	2885,17	2883,28	8,93	10,54
C1	D1	14,67	2,280	2	41	0,059	0,003	0,839	0,013	2	2,203	2893,82	2891,62	2883,28	2882,05	10,54	9,57
D1	E1	9,66	1,547	2	41	0,059	0,003	0,570	0,006		0,065	2891,62	2891,56	2882,05	2881,26	9,57	10,29
E1	F1	13,68	1,547	2	41	0,059	0,003	0,570	0,006		0,092	2891,56	2891,46	2881,26	2879,34	10,29	12,13
F1	G1	20,53	1,547	2	41	0,059	0,003	0,570	0,006	2	2,138	2891,46	2889,33	2879,34	2876,05	12,13	13,28
G1	H1	15,71	0,815	2	41	0,059	0,003	0,300	0,002		0,032	2889,33	2889,29	2876,05	2874,13	13,28	15,16
H1	I1	12,32	0,815	2	41	0,059	0,003	0,300	0,002	2	2,025	2889,29	2887,27	2874,13	2872,79	15,16	14,48
I1	J1	12,32	0,815	2	41	0,059	0,003	0,300	0,002		0,025	2887,27	2887,24	2872,79	2870,22	14,48	17,03

Tabla 19. (Continuación)

Tramo	Longitud	Consumo acumulado	DIAMETRO			Área	Vel.	Pérdida de Carga			Cota piezométrica		Cota roja		Presión disponible		(m)
			Nominal	RDE	Real			Unitaria	HL	Total	Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final	
Inicio	Final	(m)	(lps)	(Plg)		(m)	(m2)	(m/seg)	(m/m)		(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	
TANQUE ALM.																	
39	40	4,51	2,814	2	41	0,059	0,003	1,036	0,019		0,092	2889,18	2889,09	2888,38	2887,63	0,80	1,46
41	42	6,60	2,814	2	41	0,059	0,003	1,036	0,019		0,135	2889,09	2888,95	2887,63	2886,12	1,46	2,83
42	43	6,95	2,814	2	41	0,059	0,003	1,036	0,019		0,142	2888,95	2888,81	2886,12	2884,70	2,83	4,11
43	44	10,64	2,814	2	41	0,059	0,003	1,036	0,019		0,217	2888,81	2888,59	2884,70	2883,62	4,11	4,98
44	45	16,91	2,814	2	41	0,059	0,003	1,036	0,019		0,345	2888,59	2888,25	2883,62	2881,72	4,98	6,53
45	46	16,78	2,814	2	41	0,059	0,003	1,036	0,019		0,342	2888,25	2887,91	2881,72	2880,16	6,53	7,75
46	47	18,85	2,814	2	41	0,059	0,003	1,036	0,019		0,384	2887,91	2887,52	2880,16	2877,66	7,75	9,86
47	48	14,21	2,814	2	41	0,059	0,003	1,036	0,019		0,290	2887,52	2887,23	2877,66	2875,61	9,86	11,63
48	49	19,90	2,814	2	41	0,059	0,003	1,036	0,019		0,406	2887,23	2886,83	2875,61	2872,81	11,63	14,02
49	50	4,26	2,814	2	41	0,059	0,003	1,036	0,019		0,087	2886,83	2886,74	2872,81	2872,56	14,02	14,18
50	51	20,02	2,814	2	41	0,059	0,003	1,036	0,019		0,408	2886,74	2886,33	2872,56	2870,14	14,18	16,19
51	52	15,66	2,814	2	41	0,059	0,003	1,036	0,019		0,319	2886,33	2886,01	2870,14	2868,53	16,19	17,48
52	53	18,79	2,814	2	41	0,059	0,003	1,036	0,019		0,383	2886,01	2885,63	2868,53	2866,19	17,48	19,44
53	54	8,54	2,814	2	41	0,059	0,003	1,036	0,019		0,174	2885,63	2885,46	2866,19	2864,95	19,44	20,51
54	55	13,87	2,814	2	41	0,059	0,003	1,036	0,019		0,283	2885,46	2885,17	2864,95	2863,22	20,51	21,95
55	56	10,29	2,814	2	41	0,059	0,003	1,036	0,019		0,210	2885,17	2884,96	2863,22	2862,51	21,95	22,45
56	57	6,09	2,814	2	41	0,059	0,003	1,036	0,019		0,124	2884,96	2884,84	2862,51	2861,76	22,45	23,08
57	58	9,02	2,814	2	41	0,059	0,003	1,036	0,019		0,184	2884,84	2884,66	2861,76	2860,95	23,08	23,71
58	59	4,17	2,814	2	41	0,059	0,003	1,036	0,019		0,085	2884,66	2884,57	2860,95	2860,78	23,71	23,79
59	60	7,93	2,814	2	41	0,059	0,003	1,036	0,019		0,162	2884,57	2884,41	2860,78	2859,62	23,79	24,79
60	61	23,09	2,814	2	41	0,059	0,003	1,036	0,019		0,471	2884,41	2883,94	2859,62	2858,78	24,79	25,16
61	62	19,14	2,814	2	41	0,059	0,003	1,036	0,019		0,390	2883,94	2883,55	2858,78	2857,44	25,16	26,11
62	63	13,92	2,814	2	41	0,059	0,003	1,036	0,019		0,284	2883,55	2883,26	2857,44	2854,24	26,11	29,02
63	64	9,36	2,814	2	41	0,059	0,003	1,036	0,019		0,191	2883,26	2883,07	2854,24	2851,65	29,02	31,43

4.2.4.1 Memorias de cálculo tabla 19 (tramo 1-2).

- Área del tubo(A):

$$A(\text{tramo1-2}) = \pi * \left(r_{(\text{tramo1-2})} \right)^2 = \pi * (0,019\text{m})^2 = 1,134 * 10^{-3} \text{ m}^2$$

r: Radio del conducto(m).

- Velocidad del agua (V):

$$V(\text{tramo1-2}) = \frac{Q_{\text{acum}(\text{tramo1-2})}}{\text{Area}_{(\text{tramo1-2})}} = \frac{0,80\text{l/seg} * 1\text{m}^3 / 1000\text{L}}{1,134 * 10^{-3} \text{ m}^2} = 0,705 \text{ m/seg}$$

Velocidad recomendada: $0.6 < \text{vel} < 3.0$ m/seg.

- Pérdida de Carga unitaria (j):

$$j(\text{tramo1-2}) = \left[\frac{Q_{\text{acum}(\text{tramo1-2})}}{0,2785 * C * D_{(\text{tramo1-2})}^{2,63}} \right]^{1,85}$$
$$j(\text{tramo1-2}) = \left[\frac{0,80\text{L/seg} * 1\text{m}^3 / 1000\text{L}}{0,2785 * 150 * (0,038\text{m})^{2,63}} \right]^{1,85} = 0,015 \text{ m/m}$$

Coeficiente de rugosidad (C):150

D: Diámetro del conducto (m).

- Pérdida total de carga (hf):

$$hf(\text{tramo1-2}) = j_{(\text{tramo1-2})} * L_{(\text{tramo1-2})} + \text{perdida por accesorios} + HL$$

$$hf(\text{tramo1-2}) = 0,015 \text{ m/m} * 0,42\text{m} * 1,1 = 7,03 * 10^{-3} \text{ m}$$

$$\text{Perdida por accesorios} = 0,1 * j * L \quad (\text{asumida})$$

L: Longitud de la tubería (m).

- Cota piezométrica inicial (Cpi):

$$C_{pi}(\text{tramo1} - 2) = 2944,38m$$

- *Cota piezométrica final (Cpf):*

$$C_{pf}(\text{tramo1} - 2) = C_{pi}(\text{tramo1} - 2) - h_{f(\text{tramo1} - 2)} = 2941,38m - 7,03 * 10^{-3}m$$

$$C_{pf}(\text{tramo1} - 2) = 2944,37m$$

- *Cota roja inicial (Cri):*

$$C_{ri}(\text{tramo1} - 2) = C_{rai}(\text{tramo1} - 2) = 2943,88m$$

Crai= Cota rasante inicial (m).

- *Cota roja final (Crf):*

$$C_{rf}(\text{tramo1} - 2) = C_{raf}(\text{tramo1} - 2) - Pr_{of} . Re_{d1} = 2943,502m - 0,60m = 2942,902m$$

Craf= cota rasante final (m).

- *Presión disponible inicial (Pdi):*

$$P_{di}(\text{tramo1} - 2) = C_{pi}(\text{tramo1} - 2) - C_{ri}(\text{tramo1} - 2) = 2944,38m - 2943,88m = 0,5m$$

- *Presión disponible final (Pdf):*

$$P_{df}(\text{tramo1} - 2) = C_{pf}(\text{tramo1} - 2) - C_{rf}(\text{tramo1} - 2) = 2944,37m - 2942,902m = 1,468m$$

Descripción de la plantilla de cálculo:

Columna [1]	Tramo inicial y final en consideración
Columna [2]	Longitud de la tubería (m)
Columna [3]	Consumo acumulado (lps)
Columna [4]	Diámetro nominal del conducto (plg)
Columna [5]	Relación diámetro espesor RDE
Columna [6]	Diámetro real del conducto (m)
Columna [7]	Área del conducto (m ²)

Columna [8]	Velocidad del fluido (m/seg)
Columna [9]	Pérdida de carga unitaria (m)
Columna [10]	Pérdida por aspersores (m)
Columna [11]	Pérdida de carga total (m)
Columna [12]	Cota piezométrica inicial (m)
Columna [13]	Cota piezométrica final (m)
Columna [14]	Cota roja inicial (m)
Columna [15]	Cota roja final (m)
Columna [16]	Presión disponible inicial (m)
Columna [17]	Presión disponible final (m)

4.2.4.2 Resumen de datos:

✓ Velocidades mínimas: Las velocidades en los tramos de tubería 26 al 38 corresponden a 0,07m/seg inferior a la recomendada de 0,6 m/seg.

✓ Presión mínima de diseño:

Nivel de complejidad: bajo.

Presión mínima requerida: 10m

Presión mínima suministrada por la red: 6,44m. (En puntos de localización de aspersores).

La presión mínima suministrada por la red en los puntos de localización de los aspersores es menor a los 10m requeridos para su funcionamiento.

✓ *Presión máxima en la red: 36,85m*

✓ *Presión admisible por el conducto (P_{adm}):*

$P_{adm} = 70,3/fs$ (RDE 41)

Donde:

Factor de seguridad (fs): 1,3

$P_{adm} = 54,07m$

Por lo tanto: Presión máxima < Presión admisible.

4.2.5 Diagnóstico del sistema.

- ✓ Capacidad de la red para consumos futuros: La red suministra el servicio de agua para riego y otras actividades agrícolas (bebederos, lavado de pisos y herramientas). La escasez del líquido en las fuentes de suministro y las amplias zonas de cobertura de la red de riego, han dado origen al proyecto alternativo que pretende incorporar al sistema un nuevo nacimiento de agua.

- ✓ La presión suministrada por la red es inferior a la requerida por el sistema de riego, considerando el funcionamiento de todos los aspersores durante el día de riego programado.

- ✓ Estructuras existentes:
 - Captación: El sistema está desprovisto de estructuras aptas para la entrada de agua y por lo general presenta problemas de taponamiento lo que origina grandes desperdicios en el líquido. Razón por la cual es necesario diseñar una nueva estructura.

 - Tanques de regulación: dos tanques almacenan el líquido durante horas de bajo consumo generalmente durante las horas de la noche y permiten el suministro del servicio de forma continua, la presencia de fisuras en paredes genera desperdicio y mayor concentración de sólidos.

 - Cajas de válvulas: el total de las cajas requiere reparación ya sea por falta de tapas como impermeabilización de las paredes y pisos. Además, tanto el reservorio como el tanque 1 no cuenta con válvulas que permitan su mantenimiento.

- ✓ Las velocidades mínimas mencionadas anteriormente provocan la sedimentación y obstrucción de las tuberías, estos problemas se pueden evitar disminuyendo el diámetro o incorporando un desarenador y una válvula de purga en la parte baja de la tubería. Por lo tanto se optó por la segunda propuesta ya que soluciona tanto problemas en la red como también mejoras en la calidad del agua para posibles suministros a la red de consumo.

✓ El sistema presenta dos puntos bajos (M y 34) en los que no existen válvulas purga que permitan la limpieza. Por lo tanto, se recomienda incorporarlas al sistema.

5. OPTIMIZACION DE LA RED DE SUMINISTRO DE AGUA

5.1 RED DE CONSUMO (Anexo planos N° 1,2 y 3)

5.1.1 Descripción general.

Origen de la fuente: manantial.

$Q_{\text{(aforado)}} = 0,20 \text{ lps}$

5.1.2 Criterios básicos de diseño.

5.1.2.1 Normatividad: los criterios se evaluaron bajo parámetros tomados de las normas RAS 2000 (Titulo B y C).

5.1.2.2 Periodo de diseño¹⁹. El periodo de diseño para las estructuras de acueducto se determinara para nivel de complejidad bajo, dadas las características de la población:

Captación: 15 años.

Tanques: 15 años.

Redes de suministro: 15 años.

5.1.2.3 Población futura. A continuación se estima el crecimiento de la población de la Universidad de Nariño sede Torobajo con base en datos correspondientes a los años 2003(t1) y 2004(t2) con población total de 7750(p1) y 7812(p2) respectivamente a través del método geométrico.

$$r = \left(\frac{p2}{p1} \right)^{\frac{1}{t2 - t1}} - 1 = \left(\frac{7812}{7750} \right)^{\frac{1}{2004 - 2003}} - 1 = 0,8\%$$

¹⁹ Dirección General de Agua Potable y Saneamiento Básico, Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS – 2000. Bogota D.C., Noviembre de 2000, PB. 51.

Población futura:

$$pf = pi(1+r)^n = 50hab * (1+0,008)^{15} = 57hab$$

Donde:

r: Rata de crecimiento.

n: Periodo al cual proyectado el crecimiento de la población = 15 años.

pi: Población actual = 50hab.(entre estudiantes, funcionarios y personal).

pf: Población final en el periodo n.

Esta población no es representativa y fue conveniente cuantificar la población futura con un factor de 1,5 de la población actual proyectando diseños más confiables.

$$P_f = 1,5 * 50hab = 75hab \therefore \text{Nivel de complejidad Bajo}$$

5.1.2.4 Consumo de agua.

Tabla 20. Determinación de Caudales de Consumo Doméstico, Industrial y Agrícola

Ítem	Instalaciones	Servicio	Consumo ^{20,21}	Unidad	Cantidad ²²	Cons. Total	Red No.1 ΣQ
						lt/día	lt/día
1	Programa porcícola	Aseo personal	20	lt/hab/día	4,5	90	270,00
		Inodoros	40	lt/hab/día	4,5	180	
2	Programa cuyes-criollos	Aseo personal	20	lt/hab/día	3	60	
		Inodoros	40	lt/hab/día	3	120	

²⁰ SALAZAR CANO, Roberto. Acueductos. Facultad de Ingeniería, Universidad de Nariño, 2003. p.37.

²¹ HOJAS DE DIVULGACION, Facultad de Ingeniería, Universidad del Valle.

²²DATOS de población futura calculados según información suministrada por trabajadores de la Granja Experimental Botana U. d N., Botana, junio de 2007.

Tabla 20. (Continuación)

Ítem	Instalaciones	Servicio	Consumo ^{23,24}	Unidad	Cantidad ²⁵	Cons. Total lt/día	Red No.1 ΣQ lt/día
							180,00
	Programa de cuyes-mejorados	Aseo personal	20	lt/hab/día	3	60	180,00
		Inodoros	40	lt/hab/día	3	120	
3	Programa de conejos	Aseo personal	20	lt/hab/día	3	60	207,90
		Inodoros	40	lt/hab/día	3	120	
		Bebedero de chupón	0,08	lt/cab/día	163	13,04	
4	Avicultura	Aseo personal	20	lt/hab/día	3	60	207,90
		Inodoros	40	lt/hab/día	3	120	
		Bebedero	0,15	lt/cab/día	186	27,9	
5	Planta de procesos cárnicos	Aseo personal	20	lt/hab/día	3	120	2531,97
		Inodoros	40	lt/hab/día	37,5	1500	
		Lavado de pisos	2	lt/m ² /día	300	600	
		Sacrificio de animales	300	lt/cab	1	300	
		Carne procesada	0,3	lt/Kg.	39,89	11,967	
6	Cafetería	Aseo personal	20	lt/hab/día	6	120	1095,00
		Cocina	20	lt/hab/día	37,5	750	
		Inodoros	40	lt/hab/día	5	180	
		Lavado de ropa	15	lt/hab/día	3	45	
7	Oficinas	Aseo personal	20	lt/hab/día	6	120	360,00
		Inodoros	40	lt/hab/día	6	240	
8	Baños públicos	Aseo personal	20	lt/hab/día	47	930	2790,00
		Inodoros	40	lt/hab/día	47	1860	
9	Apartamento de estudiantes	Aseo personal	20	lt/hab/día	5	90	427,50
		Cocina	20	lt/hab/día	5	90	
		Inodoros	40	lt/hab/día	5	180	
		Lavado de ropa	15	lt/hab/día	5	68	
10	Programa porcícola *	Aseo personal	20	lt/hab/día	3	60	180,00
		Inodoros	40	lt/hab/día	3	120	
11	Programa equino	Aseo personal	20	lt/hab/día	3	60	60
						TOTAL=	8475,41

*: Posible expansión de establos.

²³ SALAZAR CANO, Roberto. Acueductos. Facultad de Ingeniería, Universidad de Nariño, 2003. p.37.

²⁴ HOJAS DE DIVULGACION, Facultad de Ingeniería, Universidad del Valle.

²⁵DATOS de población futura calculados según información suministrada por trabajadores de la Granja Experimental Botana U. d N., Botana, junio de 2007.

Según la anterior tabla se determinan los consumos de la red 1:

5.1.2.4.1 Consumo doméstico.

$$C_{doméstico} = 8475,41L/día - 2531,97L/día - 13,04L/día - 27,09L/día$$

$$C_{doméstico} = 5902,5lt/día$$

5.1.2.4.2 Consumo Industrial.

$$C_{industrial} = 2531,97L/día + 13,04L/día + 27,09L/día$$

$$C_{industrial} = 2572,91L/día$$

5.1.2.4.3 Dotación Bruta Residencial.

Porcentaje de pérdidas técnicas²⁶: 40%

$$Db_{residencial} = \frac{C_{doméstico}}{1 - \%PT} = \frac{5902,5lt/día}{1 - 0,4} = 9837,5lt/día$$

5.1.2.4.4 Dotación bruta industrial.

$$Db_{industrial} = \frac{C_{industrial}}{1 - \%PT} = \frac{2572,91lt/día}{1 - 0,4} = 4288,18lt/día$$

5.1.2.4.5 Caudal medio residencial.

$$Q_m = \frac{Pf * D}{86400}$$

$$Q_m = \frac{9837,5 lt/día}{86400} = 0,114LPS$$

²⁶ Dirección General de Agua Potable y Saneamiento Básico, Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS – 2000, Título B. Bogotá D.C., Noviembre de 2000, p. 34.

5.1.2.4.6 Caudal medio industrial.

$$Q_{med.Ind.} = \frac{4288,18lt / día}{86400} = 0,05LPS$$

5.1.2.4.7 Caudal máximo diario.

K1: coeficiente de consumo máximo diario=1,30²⁷

$$QMD = K1 * Q_m + Q_{med.Ind.} = 1,30 * 0,114LPS + 0,05LPS = 0,198LPS$$

5.1.2.4.8 Caudal máximo horario.

K2: coeficiente de consumo máximo horario=1,60²⁴

$$QMH = K2 * QMD = 1,60 * 0,198LPS = 0,316LPS$$

5.1.3 Obras de captación. Los siguientes aspectos fueron determinantes para el diseño de la obra de captación:

- Características y naturaleza de la fuente.
- Conservación de las propiedades del manantial.
- Estructuras existentes.
- Costos.

De acuerdo con lo anterior se optó por el diseño de una cámara, construida con el propósito de aislar el agua procedente del manantial, para que no se contamine al caer en el suelo, por hojas, insectos y demás elementos arrastrados por la lluvia. Desde esta cámara se conduce el agua hasta el desarenador. Hoy en día existe una canaleta y tanques que almacenan y decantan algunas partículas, sin embargo se presenta a continuación una modificación al diseño de las unidades existentes con el propósito de aumentar la capacidad de almacenamiento.

²⁷ Ibid., p. 35.

A partir del nivel del suelo se forma el ojo de agua hasta una altura de 30 cm, donde parte del suelo actúa como filtro natural. Las paredes y la superficie del suelo que no actúa como filtro se cubrirán con mampostería y darán soporte a la tapa de concreto que aísla el manantial de posible caída de tierra y otras partículas que afecten la calidad del agua.

5.1.4 Canal receptor:

Ancho: 50cm

Altura: 60cm

Cotas de las estructuras:

Cota ojo de manantial: 2942,16m

Cota fondo del canal: 2941,43m

Cota Corona del muro = 2941,73m+0,60m = 2942,33m

5.1.5 Caja de decantación o desarenador.

5.1.5.1 Capacidad hidráulica.

$Q_{diseño} = QMD$ (Captaciones de aguas subterráneas)

$Q_{diseño} = 0,20LPS$

Se recomienda que la relación entre la longitud útil del desarenador y la profundidad efectiva para almacenamiento de arena sea 10 a 1.

La profundidad efectiva para el almacenamiento de arena en el desarenador debe estar comprendida entre 0,75 m y 1,50 m.

5.1.5.2 Datos generales:

$Q_{diseño} = 0,20 LPS$

$Temperatura = 12,2^{\circ}C$

- Viscosidad cinemática (ν)²⁸:

$$\nu = 0,01237 \text{ cm}^2 / \text{seg}$$

- Diámetro de la partícula (d):

$$\phi \text{ Partícula decantada} = 0,1 \text{ mm}$$

-Gravedad específica de la arena (ρ_s):

$$\rho_s = 2,65 \text{ gr} / \text{cm}^3$$

-Peso específico del agua (ρ):

$$\rho = 1,0 \text{ gr} / \text{cm}^3$$

-Eficiencia del decantador

$$\text{Remoción} = 75\%$$

$$a / T_t = 1,66$$

Según para flujo laminar la velocidad de sedimentación de las partículas (v_s) será:

$$v_s = \frac{(\rho_s - \rho) * d^2 * g}{18 * \nu} = \frac{\left(2,65 \text{ gr} / \text{cm}^3 - 1 \text{ gr} / \text{cm}^3\right) * (0,01 \text{ cm})^2 * 980 \text{ cm} / \text{seg}}{18 * 0,01237 \text{ cm}^2 / \text{seg}} = 0,73 \text{ cm} / \text{seg}.$$

Donde:

$$g: \text{ gravedad} = 9,8 \text{ m} / \text{seg}^2$$

²⁸ SALAZAR CANO, Op. Cit., Cap 6.

Chequeo del número de Reynolds (Re):

$$Re = \frac{v_s * d}{\nu} = \frac{0,73 \frac{cm}{seg} * 0,01cm}{0,01237 \frac{cm^2}{seg}} = 0,59 \therefore < 1$$

Por lo tanto es aplicable con base en la Ley de Stokes.

Dimensiones:

- *Altura útil (h):*

Para diseño $0,75 < h < 1,5$

$h(\text{asumida}) = 0,75m$

- *Periodo de retención de la partícula(a):*

$a \geq 20 \text{ min.}^{29}$

$a(\text{asumida}) = 20 \text{ min.}$

- *Volumen del tanque (Vol):*

$$Vol = a * Q_{\text{diseño}} = 20 \text{ min} * 60 \frac{seg}{min} * 0,20LPS * \frac{1m^3}{1000L} = 0,24m^3$$

- *Área superficial (As):*

$$As = \frac{Volumen}{h} = \frac{0,24m^3}{0,75m} = 0,32m^2$$

²⁹ Dirección General de Agua Potable y Saneamiento Básico, Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS – 2000, Título B. Bogota D.C., Noviembre de 2000, p. 56.

$$As_{\text{mínimo}} = \frac{Q_{\text{diseño}}}{vs} = \frac{0,00020 \text{ m}^3 / \text{seg}}{0,0073 \text{ m} / \text{seg}} = 0,03 \text{ m}^2$$

$$\therefore As_{\text{mínimo}} < As$$

- Ancho útil (b):

$$b(\text{asumido}) = 0,30 \text{ m}$$

- Longitud del desarenador (L):

$$L = \frac{As}{b} = \frac{0,32 \text{ m}^2}{0,30 \text{ m}} = 1,10 \text{ m}$$

$$L \text{ asumido} = 1,50 \text{ m}$$

$$L/b = \frac{1,50 \text{ m}}{0,30 \text{ m}} = 5 \therefore 3 \leq L/b \leq 6$$

- Velocidad horizontal (Vh):

$$Vh = \frac{Q_{\text{diseño}}}{b * h} = \frac{0,00020 \text{ m}^3 / \text{seg}}{0,30 \text{ m} * 0,75 \text{ m}} = 0,001 \text{ m} / \text{seg}$$

$$Vh/vs = \frac{0,001 \text{ m} / \text{seg}}{0,0073 \text{ m} / \text{seg}} = 1,24 < 20$$

- Tiempo teórico (Tt):

$$Tt = \frac{h}{vs} = \frac{0,75 \text{ m}}{0,0073 \text{ m} / \text{seg}} = 103,28 \text{ seg} = 1,72 \text{ min}$$

- Tiempo resultante (a'):

$$a' = Tt * 1,66 = 1,72 \text{ min} * 1,66 = 2,86 \text{ seg} < 20 \text{ min}$$

Lamina de agua a la entrada del desarenador (hd):

$$hd = \left(\frac{Q_{\text{diseño}}}{K * L} \right)^{\left(\frac{2}{3} \right)} = \left(\frac{0,00020 \text{ m}^3 / \text{seg}}{1,84 * 0,30 \text{ m}} \right)^{\left(\frac{2}{3} \right)} = 0,51 \text{ cm}$$

Lámina de agua (hd1) que pasa a través del orificio rectangular para salida hacia tanque de almacenamiento:

L = 15cm

$$hd1 = \left(\frac{QM}{K * L} \right)^{\left(\frac{2}{3} \right)} = \left(\frac{0,00020 \text{ m}^3 / \text{seg}}{1,84 * 0,15 \text{ m}} \right)^{\left(\frac{2}{3} \right)} = 0,82 \text{ cm}$$

Donde K = 1,84 según Fórmula de Francis para vertederos de pared delgada.

Cotas de las estructuras:

Cota lámina de agua a la entrada = 2941,73m+0,05m+0,0051m = 2941,79m
Cota fondo del desarenador parte inicial = 2941,73m+0,05m - 0,75m = 2941,03m
Cota fondo del desarenador parte final = 2941,03m - 0,065 * 1,50m = 2940,93m
Cota Corona del muro (asumida): 2942,22m
Cota del nivel del agua en el sedimentador = 2941,73m+0,04m = 2941,77m
Cota del nivel de la salida del sedimentador = 2941,77m - 0,01m = 2941,76m

Por lo tanto:

- Una tubería de 1pul. de diámetro para rebose conducirá el agua hasta un cauce natural cercano al sistema (5m).
- El fondo del desarenador tendrá una pendiente del 8% para lodos a partir de la profundidad útil, por lo tanto, proporciona un volumen para depósito de lodos superior al 10% establecido.

5.1.6 Capacidad de almacenamiento de las instalaciones. La mayoría de los programas de la granja adecuan sus instalaciones con tanques de almacenamiento con capacidad entre 500 y 1000Lt, ya que existen deficiencias de caudal en temporada de verano, es importante mencionar que las actividades de procesamiento de carne solo se llevan a cabo durante uno de los días de la semana.

La siguiente tabla presenta la capacidad de almacenamiento de cada instalación:

Tabla 21. Almacenamiento de cada instalación

INSTALACIONES	No. Tanques	Capacidad	Capacidad Total
		(lt)	(lt)
PROC. CARNICOS	1	1000	1000
CAFETERIA	1	1000	1000
PORQUERIZAS1	2	1000	2000
INST. CUYES 1	1	1000	1000
INST. CUYES 2			
CONEJERA			
INST. CUYES 3	2	500	1000
INVERNADERO DE ROSAS	1	500	500
Σ			6500

- **Volumen del tanque sedimentador actual.** Este tanque forma parte de una de las unidades de sedimentación ubicadas en la parte alta de la cuenca, junto al canal de recolección, por lo tanto no contribuye con el almacenamiento del líquido, sin embargo las características del manantial permiten considerar la alternativa de reemplazar esta unidad y convertirla en tanque de almacenamiento. En la sección de 1,5m de ancho por 2,2m de largo y una profundidad de 1,04m tiene una capacidad de 3,43m³ de volumen, con esto la capacidad de almacenamiento de todo el sistema se incrementaría a aproximadamente 10000 l.

Datos generales:

ϕ Tubería de salida (D)=2pul

Longitud de la tubería de salida =4m

Altura del nivel máximo del tanque (h) =1m

Cd=0,62

m=0,55

Área de la tubería de salida (A_t):

$$A_t = \pi * D^2 / 4 = \pi * (2 * 0,0254m)^2 / 4 = 0,00203m^2$$

Donde:

D: Diámetro del conducto (m)

Caudal de salida (Q_s):

$$Q_s = A_t * C_d * \sqrt{2 * g * h} = 0,00203m^2 * 0,62 * \sqrt{2 * 9,81m/s^2 * 1m} = 0,006m^3$$

Tiempo de vaciado (T_s):

$$T_s = \frac{2 * Area\ tanque * \sqrt{h}}{m * A_t * \sqrt{2 * g}} = \frac{2 * 2,2m * 1,5m * \sqrt{1m}}{0,55 * 0,00203m^2 * \sqrt{2 * 9,81m/s^2}} = 1336,64seg = 22,28\ min$$

Por lo tanto el tiempo de vaciado es menor a 4 horas.

5.1.7 Consideraciones.

1. La altura final de el módulo conformado por cámara de entrada sedimentador y tanque fue adoptada por facilidad de construcción, drenaje de lluvias, movilidad de la compuerta de entrada a tanque y sobre todo por conservación de las características del agua.

2. Para el diseño de la tubería de rebose se tubo en cuenta que ésta instalación funcionara como by pass, por lo tanto el diámetro de diseño será el mismo que el de la red.

Cotas de las estructuras:

Nivel máximo de agua: 2941,71m

Cota fondo del tanque: 2941,71m+1,03m=2940,68m

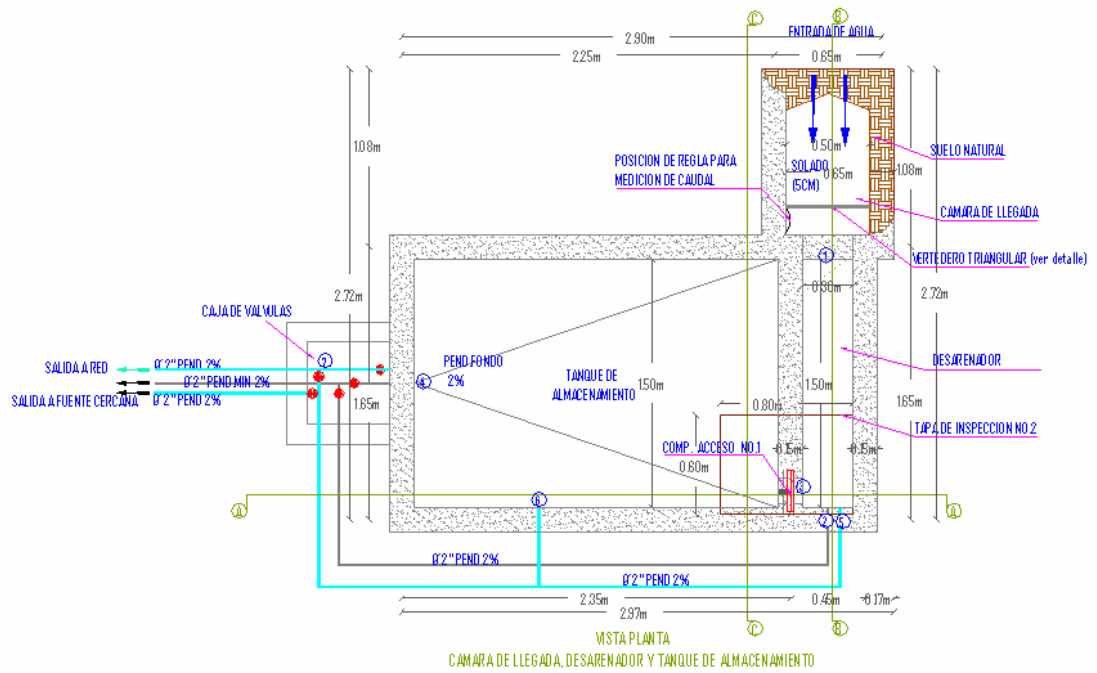


Figura 9. Vista en planta Cámara de llegada desarenador y tanque de almacenamiento.

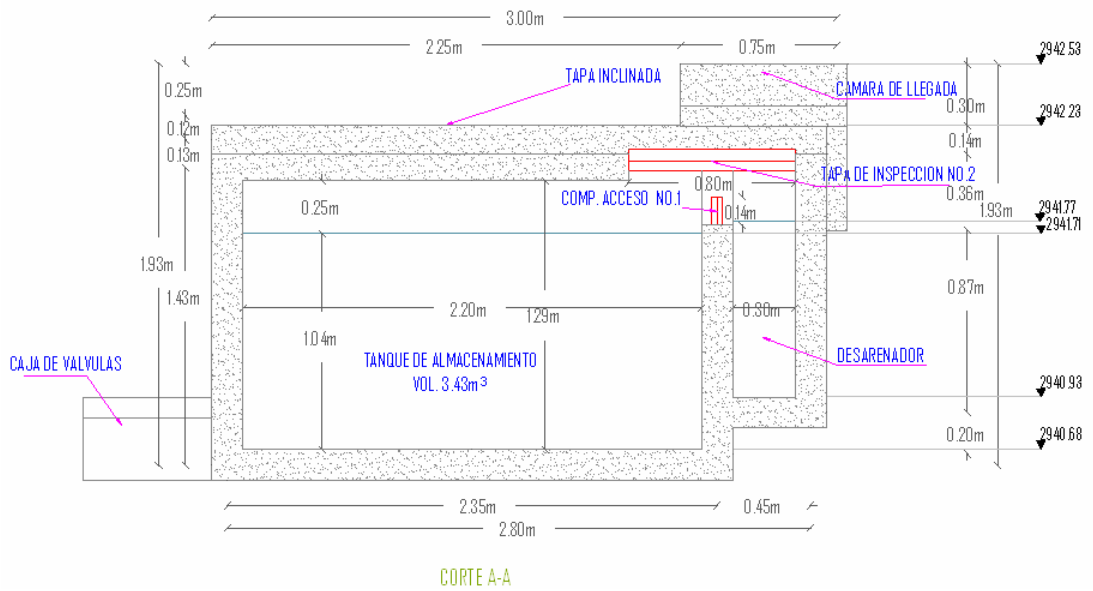


Figura 10. Corte longitudinal.

5.1.8 Estructuras de medición.

Vertedero triangular de pared delgada:

Datos generales:

Tipo de vertedero: vertedero con contracción completa

Angulo de escotadura (θ): 45°

Qdiseño³⁰: 0,1966l/seg

Altura desde el fondo del canal hasta la abertura de la lámina (p1):15cm

Ancho del canal (b1): 50cm

Determinación del coeficiente efectivo de descarga (Ce): En primera instancia se asume un Ce inicial luego se corrige para calcular h y verifica y corrigen los valores con el Ce obtenido en graficas.

Altura de la lámina de agua (h):

$$h = \sqrt[2.5]{\frac{Q_{\text{diseño}}}{C_e * \tan\left(\frac{\theta}{2}\right)}}$$

$$h = \sqrt[2.5]{\frac{0,1966L/\text{seg} * 1 \text{ m}^3/1000L}{0,578 * \tan\left(\frac{45^\circ}{2}\right)}} = 0,0583\text{m}$$

Así:

$$\frac{h}{p1} = \frac{5,83\text{cm}}{15\text{cm}} = 0,389 < 0,4$$

$$\frac{h}{b1} = \frac{5,83\text{cm}}{50\text{cm}} = 0,12 < 0,2$$

Por lo tanto:

³⁰ Debido a los bajos caudales con los que se cuenta se opto por diseñar el vertedero con base en el caudal máximo horario.

$$C_e^{31}=0,578$$

Aplicando la siguiente fórmula se tiene el rango de caudales según la altura en el vertedero:

$$Q = C_e * \tan\left(\frac{\theta}{2}\right) * h^{2,5}$$

En donde:

Q=caudal aforado (m/seg).

Tabla 22. Datos de aforo para vertedero.

h (cm)	Q (l/seg)
6	0,211
6,2	0,229
6,4	0,248
6,6	0,268
6,8	0,289
7	0,31
7,2	0,333
7,4	0,357
7,6	0,381
7,8	0,407
8	0,433
8,2	0,461
8,4	0,49
8,6	0,519
8,8	0,55
9	0,582
9,2	0,615
9,4	0,649
9,6	0,684
9,8	0,72
10	0,757

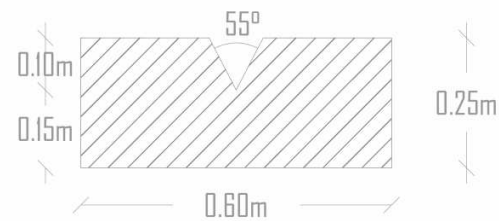


Figura 11. Detalle vertedero.

³¹ Tomado de grafica en: Vega B. Daniel. Estructuras de Medición de Caudal Vertederos de Pared Delgada Triangular y Rectangular. 2004. p. 21.

5.1.9 Desinfección. Las características del agua y la conservación de las mismas a través de estructuras de protección de manantiales y de otros que permiten la sedimentación de partículas, proyectan que dentro de las instalaciones (restaurante y planta de procesos cárnicos) se adecuen sistemas de desinfección portátiles de fácil operación y mantenimiento, ya que las actividades de procesamiento de alimentos que se llevan a cabo en las instalaciones conllevan a la incorporación de sistemas que suministren confiabilidad en los productos y procesos.

Tecnología aplicada: Existe gran variedad de tecnologías sin embargo las condiciones de la zona, la facilidad de operación, mantenimiento y la disponibilidad de los suministros en la ciudad determinaron como alternativa el sistema dosificador de hipoclorito de sodio. Hoy en día el mercado nos ofrece dosificadores prefabricados como lo es el de la marca EPEX, el cual está compuesto por un tanque de carga constante, en el cual se lleva a cabo la mezcla de hipoclorito de sodio (líquido o sólido).

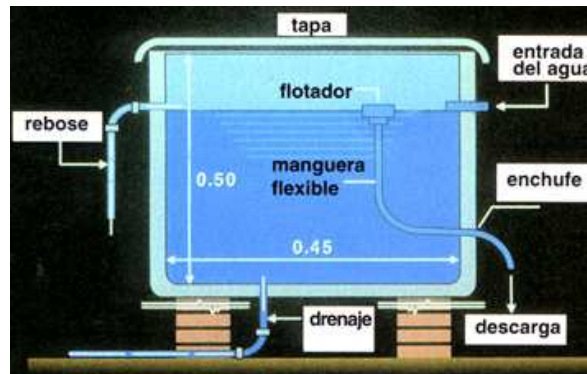
Esa acción de dosificación se realiza por medio de un tubo de abasto de pequeño diámetro, el cual, dentro del tanque se mueve verticalmente, gracias a un flotador y una manguera flexible a la que está conectado.

La solución de cloro sale por un pequeño orificio que tiene el tubo de abasto; este orificio se encuentra a una distancia sumergida siempre igual desde el nivel superior de la solución. Por esta razón el principio de trabajo o de salida de la solución aplicándose es el de carga hidráulica constante. Estas concentraciones pueden variar en concentración desde 3 hasta 5% de cloro disponible, por lo general este producto químico está disponible en el comercio y contiene de 25 a 35% de cloro disponible en peso, las soluciones de hipoclorito tal como se usan en las soluciones de tratamiento de aguas se diluyen en concentraciones de 0.5 a 1% en peso, para lo cual se deben realizar las respectivas pruebas en el laboratorio para llevar a cabo una correcta dosificación del reactivo en cuestión.

Características del sistema:

- Es un medio de cloración adaptable a muchas situaciones.
- El recipiente para almacenar la solución es de plástico.
- Las soluciones de cloro a utilizar por lo general se hacen con hipoclorito de calcio o hipoclorito de sodio.

Las concentraciones de las mezclas deben realizarse bajo estudios de calidad de agua.



Fuente: Organización Panamericana de la Salud (OPS) - WHO - OMS, 1999, 32 p.

Figura 12. Sistema dosificador de hipoclorito de sodio.

Tanque de desinfección (Ver figuras 13 y 14):

Datos generales del líquido y del desinfectante:

Caudal de diseño (Qd): 2,25 l/seg.

Temperatura del agua: 12,2°C

pH: 6,56

Turbiedad: 0,5 UNT

UFC Coliformes totales/100ml: 6

UFC Echerichia Coli/100ml: 20

Dosis de desinfectante aplicado (C): 2 mg/L

Cálculo del tiempo de retención (tr):

$$Tr = \frac{K}{C}$$

Donde:

K^{32} : coeficiente para inactivación de quiste Giardia por Cloro libre para $\log 2 = 28$ mg-min/l

³² MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO. Reglamento técnico del sector de agua potable RAS –2000. Bogotá D.C. Noviembre 2000. P. C79.

$$Tr = \frac{34,5mg - min/L}{2mg/L} = 17,25min$$

Tr asumido = 20min

Cálculo del volumen del tanque (Vt):

$$Vt = Tr * Qd = 20min * 60seg/1min * 2,25L/seg * 1m^3/1000L = 2,7m^3$$

Dimensionamiento del tanque:

Largo del tanque (L): 1,5 m

Ancho del tanque (b): 1,5m

Profundidad (h):

$$h = \frac{V}{L * b} = \frac{2,7m^3}{1,5m * 1,5m} = 1,2m$$

El tanque estará provisto de una tubería del mismo diámetro de la tubería de entrada de la red 1 que actuará como by pass.

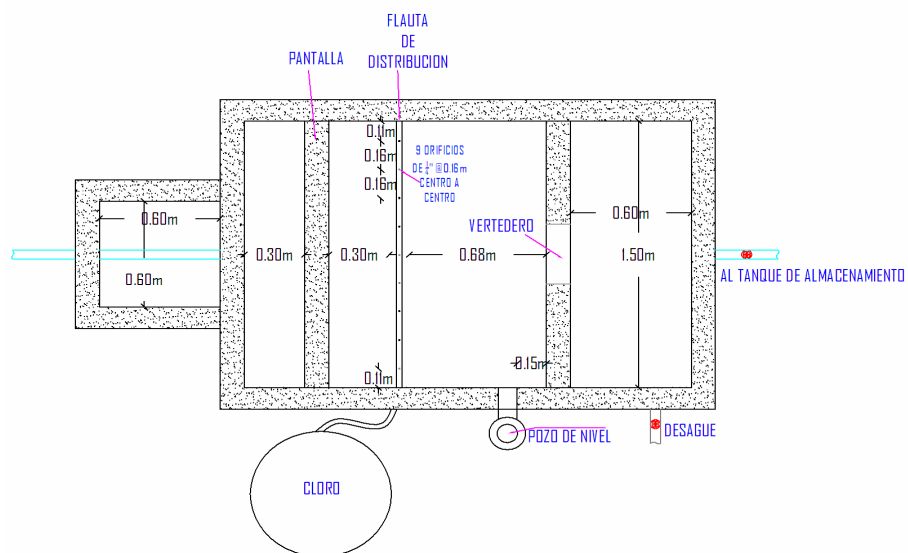


Figura 13. Vista en planta caseta de cloración.

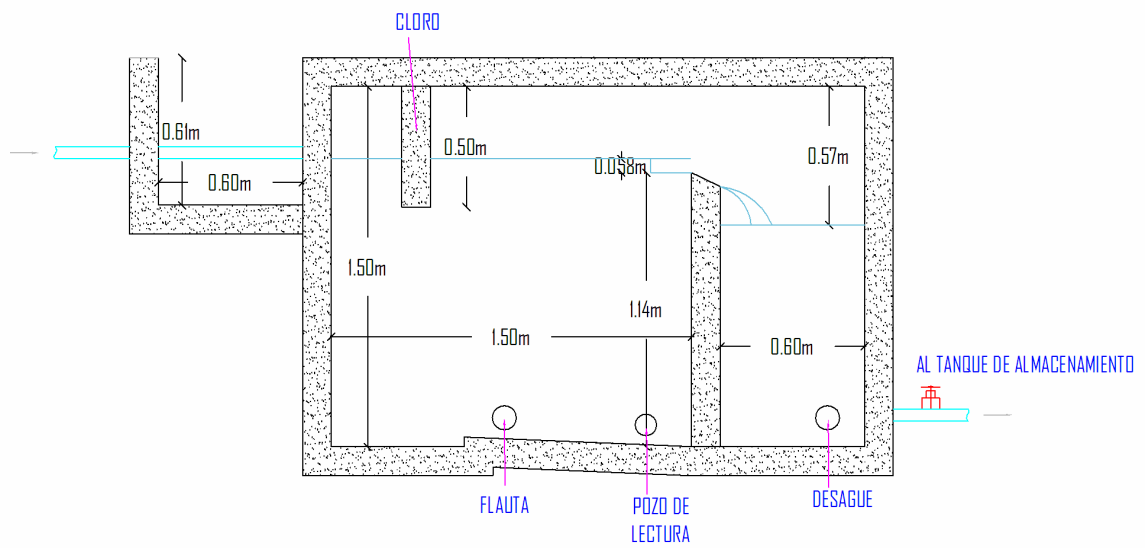


Figura 14. Perfil caseta de cloración.

Preparación de la solución de Hipoclorito de Sodio: La solución se prepara en el tanque, para esto es necesario conocer el caudal diario que llega al tanque:

Volumen máximo diario = 194,4 m³/día

El hipoclorito a aplicar será:

$$Cl = \frac{Q_e * C_d * T_a * F_c}{\%C_d}$$

Donde:

Cl: Cloro a aplicar (Lb)

Qe: Caudal de entrada (GPM)

Cd: Concentración deseada (Mg/l)

Ta: Periodo de aplicación (días)

Fc: Factor de conversión = 0,012

%Cd: Porcentaje de concentración del cloro (%), tomado como el 70%, como especificación del fabricante.

Reemplazando se tiene:

$$Cl = \frac{35,66GPM * 2Mg/l * 4días * 0,012}{0,70} = 4,89Lb \cong 78,264onzas$$

Por lo tanto, se debe aplicar 4,89 libras o 78,264 onzas de hipoclorito de sodio cada 4 días, al tanque para llevar a cabo la desinfección, para llevar esto a cabo llenamos un poco más de la mitad un balde con agua procedente de la línea de conducción para agregarle la cantidad calculada de hipoclorito sodio. Luego, se mezcla por lo menos 20 minutos, hasta que se disuelva perfectamente el hipoclorito de sodio con el agua.

Cuando la solución se encuentra bastante clara o transparente, se pasa o cuela con una manta antes de agregársela al hipoclorador. El sedimento que queda en el balde se vota. Cada vez que se prepara la solución, la manta debe lavarse y guardarse.

Se necesita ajustar el goteo cada vez que se aplica el cloro para asegurarse que el contenido del hipoclorador se vaciara constantemente hasta que sea la próxima aplicación de cloro. Para llevar a cabo esto se utiliza la siguiente fórmula:

$$\text{Goteo} = \frac{Vh * 0,694}{Ta}$$

Donde:

Goteo = Goteo en ml/mín

Vh = Volumen del hipoclorador (Lt)

Ta = Tiempo de aplicación (días)

Reemplazando se tiene:

$$\text{Goteo} = \frac{250\text{Lt} * 0,694}{4\text{días}} = 43,37 \cong 44\text{ml} / \text{mín}$$

Es decir aproximadamente 880 gotas por minuto.

Cuando es la primera vez que se realiza la cloración, el período de contacto entre la solución y el agua almacenada dentro del tanque debe ser de por lo menos 2 horas, luego podrá ser distribuida.

Cabe anotar que se deben realizar los ensayos correspondientes a cloro residual, una vez se haya implementado el sistema para poder tener en cuenta la cantidad de cloro que se agrega al tanque, es decir puede aumentar o disminuir, según las características del efluente.

5.1.9.1 Red hidráulica:

Tabla 23. Cálculo red hidráulica.

Tramo		Longitud (m)	Caudal acumulado (l/seg)	DIAMETRO		Área (m ²)	Vel. (m/seg)	Pérdida de Carga		Cota piezométrica		Cota roja		Presión disponible	
Inicio	Final			Nominal (Plg)	Real (m)			Unit. (m/m)	Total (m)	Inicial (m)	Final (m)	Inicial (m)	Final (m)	Inicial (m)	Final (m)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Bocatoma															
1	2	20,059	2,25	2	0,059	0,003	0,828	0,012	0,270	2941,680	2941,410	2940,680	2937,414	1,000	3,996
2	3	37,187	2,25	1-1/2	0,046	0,002	1,330	0,039	1,585	2941,410	2939,826	2937,414	2926,520	3,996	13,306
3	4	23,042	2,25	1-1/2	0,046	0,002	1,330	0,039	0,982	2939,826	2938,844	2926,520	2921,791	13,306	17,053
4	5	19,949	2,25	1-1/2	0,046	0,002	1,330	0,039	0,850	2938,844	2937,993	2921,791	2917,706	17,053	20,287
5	6	30,675	2,25	1-1/2	0,046	0,002	1,330	0,039	1,307	2937,993	2936,686	2917,706	2914,575	20,287	22,111
6	7	21,117	2,25	1-1/2	0,046	0,002	1,330	0,039	0,900	2936,686	2935,786	2914,575	2911,635	22,111	24,151
7	8	61,842	2,25	1-1/2	0,046	0,002	1,330	0,039	2,635	2935,786	2933,151	2911,635	2903,541	24,151	29,610
8	9	7,413	2,25	1-1/2	0,046	0,002	1,330	0,039	0,316	2933,151	2932,835	2903,541	2903,091	29,610	29,744
9	10	35,478	2,25	1-1/2	0,046	0,002	1,330	0,039	1,512	2932,835	2931,323	2903,091	2896,959	29,744	34,364
10	11	30,280	2,25	1-1/2	0,046	0,002	1,330	0,039	1,290	2931,323	2930,033	2896,959	2893,831	34,364	36,202
11	12	19,186	2,25	1-1/2	0,046	0,002	1,330	0,039	0,818	2930,033	2929,215	2893,831	2892,717	36,202	36,498
12	13	12,473	2,25	1-1/2	0,046	0,002	1,330	0,039	0,532	2929,215	2928,684	2892,717	2891,034	36,498	37,650
13	14	14,063	2,25	1-1/2	0,046	0,002	1,330	0,039	0,599	2928,684	2928,084	2891,034	2888,757	37,650	39,327
14	15	7,811	2,25	1-1/2	0,046	0,002	1,330	0,039	0,333	2928,084	2927,752	2888,757	2888,031	39,327	39,721
Tanque de cloración															
15	16	17,877	2,25	1-1/2	0,046	0,002	1,330	0,039	0,762	2888,031	2887,269	2887,031	2885,030	1,000	2,239
16	17	46,328	2,25	1-1/2	0,046	0,002	1,330	0,039	1,974	2887,269	2885,295	2885,030	2880,167	2,239	5,128
17	18	18,501	2,083	1-1/2	0,046	0,002	1,232	0,034	0,684	2885,295	2884,611	2880,167	2877,922	5,128	6,689
18	19	11,570	2,083	1-1/2	0,046	0,002	1,232	0,034	0,428	2884,611	2884,184	2877,922	2876,120	6,689	8,064
19	20	15,141	2,083	1-1/2	0,046	0,002	1,232	0,034	0,560	2884,184	2883,624	2876,120	2873,390	8,064	10,234
20	21	15,227	2,083	1-1/2	0,046	0,002	1,232	0,034	0,563	2883,624	2883,061	2873,390	2870,985	10,234	12,076
21	22	15,930	2,083	1-1/2	0,046	0,002	1,232	0,034	0,589	2883,061	2882,473	2870,985	2868,663	12,076	13,810
22	23	24,178	2,083	1-1/2	0,046	0,002	1,232	0,034	0,893	2882,473	2881,579	2868,663	2865,736	13,810	15,843
23	24	14,266	2,083	1-1/2	0,046	0,002	1,232	0,034	0,527	2881,579	2881,052	2865,736	2864,083	15,843	16,969
24	25	54,403	2,083	1-1/2	0,046	0,002	1,232	0,034	2,010	2881,052	2879,042	2864,083	2858,981	16,969	20,061
25	26	22,386	1,617	1-1/2	0,046	0,002	0,956	0,021	0,517	2879,042	2878,524	2858,981	2856,476	20,061	22,048
26	27	40,260	1,583	1-1/4	0,040	0,001	1,230	0,039	1,742	2878,524	2876,783	2856,476	2851,776	22,048	25,007

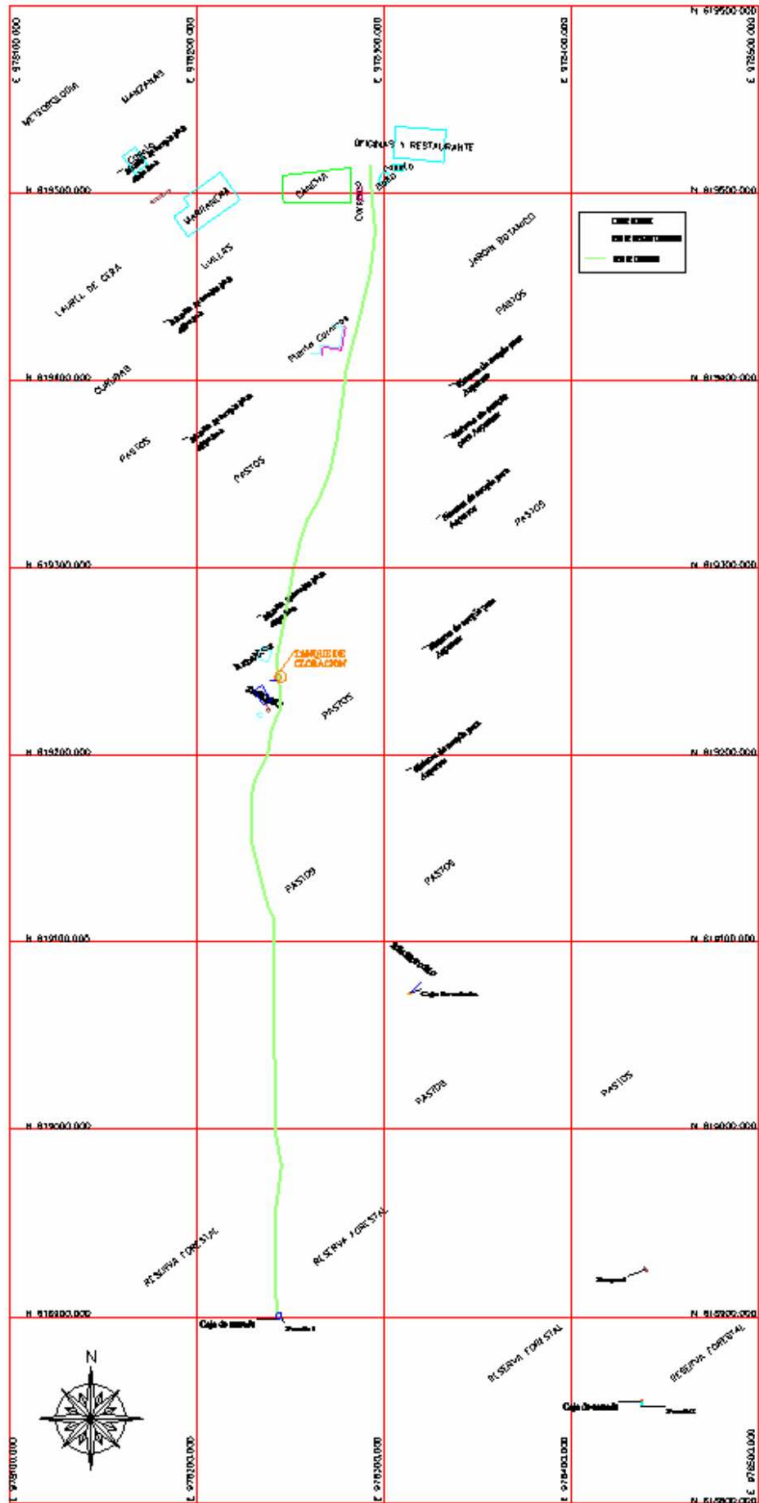
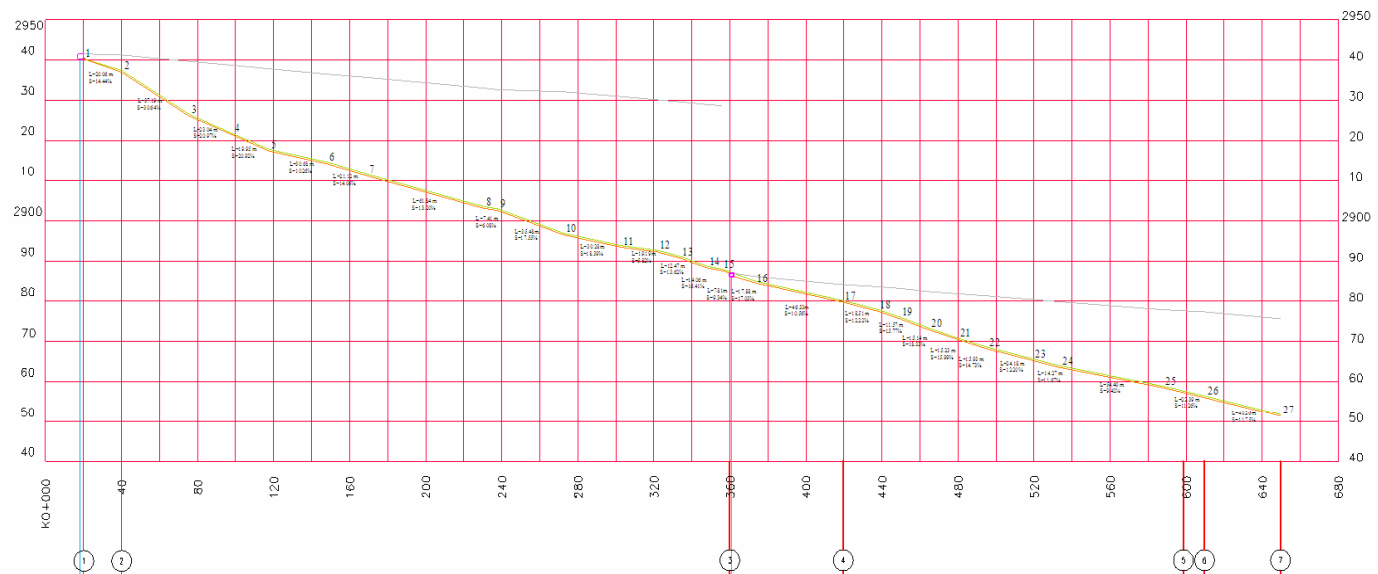


Figura 15. Vista en planta red 1.



Cota Piezométrica	2941.68 2941.41				2927.75 2888.03				2879.04 2878.52				OBSERVACIONES
Cota Terreno	2941.08 2937.41				2888.43 2887.03				2890.38 2886.48				PROFUNDIDAD PROMEDIO=40 CM
Cota Clave													
Caudal de diseño (LPS)	2.25			2.25				2.083					Ø½" TUBERIA DE POLIETILENO FLEXIBLE (HACIA CADA INSTALACION)
Ø(Pu), Clase	Ø2 RDE 41				Ø1½" TUBERIA DE POLIETILENO FLEXIBLE, RDE 26				Ø1½" RDE 21				
<p>BOCATOMA TANQUE DE CLORACION</p>													

Figura 16. Perfil red hidráulica.

5.1.9.1.1 Memorias de cálculo tabla 23 (tramo 15-16)

- Área del tubo(A):

$$A_{(\text{tramo15-16})} = \pi * (r_{(\text{tramo15-16})})^2 = \pi * (0,023\text{m})^2 = 0,002\text{m}^2$$

r: Radio del conducto(m).

- Velocidad del agua (V):

$$V_{(\text{tramo15-16})} = \frac{Q_{\text{acum}(\text{tramo15-16})}}{\text{Area}_{(\text{tramo15-16})}} = \frac{2,25 \text{ L/seg} * 1 \text{ m}^3/1000\text{L}}{0,002\text{m}^2} = 1,13 \text{ m/seg}$$

Velocidad recomendada: $0,6 < \text{vel} < 3,0$ m/seg.

- Pérdida de Carga unitaria (j):

$$j_{(\text{tramo15-16})} = \left[\frac{Q_{\text{acum}(\text{tramo15-16})}}{0,2785 * C * (D_{(\text{tramo15-16})})^{2,63}} \right]^{1,85}$$

$$j_{(\text{tramo15-16})} = \left[\frac{2,25 \text{ L/seg} * 1 \text{ m}^3/1000\text{L}}{0,2785 * 150 * (0,046\text{m})^{2,63}} \right]^{1,85} = 0,039 \text{ m/m}$$

Coeficiente de rugosidad (C):150

D: Diámetro del conducto (m).

- Pérdida total de carga (hf):

$$hf_{(\text{tramo15-16})} = j_{(\text{tramo15-16})} * L_{(\text{tramo15-16})} + \text{perdidas por accesorios}$$

Donde:

$$\text{Pérdida por accesorios} = 0,1 * j * L \text{ (Asumida)}$$

$$hf_{(\text{tramo15-16})} = 0,039 \text{ m/m} * 17,877\text{m} * 1,1 = 0,762\text{m}$$

L: Longitud de la tubería (m).

- Cota piezométrica inicial (*Cpi*):

$$C_{pi(\text{tramo15-16})} = 2888,031\text{m}$$

- Cota piezométrica final (*Cpf*):

$$C_{pf(\text{tramo15-16})} = C_{pi(\text{tramo15-16})} - h_{f(\text{tramo15-16})} = 2888,031\text{m} - 0,762\text{m}$$

$$C_{pf(\text{tramo15-16})} = 2887,269$$

- Cota roja inicial (*Cri*):

$$C_{ri(\text{tramo15-16})} = 2887,031\text{m}$$

Crai: Cota rasante inicial (m).

- Cota roja final (*Crf*):

$$C_{rf(\text{tramo15-16})} = C_{raf(\text{tramo15-16})} - \text{Profundidad promedio de la red1}$$

$$C_{rf(\text{tramo15-16})} = 2885,43\text{m} - 0,40\text{m} = 2885,03\text{m}$$

Donde:

Craf: Cota rasante final (m).

- Presión disponible inicial (*Pdi*):

$$P_{di(\text{tramo15-16})} = C_{pi(\text{tramo15-16})} - C_{ri(\text{tramo15-16})} = 2888,031\text{m} - 2887,031\text{m}$$

$$P_{di(\text{tramo15-16})} = 1\text{m}$$

- Presión disponible final (*Pdf*):

$$P_{df(\text{tramo15-16})} = C_{pf(\text{tramo15-16})} - C_{rf(\text{tramo15-16})} = 2887,269\text{m} - 2885,03\text{m}$$

$$P_{df(\text{tramo15-16})} = 2,239\text{m}$$

5.1.9.2 Descripción de la plantilla de cálculo:

Columna [1]	Tramo inicial y final en consideración
Columna [2]	Longitud de la tubería (m)
Columna [3]	Caudal (l/seg)
Columna [4]	Diámetro nominal (plg)
Columna [5]	Diámetro real del conducto (m)
Columna [6]	Área del conducto (m ²)
Columna [7]	Velocidad del fluido (m/seg)
Columna [8]	Pérdida de carga unitaria (m)
Columna [9]	Pérdida de carga total (m)
Columna [10]	Cota piezométrica inicial (m)
Columna [11]	Cota piezométrica final (m)
Columna [12]	Cota roja inicial (m)
Columna [13]	Cota roja final (m)
Columna [14]	Presión disponible inicial (m)
Columna [15]	Presión disponible final (m)

5.2 RED DE RIEGO Y CONSUMO (Anexo planos N° 2 y 3).

5.2.1 Demanda de agua. La demanda de agua para la red 2 esta dada por los consumos de lavado de pisos, aseo personal, consumo de animales del programa de porcinos y por las necesidades de riego, las cuales se detallan a continuación:

Tabla 24. Determinación de caudales

Ítem	Instalaciones	Servicio	Consumo ^{33,34}	Unidad	Cantidad ³⁵	Cons. total	Red No.2 ΣQ
						lt/día	lt/día
1	Programa porcícola	Lavado de pisos	10	lt/cab/día	244	2440	6100,00
		Consumo de animales	15	lt/cab/día	244	3660	
2	Programa cuyes-criollos	Lavado de pisos	2	lt/m ² /día	270,68	541,36	541,36
	Programa de cuyes-mejorados	Lavado de pisos	2	lt/m ² /día	516,15	1032,3	1032,30
3	Programa de conejos	Lavado de pisos	2	lt/m ² /día	199,85	399,7	399,70
4	Avicultura	Lavado de pisos	2	lt/m ² /día	212,97	425,94	425,94
5	Cafetería	Lavado de pisos	5	lt/hab/día	37,5	188	187,50
6	Apartamento de estudiantes	Lavado de pisos	5	lt/hab/día	5	23	22,50
7	Taller y deposito de suministros	Lavado de pisos	2	lt/m ² /día	424,37	848,74	848,74
8	Grifos públicos	Aseo personal/herram.	20	lt/hab/día	65	1300	1300,00
9	Programa porcícola*	Lavado de pisos	10	lt/cab/día	32	320	800,00
		Consumo de animales	15	lt/cab/día	32	480	
						TOTAL=	11658,04

Cons: consumo.

5.2.1.1 Consumo doméstico: Para el cálculo del consumo doméstico se tomaron los datos contenidos en la tabla 22, para lavado de pisos, y aseo personal, así:

$$\text{Consumo} = 3248,04 \text{ lt / dia} + 151 \text{ lt / dia} + 2760 \text{ lt / dia} = 7519,04 \text{ lt / dia}$$

³³ SALAZAR CANO, Op cit., p.37.

³⁴ HOJAS DE DIVULGACION, Facultad de Ingeniería, Universidad del Valle.

³⁵ DATOS de población futura calculados según información suministrada por trabajadores de la Granja Experimental Botana U. d N., Botana, junio de 2007.

5.2.1.2 Consumo usos agrícolas: Para el cálculo del consumo de animales se tomaron los datos contenidos en la tabla 20, para consumo de animales, así:

$$\text{Consumo} = 4140 \text{ lt / día}$$

5.2.1.3 Dotaciones brutas futuras.

Porcentaje de pérdidas técnicas (%p)³⁶: 40%

➤ Dotación bruta lavado de pisos, aguas domésticas por m²:

$$\text{Dotación bruta} = \frac{\text{Consumo}}{1 - \% p} = \frac{4140 \text{ lt/día}}{1 - 0,4} = 6900 \text{ lt/día}$$

➤ Dotación bruta usos agrícolas:

$$\text{Dotación bruta} = \frac{4140 \text{ lt/día}}{1 - 0,4} = 6900 \text{ lt / día}$$

5.2.1.4 Cálculo de la demanda de agua.

➤ Caudal medio caudal doméstico (Qmlp):

$$Q_{mlp} = \frac{\text{Poblacion} \times \text{Dbruta}}{86.400} = \frac{12.531,73 \text{ lt / día}}{86.400 \text{ s}} = 0,15 \text{ l / s}$$

➤ Caudal medio usos agrícolas (Qca):

$$Q_{ca} = \frac{\text{Poblacion} \times \text{Dbruta}}{86.400} = \frac{6900 \text{ lt / día}}{86.400 \text{ s}} = 0,08 \text{ l / s}$$

³⁶ Dirección General de Agua Potable y Saneamiento Básico, Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS – 2000, Título B. Bogotá D.C., Noviembre de 2000, p. 34.

5.2.1.4.1 Caudal medio diario total (Qmdt).

$$Q_{mdt} = Q_{mlp} + Q_{ca} = 0,15l/s + 0,08l/s = 0,22l/s$$

Hasta el momento solo han sido calculados los caudales correspondientes a lavado de pisos y consumo de animales, a continuación se calcula el caudal de riego.

5.2.1.4.2 Caudal de riego (Qr). Se toma como caudal de riego el calculado...en la sección 4.2.1.2...

$$Q_r = 0,73l/s$$

Por tal razón el caudal total medio diario esta definido por:

$$Q_{mdtr} = Q_{mdt} + Q_r = 0,22l/s + 0,73l/s = 0,95l/s$$

Donde:

Qmdtr = Caudal medio diario total de riego.

5.2.1.4.3 Caudal máximo diario (QMD)

K1: coeficiente de consumo máximo diario=1,30³⁷

$$Q_{MD} = Q_{mdtr} * K1 = 0,95l/s * 1,3 = 1,24l/s$$

5.2.1.4.4 Caudal máximo horario (QMH)

K2: coeficiente de consumo máximo horario=1,60³¹

$$Q_{MH} = Q_{mdtr} * K2 = 0,95l/s * 1,6 = 1,99l/s$$

³⁷ Dirección General de Agua Potable y Saneamiento Básico, Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS – 2000. Bogota D.C., Noviembre de 2000, p. 34.

5.2.1.5 Capacidad hidráulica de la bocatoma y del desarenador red 2.

1. CAPTACION SUPERFICIAL TOMA TIPO TIROL:

$$CH = 1QMD + PA + NPT = 1,24l/s + 0,04 * 1,24l/s + 0,03 * 0,95l/s = 1,32l/s$$

Donde:

CH: Capacidad hidráulica

PA: Pérdidas en la aducción³⁸

NPT: Necesidades en la planta de tratamiento³²

2. DESARENADOR CONVENCIONAL:

$$CH = 1QMD + PA + NPT = 1,24l/s + 0,04 * 1,24l/s + 0,03 * 0,95l/s = 1,32l/s$$

Donde:

CH: Capacidad hidráulica

PA: Pérdidas en la aducción³²

NPT: Necesidades en la planta de tratamiento³²

5.2.2 Obras de captación.

5.2.2.1 Toma tipo tirol. La bocatoma se ha situado en el lecho captando el agua motriz desde el fondo del riachuelo. Para tal efecto se dispuso de un colector fijado en dirección del flujo, siendo cubierto con una rejilla. Las barras de la rejilla se ubicaron en dirección de la corriente, y las mismas impiden el ingreso de sedimentos más gruesos al colector, los cuales son evacuados y transportados hacia aguas abajo. Las partículas con tamaños menores que el espaciamiento de las barras de la rejilla son llevados con el agua derivada por el colector y serán separados posteriormente por un desarenador.

Datos de Diseño:

Caudal de diseño (Qd):

$$Qd = 2 * QMD = 2,48 l/s$$

Nivel de complejidad : Bajo

³⁸ Ibid., p. 45

Caudal mínimo (Qmin): 0,82 l/s
 Caudal máximo (Qmax): 14,6 l/s
 Ancho del riachuelo: 1 m

➤ Nivel mínimo de agua en el riachuelo(Ho):

$$H_o = \left(\frac{Q_{\min}}{K * L} \right)^{2/3} = \left(\frac{0,00082 \text{ m}^3 / \text{s}}{1,56 * 1,0 \text{ m}} \right)^{2/3} = 0,006 \text{ m}$$

Donde:

K = 1,56 Valor comúnmente utilizado para vertederos de cresta ancha

➤ Diseño de la rejilla:

Para diseñar la rejilla se procede a utilizar la siguiente ecuación:

$$Qd = \frac{2}{3} * c * \mu * b * L * \sqrt{2 * g * h}$$

Donde:

Qd = caudal de diseño (m³/seg)

$$h = \frac{2}{3} * x * H_o$$

$$c = 0,6 * \frac{a}{d} * \cos^{3/2} \beta$$

a: Espaciamiento de las barras de la rejilla (m)

d: Distancia entre ejes de las barras (m)

β: Angulo de inclinación de la rejilla (°)

μ: Coeficiente de derrame de la rejilla

b: Ancho de la rejilla (m)

L: Longitud de la rejilla (m)

De acuerdo a la ecuación y a las características de la rejilla es decir barras redondas de diámetro ½ “se han escogido los siguientes parámetros:

$$\begin{aligned}
a &= 0,03 \text{ m} \\
d &= 0,0425 \\
\beta &= 10^\circ \\
\mu &= 0,85 \\
x &= 0,91^{39}
\end{aligned}$$

Entonces reemplazando tenemos:

$$h = \frac{2}{3} * x * H_o = \frac{2}{3} * 0,91 * 0,006 = 0,0039m$$

$$c = 0,6 * \frac{a}{d} * \cos^{3/2} \beta = 0,6 * \frac{0,04}{0,0425} * \cos^{3/2} 10^\circ = 0,4$$

Con estos datos se calcula el derrame por la rejilla en función del ancho (b) y de la longitud (L) de la rejilla:

$$Qd = \frac{2}{3} * c * \mu * b * L * \sqrt{2 * g * h} = 0,00248 \text{ m}^3$$

$$Qd = \frac{2}{3} * 0,40 * 0,85 * b * L * \sqrt{2 * 9,81 \text{ m / s}^2 * 0,0039 \text{ m}}$$

Donde:

$$L = \frac{0,043m^2}{b}$$

Tabulando tenemos:

a(m)	0,3	0,6	1
b(m)	0,14	0,072	0,043

Ancho escogido de la rejilla (b) igual a 0,6m, a este ancho corresponde la longitud:

$$L = \frac{0,043m^2}{0,6m} = 0,072m$$

Por seguridad la longitud de la rejilla es aumentada en un 20 %, por tanto se tiene:

³⁹ SALAZAR CANO, Op. Cit., p.68.

$$L = 0,072 * 1,20 = 0,086\text{m} = 10 \text{ cm}$$

Por tanto, se tiene una rejilla compuesta por 14 barras de diámetro ½" espaciadas centro a centro 4,25 cm y en los extremos 2,23 cm, (Ver figura 17)

Cota del río:	2943,41m
Cota de la Rejilla:	2943,88m
Cota nivel mínimo del río:	2943,89m
Cota nivel medio del río:	2943,90m
Cota nivel máximo del río:	2943,93m
Cota corona del muro:	2944,17m

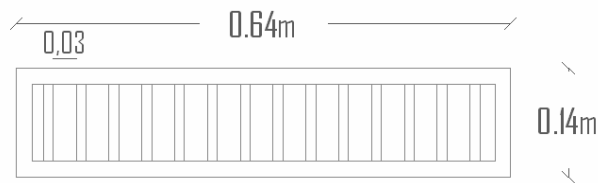


Figura 17. Detalle rejilla.

- Diseño del canal colector: Se tienen como datos de entrada los siguientes para el diseño del canal recolector:

Ancho del canal recolector (B) = 0,10 m
 Rugosidad (Ks) = 50 para concreto
 Pendiente (I) = 6 %

Partiendo de la fórmula de descarga para canales rectangulares:

$$Q = B * t * K_s * I^{1/2} * \left(\frac{B * t}{B + 2 * t} \right)^{2/3}$$

Donde:

B: Ancho del canal (m)
 t: Profundidad del canal(m)
 Ks: rugosidad del material a utilizar
 I: pendiente del canal (m/m)

Y reemplazando tenemos:

$$0,0025 = 0,10 * t * 50 * 0,06^{1/2} * \left(\frac{0,10 * t}{0,10 + 2 * t} \right)^{2/3}$$

Solucionando de manera iterativa la ecuación se obtiene como resultado $t = 0,018$ m y aumentándole el 25% como borde libre tenemos un t total de 0,023 m es decir una profundidad del canal de 23 mm una profundidad casi insignificante razón por la cual, por razones de seguridad se ha decidido aumentar, la profundidad del canal a 20 cm.

Profundidad crítica (Yc):

$$Y_c = \left(\frac{Qd^2}{g * B^2} \right)^{1/3} = \left(\frac{(0,0025 \text{ m}^3 / \text{s})^2}{9,81 \text{ m} / \text{s}^2 * (0,1 \text{ m})^2} \right)^{1/3} = 0,0087 \text{ m}$$

Velocidad Crítica (Vc):

$$V_c = \sqrt{g * Y_c} = \sqrt{9,81 \text{ m} / \text{s}^2 * 0,04 \text{ m}} = 0,29 \text{ m} / \text{s}$$

La altura de la lámina de agua al final del canal recolector (Hl) esta dada por:

$$H_l = 1,1 * Y_c = 1,1 * 0,04 \text{ m} = 0,047 \text{ m}$$

Y la altura del agua al inicio del canal recolector (Ho):

$$H_o = \left(\left(2 * \frac{Y_c^3}{H_l} + \left(H_l - \frac{L * S}{3} \right)^2 \right)^{0.5} - \frac{2 * L * S}{3} \right) =$$

$$H_o = \left(\left(2 * \frac{0,04^3}{0,047} + \left(0,047 - \frac{0,91 * 0,06}{3} \right)^2 \right)^{0.5} - \frac{2 * 0,91 * 0,06}{3} \right) = 0,03$$

Velocidad al final del canal recolector (Vl):

$$Vl = \frac{Q_D}{Hl * B} = \frac{0,0025m^3 / s}{0,047m * 0,10m} = 0,59m / s$$

Como $Vl < Vc$ entonces cumple con el régimen subcrítico.

Cota de la lamina de agua al inicio del canal recolector: 2943,71m
 Cota fondo inicio del canal recolector: 2943,68m
 cota fondo final del canal recolector: 2943,63m

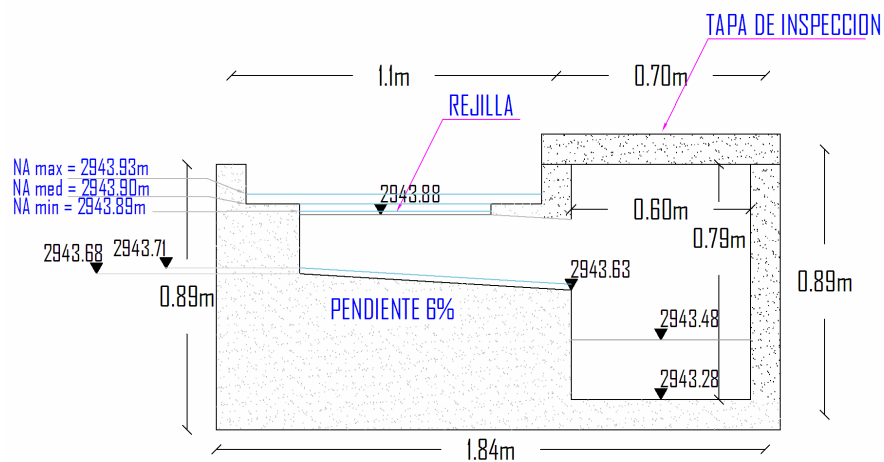


Figura 18. Detalle canal recolector.

Para seguir con el diseño del vertedero se utilizaron las siguientes fórmulas:

Para el cálculo del nivel medio en el vertedero (hm):

$$hm = \left(\frac{Q_{med}}{K * L} \right)^{2/3} = \left(\frac{0,0015m^3 / s}{1,56 * 0,60m} \right)^{2/3} = 0,013m$$

$$Q_{crecida} = (K * (m - L) * h^{3/2}) + (K * L * (Hm + h)^{3/2}) = (1,56 * (1,50 - 0,60) * h^{1,5}) + (1,56 * 0,6 * (0,013 + h)^{3/2})$$

Asumiendo diferentes valores para h se obtienen diferentes valores de Qcrecida y comparando con el verdadero valor del caudal máximo del río se obtiene un h igual a 0,029m.

Cálculo del nivel mínimo en el vertedero.

$$h_{\min} = \left(\frac{Q_{\min}}{K * L} \right)^{2/3} = \left(\frac{0,0082 \text{ m}^3 / \text{s}}{1,56 * 0,60 \text{ m}} \right)^{2/3} = 0,0092 \text{ m}$$

- *Cálculo de la estructura de amortiguación:* Se determina el efecto de la velocidad mediante la relación:

$$H/H_d = 0,44/0,029 = 15,17 \gg 1,33$$

Por tanto el efecto de la velocidad es despreciable por lo cual se considera:

$$H_e = H_d.$$

Se determina el valor de la velocidad de flujo como sigue:

$$V = \frac{Q_{\max}}{A} = \frac{0,015 \text{ m}^3 / \text{s}}{(0,6 \text{ m} * 0,013 \text{ m}) + (1,0 \text{ m} * 0,029 \text{ m})} = 0,39 \text{ m} / \text{s}$$

Donde:

A: área de la lamina del agua sobre el vertedero (m^2)

La profundidad crítica (Y_c) se calcula por:

$$Y_c = \sqrt[3]{\frac{q^2}{g}} = \sqrt[3]{\frac{(0,39 \text{ m} / \text{s} * 1 * 0,029 \text{ m})^2}{9,81 \text{ m} / \text{s}^2}} = 0,024 \text{ m}$$

Donde:

q = Caudal sobre la cresta del vertedero (m/seg).

Y la velocidad crítica (V_c):

$$V_c = \sqrt{g * Y_c} = \sqrt{9,81 \text{ m} / \text{s}^2 * 0,024 \text{ m}} = 0,48 \text{ m} / \text{s}$$

Como $V < V_c$ corresponde a flujo supercrítico.

Para el cálculo del perfil del aliviadero se parte de la fórmula⁴⁰:

$$X^n = KH_d^{n-1} Y = X^{1.85} = 2 * 0,029^{0.85} Y$$

Despejando se tiene:

$$Y = 10,11 * X^{1.85}$$

Con base en la ecuación obtenida anteriormente y tabulando se obtiene:

X	0,02	0,04	0,06	0,08	0,10	0,12	0,14	0,16	0,18	0,20	0,30	0,40
Y	0,01	0,03	0,06	0,09	0,14	0,20	0,27	0,34	0,42	0,51	1,09	1,86

Con la graficación que se observa en la Figura 19. se obtienen los puntos de tangencia los cuales corresponden a 0,16 en (x) y 0,34 en (y) es decir la cara del dique sigue en este punto con pendiente definida 0,4: 1

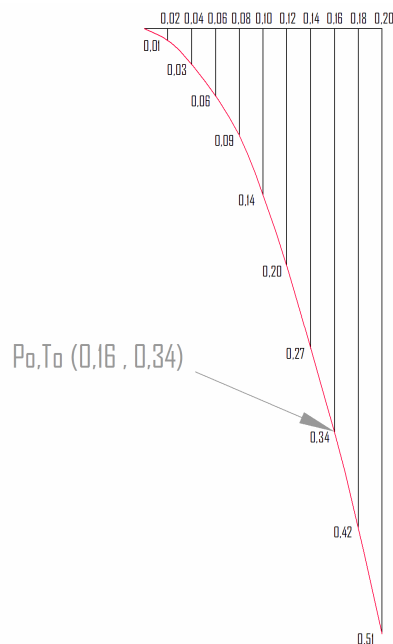


Figura 19. Grafica $Y = 10,10 X^{1.85}$

⁴⁰ SALAZAR CANO, Op. Cit., p.86.

Para el diseño del pozo de amortiguación se tuvo en cuenta:

Velocidad al pie del aliviadero (V1):

$$Z = 2943,46\text{m} - 2943,46\text{m} = 0,47\text{m}$$

$$V1 = \sqrt{2g * (Z - 0,5Hd)} = \sqrt{2 * 9,81\text{m/s}^2 * (0,47\text{m} - (0,50 * 0,029\text{m}))} = 2,99\text{m/s}$$

$$Y1 = \frac{Q_{\max}}{V1 * L} = \frac{0,015\text{m}^3/\text{s}}{2,99\text{m/s} * 1,0\text{m}} = 0,0049\text{m}$$

Con lo cual se tiene que la altura del agua a la salida de la presa es 3,2mm, calculando el número de froude (F1) se encuentra la relación $h/Y1$ ⁴¹ la cual en nuestro caso es igual a 10,75 y se obtiene el valor de h o sea la altura del diente del dique, como se muestra a continuación:

$$F1 = \frac{V1}{\sqrt{g * Y1}} = \frac{2,99\text{m/s}}{\sqrt{9,81\text{m/s}^2 * 0,0032\text{m}}} = 13,64$$

$$h = 10,75 * Y1 = 10,75 * 0,0049\text{m} = 0,052\text{m}$$

Remplazando en la fórmula siguiente y resolviendo por tanteos se tiene:

$$2,667F^2 \left(1 + \frac{h}{Y2}\right) = \left(\frac{Y2 - h}{Y1}\right)^3 = 2,667 * (13,64)^2 \left(1 + \frac{0,052\text{m}}{Y2}\right) = \left(\frac{Y2 - 0,052\text{m}}{0,0049\text{m}}\right)^3$$

$$Y2 = 0,11\text{m}$$

Por ultimo se determina la profundidad del flujo a la salida del pozo de amortiguación (Y3) a través de la ecuación:

$$Y3 \leq \left(\frac{2Y2 + h}{3}\right) = Y3 \leq \left(\frac{2 * 0,11\text{m} + 0,052\text{m}}{3}\right) = 0,09\text{m}$$

⁴¹ GRAFICA F Vs. h/v1 descrita por Roberto Salazar, Ingeniero Civil. Facultad de Ingeniería, Universidad de Nariño. San Juan de Pasto, 2003.

Para así determinar la longitud del pozo de amortiguación (L_j) la cual esta dada por:

$$L_j = 6,9 * (Y_2 - Y_1) = 6,9 * (0,11m - 0,0049m) = 0,70m \quad \acute{o}$$

$$L_j = 5 * (h + Y_3) = 5 * (0,052m - 0,09m) = 0,70m$$

Al ser los dos resultados aproximadamente iguales se asume que el diseño es confiable.

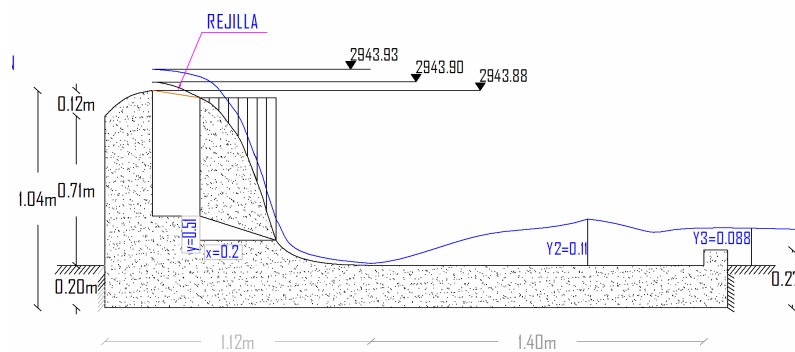


Figura 20. Detalle pozo de amortiguación.

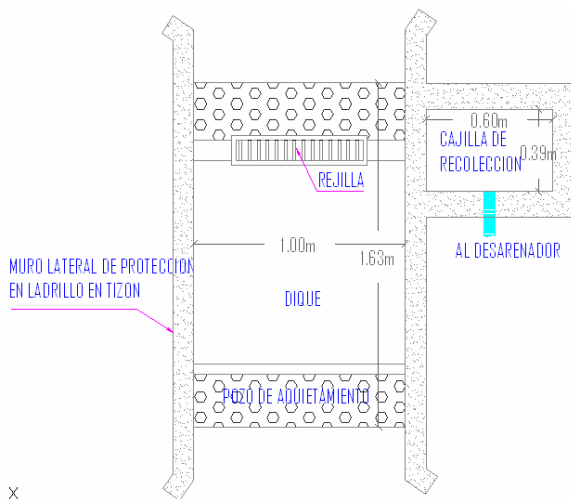


Figura 21. Vista en planta bocatoma punto 1.

5.2.3 Desarenador convencional. Esta compuesto por un tanque cuyo objeto es sedimentar las arenas y los limos que traiga consigo el agua proveniente de la bocatoma, la captación tipo tirol no evita el ingreso del material granular que se

desplaza sobre la solera del curso natural en forma de acarreo. Este tipo de obra únicamente limita el ingreso de sedimentos a granos cuyas dimensiones sean mayores a la abertura entre cada barra, por lo que será necesario incorporar un desarenador.

En nuestro caso se ha diseñado el desarenador aprovechando un tanque existente cercano a la bocatoma con sección de 1.30m de ancho por 2.15m de largo y 0.75m de profundidad.

Datos de Diseño:

Caudal de diseño (Q): 1,32 l/s
Nivel de complejidad : Bajo
Caudal mínimo (Qmin): 0,82 l/s
Caudal máximo (Qmax):14,6 l/s
Caudal de excesos: 13,28 l/s
Diámetro de las partículas por remover (d): 0,1mm
Temperatura del agua: 12,2 °C
Viscosidad cinemática (ν): 0,01146cm²/s

Para partículas de 0.01 cm aplicando la ley de Stokes se tiene:

Velocidad de cimentación (Vs):

$$V_s = \frac{g(S-1)d^2}{18\nu} = \frac{980\text{cm/s}^2(2,65s-1)(0,01\text{cm})^2}{18 * 0,01146\text{cm}^2/\text{s}} = 0,78\text{cm/s}$$

Reynolds (R):

$$R = \frac{V_s * d}{\nu} = \frac{0,78\text{cm/s} * 0,01\text{cm}}{0,01146\text{cm}^2/\text{s}} = 0,68 < 1$$

Al ser Reynolds menor que 1 Stokes es aplicable y la velocidad de sedimentación es 0,78 cm/s

Tomando la profundidad del desarenador (h) igual a 0,85m aumentando en 10 cm la profundidad original del tanque existente

Tiempo teórico (t_t):

$$t_t = \frac{h}{V_s} = \frac{85\text{cm}}{0,78\text{cm/s}} = 108,43\text{s} = 1,81\text{min}$$

De acuerdo al porcentaje de remoción escogido (75%) y al tipo de deflectores adoptado tenemos un valor de $a/t = 1,66$ ⁴²

Periodo de retención (a):

$$a = t_t * \frac{a}{t} = 108,43\text{s} * 1,66 = 180\text{s} = 3\text{min}$$

Volumen (vol):

$$Vol = a * Q_D = 180\text{s} * 0,0013\text{m}^3 / \text{s} = 0,24\text{m}^3$$

Área superficial (As):

$$As = \frac{Vol}{h} = \frac{0,24\text{m}^3}{0,85\text{m}} = 0,28\text{m}^2$$

$$As_{\text{min}} = \frac{Q_D}{V_s} = \frac{0,0013\text{m}^3 / \text{s}}{0,0078\text{m/s}} = 0,17\text{m}^2$$

Al comparar los dos valores anteriores encontramos que $As_{\text{min}} < As$ por lo tanto los cálculos son correctos.

Como los valores B, L y h están dados verificamos, teniendo un L de 2,15m tenemos:

Ancho efectivo (B):

$$B = \frac{As}{L} = \frac{0,28\text{m}^2}{2,15\text{m}} = 0,13\text{m}$$

⁴² Dirección General de Agua Potable y Saneamiento Básico, Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS – 2000. Bogota D.C., Noviembre de 2000, p. 57.

Como es un valor muy pequeño para labores de operación y mantenimiento tomamos el real del tanque, el cual es 1 m.

Velocidad horizontal (Vh):

$$V_h = \frac{Q}{At} = \frac{Q}{B * h} = \frac{0,0013m^3 / s}{1,00m * 0,85m} = 0,15m / s$$

Según las especificaciones la máxima velocidad horizontal (Vh) en un sistema sin tratamiento de agua posterior debe ser menor a 0,17 m/s y deben removerse partículas con diámetro mayor o igual a 0,1 mm.

Al comparar Vh calculada con Vh máxima se encuentra que:

$$V_h = 0,15m / s < V_{h \max} = 0,17m / s$$

Chequeando la relación entre la velocidad horizontal y la velocidad de sedimentación, la cual debe ser inferior a 20, se tiene:

$$\frac{V_h}{V_s} = \frac{0,17m / s}{0,0078m / s} = 19,81 < 20$$

Se chequea ahora la carga superficial, con respecto a la carga superficial máxima la cual debe ser menor de 1000 m³/m²/día

$$C.S. = \frac{Q_D * 86.400}{A_s} = \frac{0,0013m^3 / s * 86.400s}{0,28m^2} = 407,99m^3 / m^2 / dia < 1.000m^3 / m^2 / dia$$

El tanque no cuenta con una cámara de rebose por lo cual se ha decidido diseñar una cámara de 1m por 0,60m que cuenta con un rebosadero de pared delgada con una longitud igual a 0,60 m que sirve para evacuar los excesos captados por las variaciones de nivel, para un caudal de excesos igual a 13,28 l/s tenemos la altura de la lamina de agua (H):

$$H = \left(\frac{Q_{exc}}{1,84 * L} \right)^{2/3} = \left(\frac{0,0133m^3 / s}{1,84 * 0,60m} \right)^{2/3} = 0,049m$$

Velocidad de paso por el vertedero (V):

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{Q}{H * L} = \frac{0,0133m^3 / s}{0,049m * 0,60m} = 0,41m / s$$

Alcance horizontal máximo (Xs):

$$X_s = 0,36 * V^{2/3} + 0,6 * H^{4/7} = 0,36 * 0,41^{2/3} + 0,6 * 0,049^{4/7} = 0,30m$$

Por seguridad se adopta Un $X_s = 0,40m$

El gasto de excesos será recogido por una cámara lateral de 0,60m por 0,40 m y este se conduce al desagüe por una tubería de 3" en la forma indicada en los planos.

La entrada de agua entre la cámara de rebose y la estructura de entrada se efectuara por medio de un orificio sumergido, y asumiendo la velocidad de paso⁴³ tenemos:

Diámetro del orificio sumergido (D):

$$D = \sqrt{\frac{4 * Q_D}{\pi * V}} = \sqrt{\frac{4 * 0,0013m^3 / s}{\pi * 0,41m / s}} = 0,06m \approx 3"$$

Las pérdidas (h) se calculan como se sigue:

$$h = \left(\frac{Q_D}{C * A} \right)^2 * \frac{1}{2 * g} = \left(\frac{0,0013m^3 / s}{0,61 * 0,0033m^2} \right)^2 * \frac{1}{2 * 9,8m / s^2} = 0,02m$$

Para lograr una buena repartición de flujo se adopta como estructura de entrada una canaleta con orificios, calculando el número y tamaño de los orificios para obtener una velocidad de entrada (V) no mayor de 0,3 m/s.

$$Area\ orificios(A) = \frac{Q}{V} = \frac{0,0013m^3 / s}{0,3m / s} = 0,0044m^2$$

⁴³ SALAZAR CANO, Op. Cit., p.158.

Estimando un coeficiente de contracción de 0,61 se tiene:

$$\frac{A_{\text{chorro}}}{A_{\text{total}}} = 0,61$$

El área de orificios se incrementara así:

$$Area = \frac{Area \text{ orificios}}{coeficiente \text{ de contracción}} = \frac{0,0044m^2}{0,61} = 0,0076m^2$$

Adoptamos un diámetro de orificios(D) de 1" con lo cual tenemos:

$$n = \frac{4 * A_{\text{real}}}{\pi * D^2} = \frac{4 * 0,0072m^2}{\pi * (0,0254m)^2} = 14,23 \approx 15 \text{ orificios}$$

Donde:

n: número de orificios.

Para la distribución procedemos de la siguiente manera, se repartirán en 3 filas de 5 orificios cada una así:

Para la primera segunda y tercera fila con 5 orificios:

Distribución:

$$a = \frac{L}{n} - t = \frac{1,00m}{5} - 0,0254m = 0,17m$$

$$a + t = 0,17m + 0,0254m = 0,195m$$

$$\frac{a + t}{2} = \frac{0,195}{2} = 0,1m$$

Donde:

a: Espaciamiento (m)

t: Diámetro de orificios (m)

L: ancho del desarenador (m)

Teniendo en cuenta el ancho del desarenador se adopta un ancho para la canaleta (bc) igual a 0,30m

En el sentido vertical la repartición será así:

$$a = \frac{bc}{n} - t = \frac{0,30m}{3} - 0,0254m = 0,075m$$

$$a + t = 0,075 + 0,0254 = 0,1m$$

$$\frac{a + t}{2} = \frac{0,1m}{2} = 0,05m$$

De acuerdo a esto, se tiene una pérdida de carga (h) a través de orificios:

$$h = \left(\frac{Q_D}{C * A} \right)^2 * \frac{1}{2 * g} = \left(\frac{0,0013m^3 / s}{0,61 * 0,0072m^2} \right)^2 * \frac{1}{2 * 9,81m / s^2} = 0,0041m$$

Donde:

A: área de orificios (m²).

Por lo tanto, las pérdidas son despreciables.

La altura de la canaleta esta dada por:

$$h = \frac{1}{2} h_{util} = \frac{1}{2} 0,85m = 0,425m$$

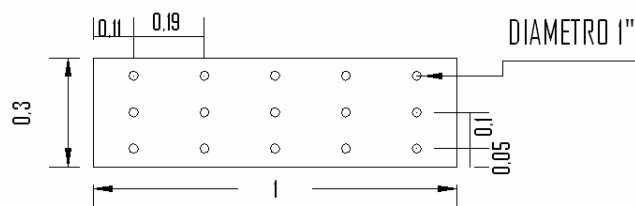


Figura 22. Detalle canaleta con orificios.

Para la salida del agua del desarenador se ha diseñado un vertedero de pared delgada de longitud 1,00 m a todo lo ancho del tanque. Para lo cual se calcula la altura de la lámina de agua sobre la corona:

$$h = \left(\frac{Qd}{K * L} \right)^{2/3} = \left(\frac{0,0013m^3/s}{1,84 * 1,00m} \right)^{2/3} = 0,008m$$

Esta altura determina el nivel de agua en el desarenador y la posición del rebosadero de excesos, así:

Cota del agua a la entrada del desarenador =	2927,08m
Cota de la cresta del vertedero = 2927,06+0,03 =	2927,11m
Cota de la corona del muro = 2927,08 + 0,1 =	2927,18m
Cota del fondo en la cámara de entrada = 2927,06 – 0,37 =	2926,71m
Cota del centro del tubo 2926.69 – 0,076 =	2926,61m
Cota del nivel del agua del desarenador = 2927,08 – 0,04 =	2927,04m
Cota del fondo de la canaleta = 2927,18 – 0,49 =	2926,69m
Cota del vertedero de la estructura de salida = 2927,04- 0,008 =	2927,03m

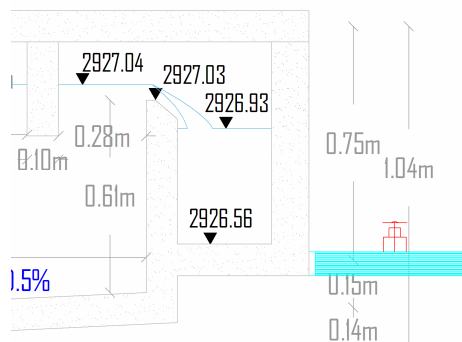


Figura 23. Detalle vertedero de salida.

El espacio libre entre el vertedero y la pared del desarenador para evitar turbulencia y material flotante, se calcula con base en el caudal y en la velocidad de arrastre (V_a):

$$V_a = 161 * \sqrt{d} = 161 * \sqrt{0,01m} = 0,161m/s$$

Área libre de salida(A_s):

$$A_s = \frac{Q_d}{V_a} = \frac{0,0013m^3/s}{0,161m/s} = 0,0082m^2$$

Para un ancho(L) de 1m tenemos:

Distancia horizontal:

$$X = \frac{As}{h_{util}} = \frac{0,0082m^2}{0,85m} = 0,010m$$

Se escoge como distancia mínima $X = 0,30m$

Altura de la pantalla sumergida = 0,30m

Para la canaleta de salida comenzamos por determinar la velocidad de paso por el vertedero (V):

$$V = \frac{Q_d}{A} = \frac{Q_d}{h * L} = \frac{0,0013m^3 / s}{0,007m * 1,00m} = 0,16m / s$$

Por seguridad se adopta $X_s = 0,30m$

Se toma como diámetro de salida 3" y se adopta un ancho $d = 0,30m$

Para calcular la altura del canal se utiliza la ecuación:

$$H_s = \frac{1}{2 * g} * \left(\frac{Q_d}{C * A} \right)^2 = \frac{1}{2 * 9,81m / s^2} * \left(\frac{0,0013m^3 / s}{0,61 * \frac{\pi * (0,0762m)^2}{4}} \right)^2 = 0,011m$$

Calculando el H_{smin} necesario para que el sistema funcione se tiene:

Velocidad (V):

$$V = \frac{Q_d}{A} = \frac{0,0013m^3 / s}{\frac{\pi * (0,0762m)^2}{4}} = 0,29m / s$$

$$H_s \text{ min} = (K + 1) * \frac{V^2}{2 * g} = (0,5 + 1) * \frac{(0,29 \text{ m/s})^2}{2 * 9,81 \text{ m/s}^2} = 0,0064 \text{ m}$$

Donde:

K = pérdida por entrada corriente.

Confrontando $H_s > H_{smin}$ por lo tanto el sistema funciona correctamente.
Dejándose 0,1m para descarga libre del vertedero y suponiendo que la salida de la tubería se efectúa por el fondo se tiene:

Cota vertedero de estructura de salida = $2927,04 - 0,08 = 2927,03 \text{ m}$
Cota nivel del agua en la canaleta de salida = $2927,03 - 0,1 = 2926,93 \text{ m}$
Cota Fondo canaleta de salida = $2926,56 \text{ m}$

5.2.4 Estructuras de medición:

- *Vertedero triangular de pared delgada No1:*

Datos generales:

Localización: esta estructura se construirá en la entrada del tanque de reserva o reservorio.

Tipo de vertedero: vertedero con contracción parcial.

Angulo de escotadura (θ): 90°

Qdiseño: 0,62l/seg

Altura desde el fondo del canal hasta la abertura de la lámina (p1): 10cm.

Ancho del canal (b1): 50cm.

Coefficiente efectivo de descarga (Ce): 0,6

Altura de la lámina de agua (h):

$$h = \sqrt[2,5]{\frac{Q_{\text{diseño}}}{C_e * \tan\left(\frac{\theta}{2}\right)}}$$

$$h = \sqrt[2,5]{\frac{0,62 \text{ L/seg} * 1 \text{ m}^3/1000 \text{ L}}{0,6 * \tan\left(\frac{90^\circ}{2}\right)}} = 0,06395 \text{ m}$$

Aplicando la siguiente fórmula se obtiene el rango de caudales según la altura en el vertedero:

$$Q = C_e * \tan\left(\frac{\theta}{2}\right) * h^{2.5}$$

En donde:

Q=caudal aforado (m/seg).

Tabla 25. Caudal Vs. Altura en el vertedero triangular 1.

h (cm)	Q (l/seg)
6	0,529
6,2	0,574
6,4	0,622
6,6	0,671
6,8	0,723
7	0,778
7,2	0,835
7,4	0,894
7,6	0,955
7,8	1,02
8	1,086
8,2	1,155
8,4	1,227
8,6	1,301
8,8	1,378
9	1,458
9,2	1,54
9,4	1,625
9,6	1,713
9,8	1,804
10	1,897

Fuente: El presente estudio.

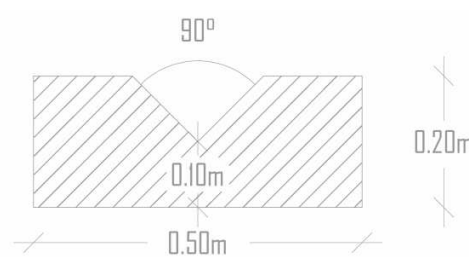


Figura 24. Detalle vertedero triangular 1.

- *Vertedero triangular de pared delgada No.2:*

Datos generales:

Localización: a la entrada del tanque de almacenamiento de la red 2

Tipo de vertedero: vertedero con contracción completa.

Angulo de escotadura (θ): 35°

Qdiseño: 0,18l/seg

Altura desde el fondo del canal hasta la abertura de la lámina (p1):20cm.

Ancho del canal (b1): 30cm.

Determinación del coeficiente efectivo de descarga (Ce): En primera instancia se asume un Ce inicial luego se corrige para calcular h y verifica y corrigen los valores con el Ce obtenido en graficas.

$$\frac{h}{p1} = \frac{6,26cm}{20cm} = 0,313 < 0,4$$

$$\frac{h}{b1} = \frac{6,26cm}{30cm} = 0,21 < 0,2$$

Por lo tanto:

$$Ce^{44}=0,5825$$

Altura de la lámina de agua (h):

$$h = \sqrt[2,5]{\frac{Q_{diseño}}{Ce * \tan\left(\frac{\theta}{2}\right)}}$$

$$h = \sqrt[2,5]{\frac{0,1966L/seg * 1 m^3/1000L}{0,5825 * \tan\left(\frac{35^\circ}{2}\right)}} = 0,06265m$$

Aplicando la siguiente fórmula se obtiene el rango de caudales según la altura en el vertedero:

$$Q = Ce * \tan\left(\frac{\theta}{2}\right) * h^{2,5}$$

⁴⁴ Tomado de grafica en: Vega B. Daniel. Estructuras de Medición de Caudal Vertederos de Pared Delgada Triangular y Rectangular. 2004. p. 21.

En donde:

Q=caudal aforado (m/seg).

Tabla 26. Caudal Vs. Altura en el vertedero triangular 2.

h (cm)	Q (l/seg)
6	0,162
6,2	0,176
6,4	0,19
6,6	0,206
6,8	0,221
7	0,238
7,2	0,255
7,4	0,274
7,6	0,292
7,8	0,312
8	0,332
8,2	0,354
8,4	0,376
8,6	0,398
8,8	0,422
9	0,446
9,2	0,472
9,4	0,498
9,6	0,524
9,8	0,552
10	0,581

Fuente: El presente estudio.

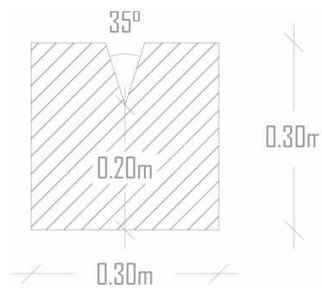


Figura 25. Detalle vertedero triangular 2.

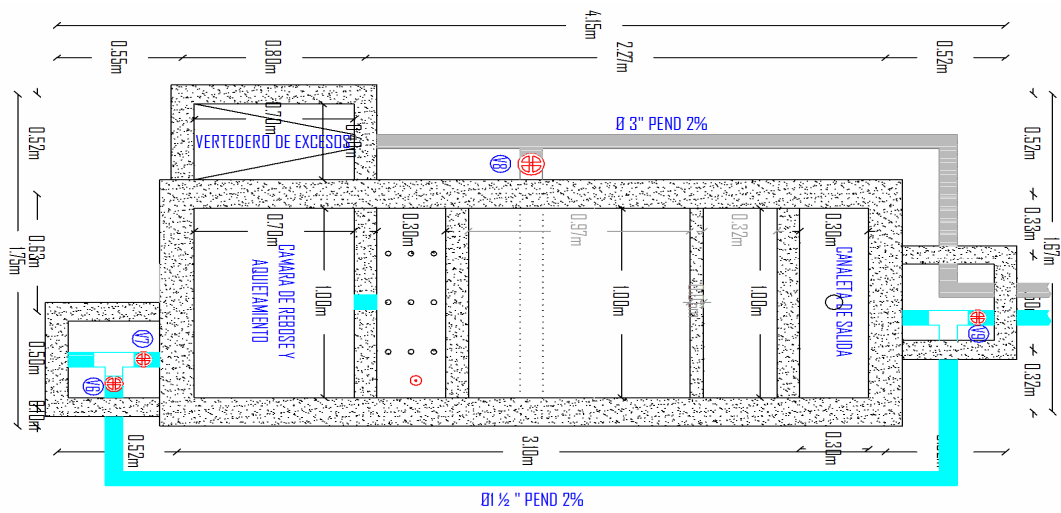


Figura 26. Vista en planta desarenador.

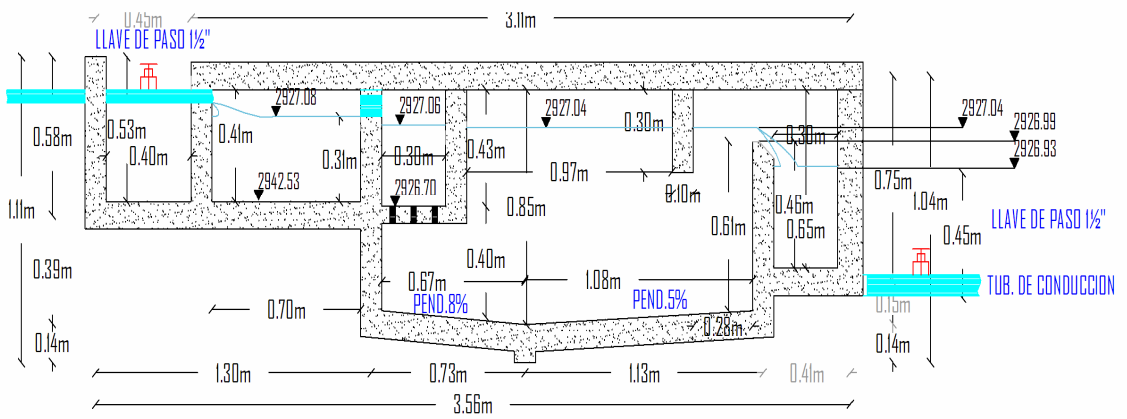


Figura 27. Corte longitudinal desarenador.

5.2.5 Chequeo de diámetros red 2.

Tabla 27. Determinación y chequeo de diámetros red 2 utilizando fórmula de *Colebrook-White*

Tramo		Lon. real (m)	Carga unitaria (m/m)	Q diseño (l/seg)	Coeficientes		F. Fricción (Asumido)	Diámetro(ϕ)		Reynolds (RE)	ϕ/Ks	1/ \sqrt{f}	2log(Re* \sqrt{f})-0,8	F. Fricción (Calculado)
Inicial	Final				C1	C2		(m)	(pul)					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Bocatoma	Desarenador	72,08	0,24	0,80	2,1953E-07	824,5025	0,02224896	0,0218	0,86	3,79E+04	14510,06	6,704	6,704	0,02224895
Desarenador	Punto 26	199,33	0,08	0,80	6,5404E-07	889,9735	0,02302755	0,0273	1,07	3,26E+04	18175,22	6,59	6,590	0,02302755
Punto 26	Tanq. Almacenamiento	172,52	0,12	0,18	2,2154E-08	200,4559	0,02836534	0,0144	0,57	1,39E+04	9628,42	5,938	5,938	0,02836534
Reservorio	Punto e	95,52	0,02	6,76	0,00017982	7505,299	0,01823513	0,0800	3,15	9,38E+04	53340,39	7,405	7,405	0,01823513
Punto e	Punto j	66,36	0,06	5,94	4,5233E-05	6599,366	0,01765978	0,0603	2,37	1,09E+05	40215,77	7,525	7,525	0,01765978
Punto j	Punto n	91,61	0,08	2,93	8,9463E-06	3253,39	0,01921431	0,0444	1,75	7,33E+04	29577,56	7,214	7,214	0,01921431
Punto n	Punto u	113,14	0,18	2,20	2,161E-06	2440,042	0,01922965	0,0334	1,31	7,31E+04	22265,65	7,211	7,211	0,01922965
Punto u	Punto v	63,96	0,40	1,46	4,4653E-07	1626,695	0,01962473	0,0245	0,96	6,65E+04	16309,43	7,138	7,138	0,01962473
Punto v	Punto x	84,83	0,38	0,73	1,1536E-07	813,3475	0,02164566	0,0190	0,75	4,27E+04	12687,96	6,797	6,797	0,02164566
Punto j	Punto d1	70,06	0,11	2,28	3,9919E-06	2532,628	0,01960425	0,0379	1,49	6,68E+04	25270,51	7,142	7,142	0,01960425
Punto d1	Punto g1	43,87	0,24	1,55	8,2088E-07	1719,281	0,01992365	0,0277	1,09	6,20E+04	18477,30	7,085	7,085	0,01992365
Punto g1	Punto i1	24,64	0,47	0,82	1,1732E-07	905,9333	0,02111864	0,0190	0,75	4,77E+04	12668,21	6,881	6,881	0,02111864

5.2.5.1 Memorias de cálculo tabla 27 (Tramo bocatoma-desarenador).

Datos generales:

Temperatura del agua: 12,2°C

Viscosidad cinemática (ν): 0,01237 cm²/seg = 0,000001237 m²/seg

Rugosidad absoluta (κ_s): 0,0015 mm = 0,000015 m

F(asumido)=0,02224896

Cálculo Coeficiente C1:

$$C1(\text{tramobocatoma} - \text{desarenador}) = \frac{8 * (Q_{(\text{bocatoma-desarenador})})^2}{\pi^2 * g * j_{(\text{bocatoma-desarenador})}}$$

$$C1(\text{tramobocatoma} - \text{desarenador}) = \frac{8 * (0,801 \text{ L/seg} * 1 \text{ m}^3 / 1000 \text{ L})^2}{\pi^2 * g * 0,242 \text{ m/m}}$$

$$C1(\text{tramobocatoma} - \text{desarenador}) = 2,1953 * 10^{-7}$$

Donde:

j: pérdida máxima permitida según la presión requerida.

Cálculo Coeficiente C2:

$$C2_{(\text{bocatoma-desarenador})} = \frac{4 * Q_{(\text{bocatoma-desarenador})}}{\pi * \varnothing}$$

$$C2_{(\text{bocatoma-desarenador})} = \frac{4 * 0,801 \text{ L/seg} * 1 \text{ m}^3 / 1000 \text{ L}}{\pi * 0,000001237 \text{ m}^2 / \text{seg}} = 824,50$$

Cálculo de diámetro (\varnothing):

$$\varnothing = \sqrt[5]{C1_{(\text{bocatoma-desarenador})} * f_{\text{asumido}(\text{bocatoma-desarenador})}}$$

$$\varnothing = \sqrt[5]{2,1953 * 10^{-7} * 0,02224896} = 0,0218 \text{ m} = 0,86 \text{ pul}$$

Cálculo del número de Reynold (Re):

$$Re_{(bocatoma-desarenador)} = \frac{C2_{(bocatoma-desarenador)}}{Q_{(bocatoma-desarenador)}}$$

$$Re_{(bocatoma-desarenador)} = \frac{824,50}{0.0218} = 3.79 \times 10^4$$

Iteración para el cálculo del Factor de fricción:

$$\frac{1}{\sqrt{f_{asum}(bocatoma-desarenador)}} = 2 * \log \left(Re_{(bocatoma-desarenador)} * \sqrt{f_{asum}(bocatoma-desarenador)} \right) - 0,8$$

$$\frac{1}{\sqrt{0.02224896}} = 2 * \log \left(4.10 \times 10^4 * \sqrt{0.02224896} \right) - 0,8$$

$$6,704 = 6,704$$

Por lo tanto $f_{Calculado} = f_{asumido}$

Descripción de la plantilla de cálculo:

Columna [1]	Tramo inicial y final en consideración
Columna [2]	Longitud de la tubería (m)
Columna [3]	Pérdida unitaria (m/m)
Columna [4]	Caudal de diseño (l/seg)
Columna [5]	Coefficiente C1
Columna [6]	Coefficiente C2
Columna [7]	Factor de fricción asumido
Columna [8]	Diámetro real del conducto (m)
Columna [9]	Diámetro nominal del conducto (plg)
Columna [10]	Número de Reynold
Columna [11]	Relación Diámetro/Coefficiente de rugosidad
Columna [12]	$1/\sqrt{\text{factor de fricción}}$
Columna [13]	$2 \log (\text{Reynold} * \sqrt{\text{Factor de fricción}}) - 0,8$
Columna [14]	Factor de fricción calculado

Tabla 28. Cálculo hidráulico de la red 2.

(Modificación de red en tramo A-J)

Tramo		Longitud (m)	Consumo acumulado (lps)	DIAMETRO			Área (m ²)	Vel. (m/seg)	Pérdida de Carga			Cota piezométrica		Cota roja		Presión disponible	
Inicio	Final			Nominal (Plg)	RDE	Real (m)			Unitaria (m/m)	HL	Total (m)	Inicial (m)	Final (m)	Inicial (m)	Final (m)	Inicial (m)	Final (m)
1		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Bocatoma																	
1	2	0,42	0,80	1-1/4	26	0,040	0,001	0,622	0,011		0,005	2944,38	2944,38	2943,88	2942,902	0,50	1,48
2	3	5,00	0,80	1-1/4	26	0,040	0,001	0,622	0,011		0,061	2944,38	2944,32	2942,90	2941,389	1,48	2,93
3	4	7,24	0,80	1-1/4	26	0,040	0,001	0,622	0,011		0,089	2944,32	2944,23	2941,39	2938,772	2,93	5,46
4	5	5,06	0,80	1-1/4	26	0,040	0,001	0,622	0,011		0,062	2944,23	2944,17	2938,77	2937,995	5,46	6,17
5	6	15,09	0,80	1-1/4	26	0,040	0,001	0,622	0,011		0,185	2944,17	2943,98	2938,00	2934,382	6,17	9,60
6	7	6,55	0,80	1-1/4	26	0,040	0,001	0,622	0,011		0,080	2943,98	2943,90	2934,38	2933,447	9,60	10,45
7	8	9,13	0,80	1-1/4	26	0,040	0,001	0,622	0,011		0,112	2943,90	2943,79	2933,45	2931,353	10,45	12,43
8	9	5,54	0,80	1-1/4	26	0,040	0,001	0,622	0,011		0,068	2943,79	2943,72	2931,35	2930,044	12,43	13,68
9	10	8,21	0,80	1-1/4	26	0,040	0,001	0,622	0,011		0,101	2943,72	2943,62	2930,04	2928,528	13,68	15,09
10	11	9,85	0,80	1-1/4	26	0,040	0,001	0,622	0,011		0,121	2943,62	2943,50	2928,53	2926,474	15,09	17,02
Tanque reg.																	
12	13	8,74	0,80	1-1/4	26	0,040	0,001	0,622	0,011		0,107	2926,77	2926,66	2926,07	2923,29	0,70	3,37
13	14	7,98	0,80	1-1/4	26	0,040	0,001	0,622	0,011		0,098	2926,66	2926,56	2923,29	2922,72	3,37	3,84
14	15	12,32	0,80	1-1/4	26	0,040	0,001	0,622	0,011		0,151	2926,56	2926,41	2922,72	2921,52	3,84	4,89
15	16	13,55	0,80	1-1/4	26	0,040	0,001	0,622	0,011		0,166	2926,41	2926,24	2921,52	2919,50	4,89	6,75
16	17	15,08	0,80	1-1/4	26	0,040	0,001	0,622	0,011		0,185	2926,24	2926,06	2919,50	2917,37	6,75	8,69
17	18	6,72	0,80	1-1/4	26	0,040	0,001	0,622	0,011		0,083	2926,06	2925,98	2917,37	2916,69	8,69	9,29
18	19	4,22	0,80	1-1/4	26	0,040	0,001	0,622	0,011		0,052	2925,98	2925,92	2916,69	2916,04	9,29	9,89
19	20	8,95	0,80	1-1/4	26	0,040	0,001	0,622	0,011		0,110	2925,92	2925,81	2916,04	2917,25	9,89	8,56
20	21	16,26	0,80	1-1/4	26	0,040	0,001	0,622	0,011		0,200	2925,81	2925,61	2917,25	2916,03	8,56	9,58
21	22	15,18	0,80	1-1/4	26	0,040	0,001	0,622	0,011		0,186	2925,61	2925,43	2916,03	2915,03	9,58	10,40
22	23	24,25	0,80	1-1/4	26	0,040	0,001	0,622	0,011		0,298	2925,43	2925,13	2915,03	2913,72	10,40	11,41
23	24	17,39	0,80	1-1/4	26	0,040	0,001	0,622	0,011		0,213	2925,13	2924,92	2913,72	2912,47	11,41	12,45
24	25	29,63	0,80	1-1/4	26	0,040	0,001	0,622	0,011		0,364	2924,92	2924,55	2912,47	2911,58	12,45	12,97
25	26	19,05	0,80	1-1/4	26	0,040	0,001	0,622	0,011		0,234	2924,55	2924,32	2911,58	2910,61	12,97	13,71
Caja de valv.																	
26	27	12,00	0,18	2	41	0,059	0,003	0,066	1,145E-04		0,002	2924,32	2924,32	2911,21	2909,96	13,11	14,36
27	28	16,30	0,18	2	41	0,059	0,003	0,066	1,145E-04		0,002	2924,32	2924,32	2909,96	2909,49	14,36	14,83
28	29	5,78	0,18	2	41	0,059	0,003	0,066	1,145E-04		0,001	2924,32	2924,32	2909,49	2909,04	14,83	15,28
29	30	21,58	0,18	2	41	0,059	0,003	0,066	1,145E-04		0,003	2924,32	2924,31	2909,04	2904,05	15,28	20,26
30	31	26,21	0,18	2	41	0,059	0,003	0,066	1,145E-04		0,003	2924,31	2924,31	2904,05	2899,52	20,26	24,79
31	32	25,09	0,18	2	41	0,059	0,003	0,066	1,145E-04		0,003	2924,31	2924,31	2899,52	2894,43	24,79	29,87
32	33	21,01	0,18	2	41	0,059	0,003	0,066	1,145E-04		0,003	2924,31	2924,30	2894,43	2890,24	29,87	34,07

Tabla 28. (Continuación)

Tramo		Longitud (m)	Consumo acumulado (lps)	DIAMETRO			Área (m2)	Vel. (m/seg)	Pérdida de Carga			Cota piezométrica		Cota roja		Presión disponible	
Inicio	Final			Nominal (Plg)	RDE	Real (m)			Unitaria (m/m)	HL	Total (m)	Inicial (m)	Final (m)	Inicial (m)	Final (m)	Inicial (m)	Final (m)
33	34	11,43	0,18	2	41	0,059	0,003	0,066	1,145E-04		0,001	2924,30	2924,30	2890,24	2887,45	34,07	36,85
34	35	10,81	0,18	2	41	0,059	0,003	0,066	1,145E-04		0,001	2924,30	2924,30	2887,45	2889,30	36,85	35,00
35	36	11,30	0,18	2	41	0,059	0,003	0,066	1,145E-04		0,001	2924,30	2924,30	2889,30	2889,67	35,00	34,63
36	37	6,10	0,18	2	41	0,059	0,003	0,066	1,145E-04		0,001	2924,30	2924,30	2889,67	2889,99	34,63	34,31
37	38	4,92	0,18	2	41	0,059	0,003	0,066	1,145E-04		0,001	2924,30	2924,30	2889,99	2889,66	34,31	34,64
A'	Reser.	8,53	0,62	3	41	0,071	0,004	0,157	4,550E-04		0,004	2924,32	2924,32	2911,34	2909,36	12,98	14,95
Reservorio																	
A	B	9,29	6,755	3	32,5	0,086	0,006	1,159	0,015		0,149	2907,96	2907,81	2907,96	2904,87	0	2,95
B	C	24,01	6,755	3	32,5	0,086	0,006	1,159	0,015		0,386	2907,81	2907,43	2904,87	2901,99	2,95	5,44
C	D	24,96	6,755	3	32,5	0,086	0,006	1,159	0,015		0,401	2907,43	2907,03	2901,99	2898,30	5,44	8,73
D	E	37,25	6,755	3	32,5	0,086	0,006	1,159	0,015	2	2,599	2907,03	2904,43	2898,30	2893,96	8,73	10,47
E	F	10,62	5,940	3	32,5	0,086	0,006	1,019	0,012		0,134	2904,43	2904,29	2893,96	2892,84	10,47	11,45
F	G	12,91	5,940	3	32,5	0,086	0,006	1,019	0,012		0,163	2904,29	2904,13	2892,84	2892,04	11,45	12,09
G	H	19,64	5,940	3	32,5	0,086	0,006	1,019	0,012		0,249	2904,13	2903,88	2892,04	2890,70	12,09	13,19
H	I	14,74	5,940	3	32,5	0,086	0,006	1,019	0,012		0,187	2903,88	2903,69	2890,70	2889,23	13,19	14,47
I	J	8,46	5,940	3	32,5	0,086	0,006	1,019	0,012	2	2,107	2903,69	2901,59	2889,23	2888,15	14,47	13,44
J	K	13,68	5,208	2	41	0,059	0,003	1,917	0,058		0,872	2901,59	2900,72	2888,15	2887,66	13,44	13,05
K	L	15,30	2,928	2	41	0,059	0,003	1,078	0,020		0,336	2900,72	2900,38	2887,66	2886,28	13,05	14,10
L	M	27,88	2,928	2	41	0,059	0,003	1,078	0,020		0,612	2900,38	2899,77	2886,28	2879,79	14,10	19,98
M	N	34,74	2,928	2	41	0,059	0,003	1,078	0,020	2	2,762	2899,77	2897,00	2879,79	2882,33	19,98	14,67
N	O	14,98	2,196	2	41	0,059	0,003	0,808	0,012		0,193	2897,00	2896,81	2882,33	2881,28	14,67	15,53
O	P	0,26	2,196	2	41	0,059	0,003	0,808	0,012		0,003	2896,81	2896,81	2881,28	2881,50	15,53	15,31
P	Q	7,83	2,196	2	41	0,059	0,003	0,808	0,012		0,101	2896,81	2896,71	2881,50	2879,93	15,31	16,78
Q	R	11,02	2,196	2	41	0,059	0,003	0,808	0,012		0,142	2896,71	2896,57	2879,93	2877,91	16,78	18,66
R	S	19,30	2,196	2	41	0,059	0,003	0,808	0,012		0,249	2896,57	2896,32	2877,91	2874,24	18,66	22,07
S	T	20,91	2,196	2	41	0,059	0,003	0,808	0,012		0,269	2896,32	2896,05	2874,24	2870,34	22,07	25,70
T	U	38,84	2,196	2	41	0,059	0,003	0,808	0,012	2	2,501	2896,05	2893,55	2870,34	2864,14	25,70	29,41
U	V	63,96	1,464	2	41	0,059	0,003	0,539	0,006	2	2,389	2893,55	2891,16	2864,14	2856,17	29,41	34,98
V	W	58,45	0,732	2	41	0,059	0,003	0,269	0,002		0,098	2891,16	2891,06	2856,17	2848,67	34,98	42,39
W	X	26,38	0,732	2	41	0,059	0,003	0,269	0,002	2	2,044	2891,06	2889,02	2848,67	2846,59	42,39	42,42
X	Y	18,39	0,732	2	41	0,059	0,003	0,269	0,002		0,031	2889,02	2888,98	2846,59	2845,67	42,42	43,32
J	A1	15,95	2,280	2	41	0,059	0,003	0,839	0,013		0,220	2901,59	2901,37	2888,15	2887,24	13,44	14,12
A1	B1	19,49	2,280	2	41	0,059	0,003	0,839	0,013		0,269	2901,37	2901,10	2887,24	2885,17	14,12	15,93
B1	C1	19,95	2,280	2	41	0,059	0,003	0,839	0,013		0,275	2901,10	2900,82	2885,17	2883,28	15,93	17,54
C1	D1	14,67	2,280	2	41	0,059	0,003	0,839	0,013	2	2,203	2900,82	2898,62	2883,28	2882,05	17,54	16,57
D1	E1	9,66	1,547	2	41	0,059	0,003	0,570	0,006		0,065	2898,62	2898,56	2882,05	2881,26	16,57	17,29
E1	F1	13,68	1,547	2	41	0,059	0,003	0,570	0,006		0,092	2898,56	2898,46	2881,26	2879,34	17,29	19,13
F1	G1	20,53	1,547	2	41	0,059	0,003	0,570	0,006	2	2,138	2898,46	2896,32	2879,34	2876,05	19,13	20,28
G1	H1	15,71	0,815	2	41	0,059	0,003	0,300	0,002		0,032	2896,32	2896,29	2876,05	2874,13	20,28	22,16
H1	II	12,32	0,815	2	41	0,059	0,003	0,300	0,002	2	2,025	2896,29	2894,27	2874,13	2872,79	22,16	21,48

Tabla 28. (Continuación)

Tramo		Longitud (m)	Consumo acumulado (lps)	DIAMETRO			Área	Vel. (m)	Pérdida de Carga			Cota piezométrica		Cota roja		Presión disponible	
Inicio	Final			Nominal (Plg)	RDE	Real (m/m)			Unitaria (m/m)	HL	Total (m)	Inicial (m)	Final (m)	Inicial (m)	Final (m)	Inicial (m)	Final (m)
I1	J1	12,32	0,815	2	41	0,059	0,003	0,300	0,002		0,025	2894,27	2894,24	2872,79	2870,22	21,48	24,03
TANQUE ALM.																	
39	40	4,51	2,814	2	41	0,059	0,003	1,036	0,019		0,092	2889,18	2889,09	2888,38	2887,63	0,80	1,46
41	42	6,60	2,814	2	41	0,059	0,003	1,036	0,019		0,135	2889,09	2888,95	2887,63	2886,12	1,46	2,83
42	43	6,95	2,814	2	41	0,059	0,003	1,036	0,019		0,142	2888,95	2888,81	2886,12	2884,70	2,83	4,11
43	44	10,64	2,814	2	41	0,059	0,003	1,036	0,019		0,217	2888,81	2888,59	2884,70	2883,62	4,11	4,98
44	45	16,91	2,814	2	41	0,059	0,003	1,036	0,019		0,345	2888,59	2888,25	2883,62	2881,72	4,98	6,53
45	46	16,78	2,814	2	41	0,059	0,003	1,036	0,019		0,342	2888,25	2887,91	2881,72	2880,16	6,53	7,75
46	47	18,85	2,814	2	41	0,059	0,003	1,036	0,019		0,384	2887,91	2887,52	2880,16	2877,66	7,75	9,86
47	48	14,21	2,814	2	41	0,059	0,003	1,036	0,019		0,290	2887,52	2887,23	2877,66	2875,61	9,86	11,63
48	49	19,90	2,814	2	41	0,059	0,003	1,036	0,019		0,406	2887,23	2886,83	2875,61	2872,81	11,63	14,02
49	50	4,26	2,814	2	41	0,059	0,003	1,036	0,019		0,087	2886,83	2886,74	2872,81	2872,56	14,02	14,18
50	51	20,02	2,814	2	41	0,059	0,003	1,036	0,019		0,408	2886,74	2886,33	2872,56	2870,14	14,18	16,19
51	52	15,66	2,814	2	41	0,059	0,003	1,036	0,019		0,319	2886,33	2886,01	2870,14	2868,53	16,19	17,48
52	53	18,79	2,814	2	41	0,059	0,003	1,036	0,019		0,383	2886,01	2885,63	2868,53	2866,19	17,48	19,44
53	54	8,54	2,814	2	41	0,059	0,003	1,036	0,019		0,174	2885,63	2885,46	2866,19	2864,95	19,44	20,51
54	55	13,87	2,814	2	41	0,059	0,003	1,036	0,019		0,283	2885,46	2885,17	2864,95	2863,22	20,51	21,95
55	56	10,29	2,814	2	41	0,059	0,003	1,036	0,019		0,210	2885,17	2884,96	2863,22	2862,51	21,95	22,45
56	57	6,09	2,814	2	41	0,059	0,003	1,036	0,019		0,124	2884,96	2884,84	2862,51	2861,76	22,45	23,08
57	58	9,02	2,814	2	41	0,059	0,003	1,036	0,019		0,184	2884,84	2884,66	2861,76	2860,95	23,08	23,71
58	59	4,17	2,814	2	41	0,059	0,003	1,036	0,019		0,085	2884,66	2884,57	2860,95	2860,78	23,71	23,79
59	60	7,93	2,814	2	41	0,059	0,003	1,036	0,019		0,162	2884,57	2884,41	2860,78	2859,62	23,79	24,79
60	61	23,09	2,814	2	41	0,059	0,003	1,036	0,019		0,471	2884,41	2883,94	2859,62	2858,78	24,79	25,16
61	62	19,14	2,814	2	41	0,059	0,003	1,036	0,019		0,390	2883,94	2883,55	2858,78	2857,44	25,16	26,11
62	63	13,92	2,814	2	41	0,059	0,003	1,036	0,019		0,284	2883,55	2883,26	2857,44	2854,24	26,11	29,02
63	64	9,36	2,814	2	41	0,059	0,003	1,036	0,019		0,191	2883,26	2883,07	2854,24	2851,65	29,02	31,43

5.2.5.2 Memorias de cálculo tabla 28 (tramo A-B)

- Área del tubo(A):

$$A(\text{tramoA} - B) = \pi * \left(r_{(\text{tramoA}-B)} \right)^2 = \pi * (0,043m)^2 = 5,808 * 10^{-3} m^2$$

r: Radio del conducto(m).

- Velocidad del agua (V):

$$V(\text{tramoA} - B) = \frac{Q_{\text{acum}}(\text{tramoA} - B)}{\text{Area}_{(\text{tramoA} - B)}} = \frac{6,755l / \text{seg} * 1m^3 / 1000L}{5,808 * 10^{-3} m^2} = 1,159m / \text{seg}$$

Velocidad recomendada: $0,6 < \text{vel} < 3,0$ m/seg.

- Pérdida de Carga unitaria (j):

$$j(\text{tramoA} - B) = \left[\frac{Q_{\text{acum}}(\text{tramoA}-B)}{0,2785 * C * D_{(\text{tramoA}-B)}^{2,63}} \right]^{1,85}$$
$$j(\text{tramoA} - B) = \left[\frac{6,755L / \text{seg} * 1m^3 / 1000L}{0,2785 * 150 * (0,086m)^{2,63}} \right]^{1,85} = 0,015m / m$$

Coeficiente de rugosidad (C):150

D: Diámetro del conducto (m).

- Pérdida total de carga (hf):

$$hf(\text{tramoA} - B) = j_{(\text{tramoA}-B)} * L_{(\text{tramoA}-B)} + \text{perdida por accesorios} + HL$$

$$hf(\text{tramoA} - B) = 0,015m / m * 9,29m * 1,1 = 0,149m$$

$$\text{Perdida por accesorios} = 0,1 * j * L \quad (\text{asumida})$$

L: Longitud de la tubería (m).

- *Cota piezométrica inicial (Cpi):*

$$Cpi(\text{tramoA} - B) = 2907,96m$$

- *Cota piezométrica final (Cpf):*

$$Cpf(\text{tramoA} - B) = Cpi_{(\text{tramoA}-B)} - hf_{(\text{tramoA}-B)} = 2907,96m - 0,149m = 2907,81m$$

- *Cota roja inicial (Cri):*

$$Cri(\text{tramoA} - B) = Cft = 2906,22m$$

Cft= Cota fondo del tanque o reservorio (m).

- *Cota roja final (Crf):*

$$Crf(\text{tramoA} - B) = Craf - Prof. Red1 = 2906,37m - 1,5m = 2904,87m$$

Craf= cota rasante final (m).

- *Presión disponible inicial (Pdi):*

$$Pdi(\text{tramoA} - B) = Cpi(\text{tramoA} - B) - Cri(\text{tramoA} - B) = 2907,96m - 2907,96m = 0,00m$$

- *Presión disponible final (Pdf):*

$$Pdf(\text{tramoA} - B) = Cpf(\text{tramoA} - B) - Crf(\text{tramoA} - B) = 2907,81m - 2904,87m = 2,95m$$

Descripción de la plantilla de cálculo:

Columna [1]	Tramo inicial y final en consideración
Columna [2]	Longitud de la tubería (m)
Columna [3]	Consumo acumulado (l/seg)
Columna [4]	Diámetro nominal del conducto (plg)
Columna [5]	Relación diámetro espesor RDE
Columna [6]	Diámetro real del conducto (m)
Columna [7]	Área del conducto (m ²)

Columna [8]	Velocidad del fluido (m/seg)
Columna [9]	Pérdida de carga unitaria (m)
Columna [10]	Pérdida por aspersores (m)
Columna [11]	Pérdida de carga total (m)
Columna [12]	Cota piezométrica inicial (m)
Columna [13]	Cota piezométrica final (m)
Columna [14]	Cota roja inicial (m)
Columna [15]	Cota roja final (m)
Columna [16]	Presión disponible inicial (m)
Columna [17]	Presión disponible final (m)

5.2.5.3 Resumen de datos:

✓ *Presión mínima suministrada por la red: 10,47m.*

La presión mínima generada en los puntos de localización de los aspersores es mayor a los 10m. requeridos para su funcionamiento, ya que con el cambio de diámetro del tramo comprendido entre el reservorio y el punto j genera menores pérdidas en este trayecto.

✓ *Presión máxima en la red: 43,32m.*

✓ *Presión admisible por el conducto (P_{adm}):*

$$P_{adm} = 70,3/fs \text{ (RDE 41)}$$

Donde:

Factor de seguridad (fs): 1,3

$$P_{adm} = 54,07m$$

Por lo tanto:

Presión máxima < Presión admisible

✓ *Chequeo por golpe de ariete: Se instalarán válvulas de cierre instantáneo antes de los tanques de reserva (reservorio y tanque 3) para su operación y mantenimiento.*

◇ Descripción: Válvula abscisa 199 (punto 26)

Datos generales:

Relación de módulos de elasticidad (K): 18
Distancia real al desarenador (L): 199,33 m
Cota piezométrica del desarenador (Cpd): 2926,77m
Cota roja (Cr punto 26): 2910,61m
Diámetro nominal: 1 ¼ pul
Diámetro real (D): 40,48 mm
Espesor de la pared (e): 1,68 mm
Presión máxima admisible (P_{adm}) = 112,5m RDE 26
Velocidad: 0,622 m/seg.

Cálculo de la Celeridad (C): El cálculo de la velocidad de propagación de la onda se realiza a través de la fórmula de *Allievi* así:

$$C = \frac{9.900}{\sqrt{48,3 + k \left(\frac{D}{e}\right)}} = \frac{9.900}{\sqrt{48,3 + 18 \left(\frac{40,48\text{mm}}{1,68\text{mm}}\right)}} = 450,93 \text{ m/seg.}$$

Cálculo de la fase de la Tubería o tiempo de maniobra (T):

$$T = \frac{2 \times L}{C} = \frac{2 \times 199,33\text{m}}{450,93 \text{ m/seg.}} = 0,884\text{seg}$$

Cálculo de la sobrepresión (h_a). Para válvulas de cierre instantáneo el cálculo de la sobrepresión es:

$$h_a = \frac{C \times V}{g} = \frac{450,93 \text{ m/seg} \times 0,622 \text{ m/seg}}{9,81 \text{ m/seg}^2} = 28,59\text{m}$$

Presión estática sobre la válvula (P_{ev}):

$$P_{ev} = C_{pd} - C_r(\text{punto 26}) = 2926,77\text{m} - 2910,61\text{m} = 16,16\text{m}$$

Presión total sobre la válvula (P_{tv}):

$$P_{tv} = h_a + P_{ev} = 28,59\text{m} + 16,16\text{m} = 44,75\text{m}$$

Presión máxima admisible de diseño (P_d):

Factor de seguridad (F_s)=1,3

$$P_d = \frac{P_{adm}}{F_s} = \frac{112,5}{1,3} = 86,54m$$

Por lo tanto, la presión total sobre la válvula es menor que la presión admisible de diseño.

◇ Descripción: Válvula abscisa 372 (punto 38)

Datos generales:

Relación de módulos de elasticidad (K): 18
 Distancia real al desarenador (L): 371,85 m
 Cota piezométrica del desarenador (Cpd): 2926,77m
 Cota roja (Cr punto 38): 2889,66m
 Diámetro nominal: 2 pul.
 Diámetro real (D): 58,81 mm
 Espesor de la pared (e):1,52 mm
 Área del conducto(A):0,002716m²
 Presión máxima admisible (Padm):70,3m RDE 41

Cálculo de la velocidad (v): En el caso de que la válvula de paso hacia el reservorio este cerrada el caudal que circulara por este tramo en cuestión será el mismo que circula por el punto 26, por lo tanto:

Qdiseño =0,801lps

$$V = \frac{Q_{diseño}}{A} = \frac{0,801 \frac{L}{seg} \times 1m^3/1000L}{2,72 \times 10^{-2}m^2} = 0,295 \frac{m}{seg}.$$

Cálculo de la Celeridad (C): El cálculo de la velocidad de propagación de la onda se realiza a través de la fórmula de *Allievi* así:

$$C = \frac{9.900}{\sqrt{48.3 + k \left(\frac{D}{e}\right)}} = \frac{9.900}{\sqrt{48.3 + 18 \left(\frac{58,81mm}{1,52mm}\right)}} = 362,77 \frac{m}{seg}.$$

Cálculo de la fase de la Tubería o tiempo de maniobra (T):

$$T = \frac{2 * L}{C} = \frac{2 * 371,85m}{362,77 \text{ m/seg.}} = 2,05 \text{ seg}$$

Cálculo de la sobrepresión (ha):

Para válvulas de cierre instantáneo el cálculo de la sobrepresión es:

$$h_a = \frac{C * V}{g} = \frac{362,77 \text{ m/seg} * 0,295 \text{ m/seg}}{9,81 \text{ m/seg}^2} = 10,91m$$

Presión estática sobre la válvula (Pev):

$$P_{ev} = C_{pd} - C_r(\text{punto 38}) = 2926,77m - 2889,66m = 37,11m$$

Presión total sobre la válvula (Ptv):

$$P_{tv} = h_a + P_{ev} = 10,91m + 37,11m = 37,11m$$

Presión máxima admisible de diseño (Pd):

Factor de seguridad (Fs)=1,3

$$P_d = \frac{P_{adm}}{F_s} = \frac{70,3}{1,3} = 54,08m$$

Por lo tanto, la presión total sobre la válvula es menor que la presión admisible de diseño.

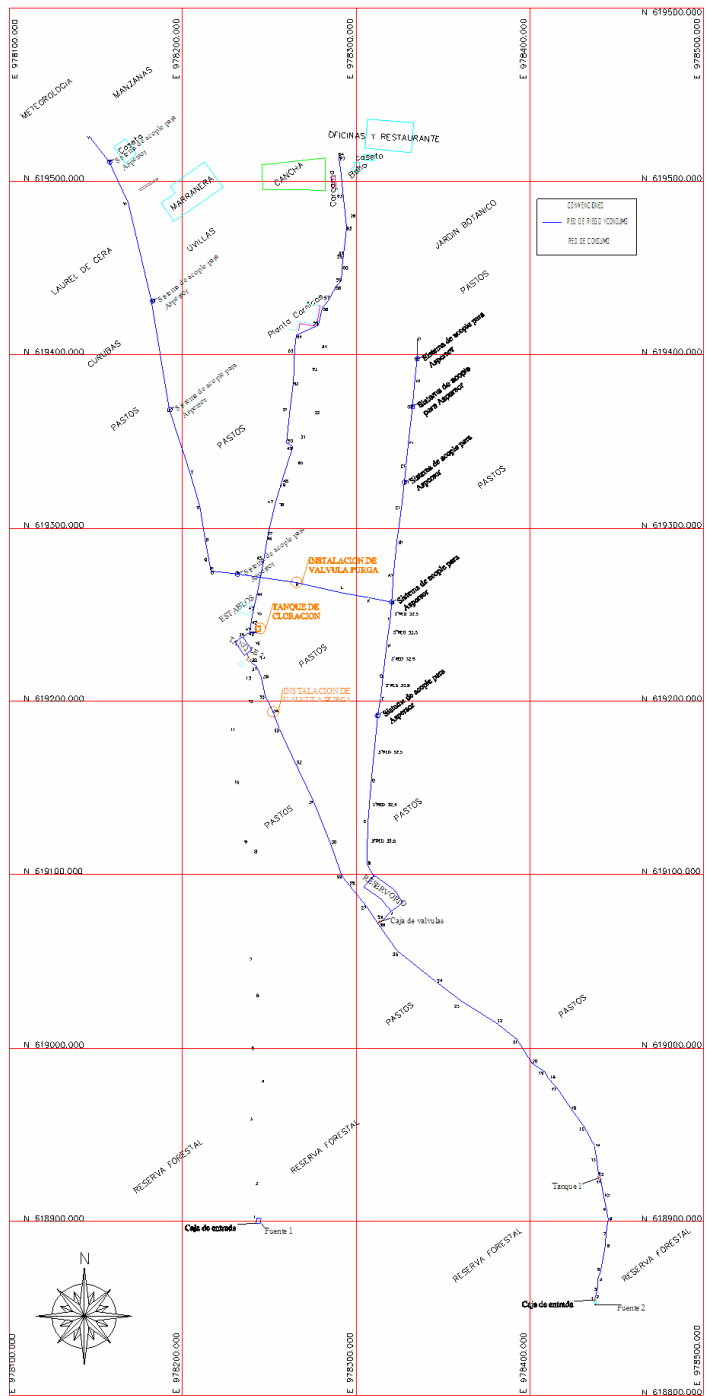


Figura 28. Vista en planta red 2.

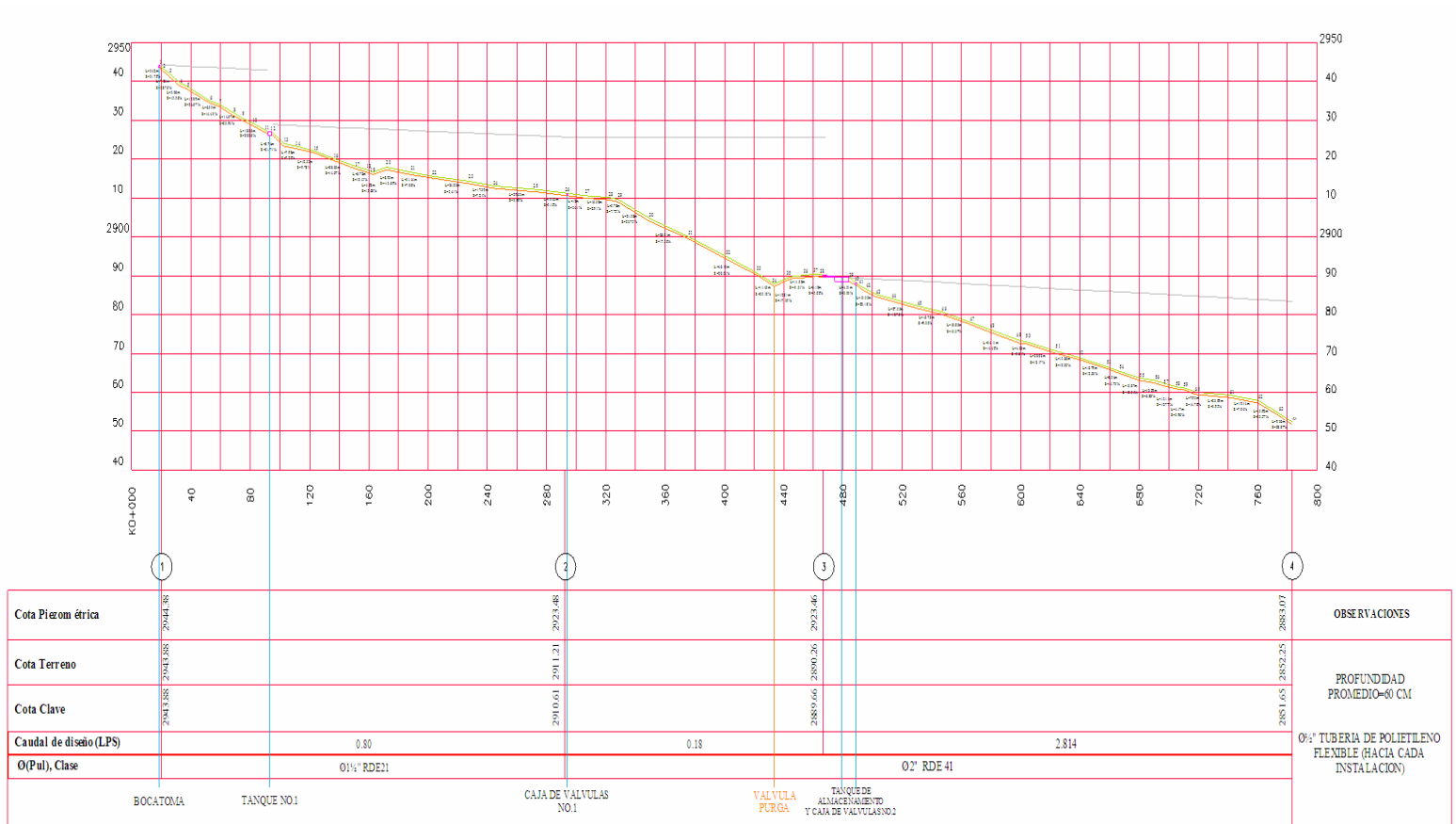


Figura 29. Perfil hidráulico red 2.

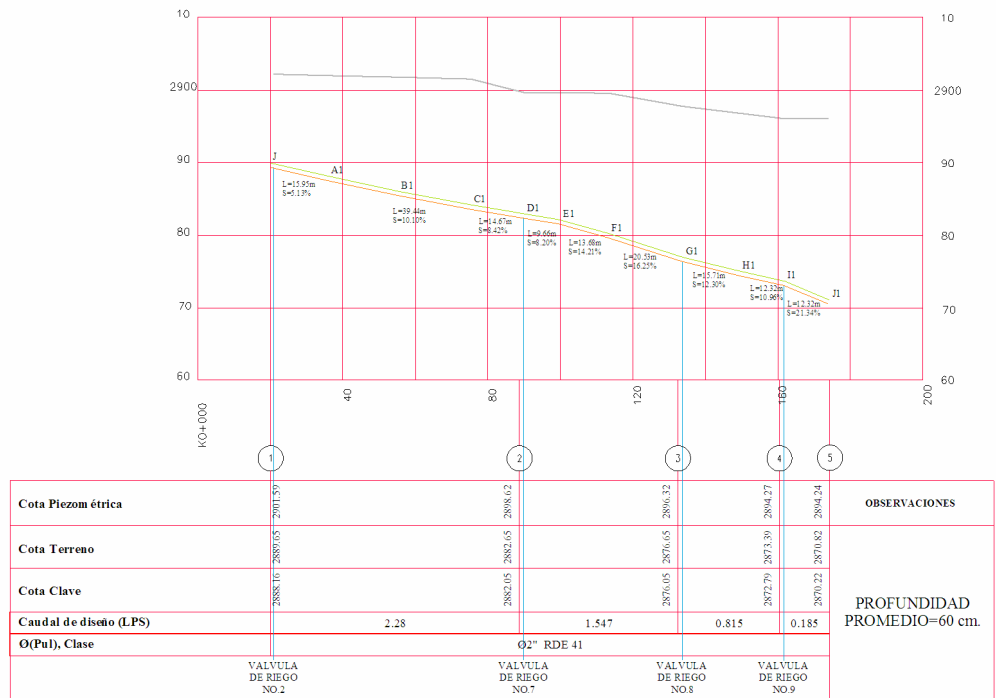
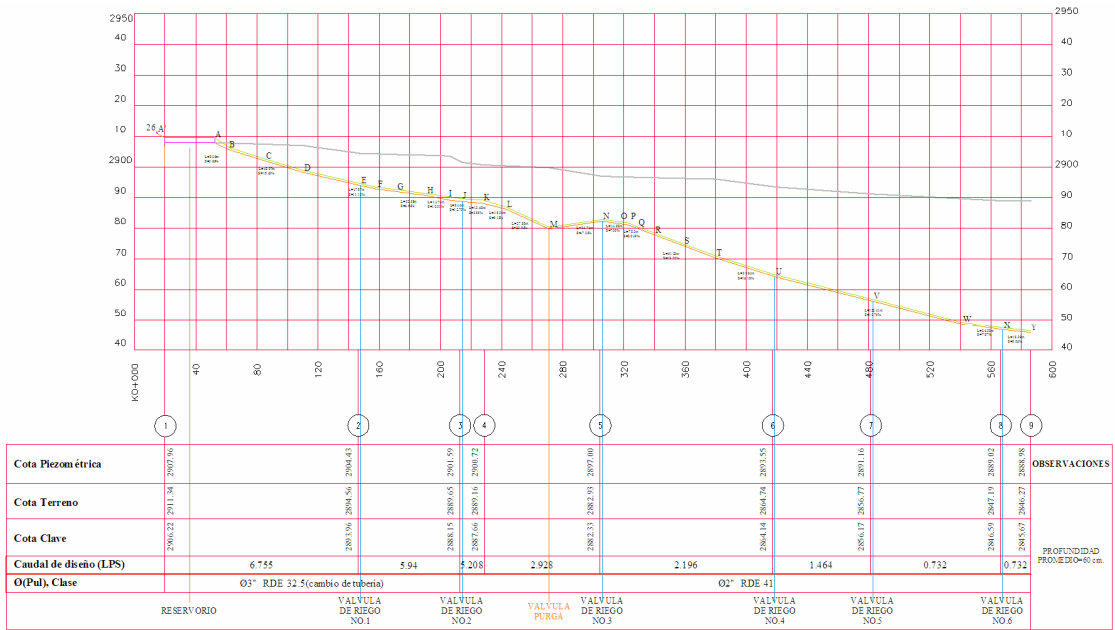


Figura 29. Perfil hidráulico red 2 (Continuación)

6. ALCANTARILLADO SANITARIO (Anexo plano No.4)

6.1 Consideraciones

6.1.1 Normatividad. Los criterios de diseño del sistema de recolección de aguas residuales se realizo con base en parámetros de la RAS 2000, titulo D.

6.1.2 Consideraciones de diseño:

6.1.2.1 Caudal de diseño. El caudal de aguas residuales de una población esta compuesto por los siguientes aportes:

- Aguas residuales domésticas.
- Aguas residuales industriales, comerciales e institucionales.
- Aguas de infiltración.
- Conexiones erradas.

El caudal de diseño de cada tramo de la red de colectores se obtiene sumando al caudal máximo horario del día máximo, QMH, los aportes por infiltraciones y conexiones erradas.

$$Q_{DT} = QMH + Q_{inf} + Q_{cef}$$

6.1.2.2 Caudal de aguas residuales domésticas. El punto de partida para la cuantificación de este aporte es el caudal medio diario, el cual se define como la contribución en un periodo de veinticuatro horas, obtenida como el promedio durante un año. Cuando no se dispone de datos de aportes de agua residuales, lo cual es usual en la mayor parte de los casos, se debe cuantificar este aporte con base en el consumo de agua potable obtenido del diseño del acueducto. El resultado final es un caudal en l/s*ha para la población en general o para cada zona del estudio de planeación de la población.

El aporte medio diario para cada una de las zonas se puede expresar en función del área servida y sus características como:

$$Q = \frac{CR \times C \times D \times A}{86.400}$$

Alternativamente, se puede definir el caudal en función del número de habitantes servidos por alcantarillado:

$$Q = \frac{CR \times C \times P}{86.400}$$

En donde:

Q: Caudal medio de aguas residuales domésticas (l/s)

CR: Coeficiente de retorno

C: Consumo neto de agua potable (l/hab.*d)

D: Densidad de población de la zona (hab. /ha)

A: Área de drenaje en la zona (ha)

P: Número de habitantes de la zona

Debido al hecho de que el comportamiento hidráulico del alcantarillado sanitario puede ser bastante diferente el periodo de diseño inicial y final del proyecto, se debe evaluar el caudal para ambos extremos del horizonte de diseño.

6.1.2.2.1 Coeficiente de retorno: Este coeficiente tiene en cuenta el hecho de que no toda el agua consumida dentro del domicilio es devuelta al alcantarillado, en razón de sus múltiples usos como riego, lavado de pisos, cocina y otros. Se puede establecer, entonces, que solo un porcentaje del total de agua consumida se devuelve al alcantarillado. Este porcentaje es el llamado “coeficiente de retorno”, el que estadísticamente fluctúa entre 65 y 85%.

6.1.2.2.2 Consumo de agua potable: El consumo de agua potable que debe tenerse en cuenta para la determinación del aporte de aguas residuales domésticas corresponde al consumo neto dentro del domicilio.

6.1.2.2.3 Población: La población actual y futura servida por el proyecto puede estimarse a partir de los censos de población y completarse con información del número de suscriptores de diferentes servicios públicos, como por ejemplo de acueducto o energía.

La población servida puede estimarse como el producto de la densidad de población y del área bruta servida por dicho colector. Igualmente puede estimarse a partir del número de viviendas y del número de habitantes por vivienda.

6.1.2.2.4 Densidad de población: La densidad de población se define como el número de personas que habitan en la extensión de una hectárea. Un estudio de densidad de población debe reflejar su distribución de manera zonificada, la densidad actual y la máxima densidad esperada (densidad de saturación); hay que valorar este último, con el cual se debe diseñar el sistema de alcantarillado, y con la densidad actual verificar el comportamiento hidráulico del sistema.

6.1.2.2.5 Área de drenaje: La determinación de las áreas de drenaje de cada colector debe hacerse de acuerdo con el plano topográfico de la población y el trazado de las tuberías. El área bruta de drenaje aferente a cada colector de obtiene trazando las diagonales o bisectrices sobre las manzanas de la población. Las zonas de uso recreacional deben incluirse en dicha área.

6.1.2.3 Caudal de aguas residuales industriales: Este aporte de aguas residuales debe evaluarse para cada caso en particular, ya que varía de acuerdo con el tipo y el tamaño de la industria, así como de los procesos de tratamiento de aguas, reutilización de las mismas y, en general, de la tecnología empleada para reducir el impacto ambiental de la misma. Por lo anterior, es necesario recurrir a la evaluación individual de agua en la industria por medio de censos, encuestas y aforos.

En poblaciones pequeñas, donde posiblemente no existan zonas industriales netamente definidas y se trate de industria pequeña localizada en zonas residenciales o comerciales, puede tomarse un aporte medio de 0,4 l/s*ha hasta 1,5 l/s*ha (según el tamaño de la población), correspondiendo las hectáreas a área de uso industrial.

El caudal de aguas residuales industriales debe ser definido, tanto para las condiciones iniciales del proyecto, como para el periodo final de diseño.

6.1.2.4 Caudal de aguas residuales comerciales: Es posible que para zonas comerciales claramente definidas, se cuente con información de consumos netos, densidades de población y coeficientes de retorno (mayores que en zonas residenciales). En este caso el aporte de aguas residuales comerciales se determina de manera similar al formulado para las aguas residuales domésticas.

Cuando no se presenten las condiciones anteriores, se puede emplear un aporte comercial medio de 0,4 l/s*ha a 0,5 l/s*ha, correspondiendo las hectáreas a área de uso comercial.

El caudal de aguas residuales comerciales debe definirse, tanto para las condiciones iniciales del proyecto, como para el periodo final de diseño.

6.1.2.5 Caudal de aguas residuales institucionales: En esta categoría se encuentran los aportes de instituciones tales como escuelas, colegios, universidades, centros de salud, hospitales, hoteles u otros establecimientos que requieran un tratamiento especial. Como en el caso del aporte industrial, el aporte institucional varía de acuerdo con el tipo y tamaño de la institución, por lo que debe considerarse cada caso en particular. Sin embargo, para las instituciones pequeñas localizadas en zonas residenciales, puede tomarse un aporte medio diario entre 0,4 l/s*ha y 0,5 l/s*ha, correspondiendo las hectáreas al área de uso institucional.

El caudal de aguas residuales institucionales debe definirse, tanto para las condiciones iniciales del proyecto, como para el periodo final de diseño.

6.1.2.6 Caudal de infiltración: El caudal de infiltración es producido por la entrada del agua que se encuentra por debajo del nivel freático del suelo a través de las uniones entre tramos de tuberías, de fisuras en el tubo y en la unión de las estructuras de conexión como los pozos e inspección.

Este aporte adicional se estima con base en las características de permeabilidad del suelo en el que se ha de construir el alcantarillado sanitario. Puede expresarse por metro lineal de tubería o por su equivalente en hectáreas de área drenada. A continuación se presentan algunos valores de infiltración que pueden usarse, siempre y cuando no se disponga de información de campo.

Tabla 29. Aporte de infiltración por longitud de tubería.

Aporte de infiltración por longitud de tubería			
Condiciones	Infiltración (l/s*km)		
	Alta	Media	Baja
Tuberías existentes	4	3	2
Tuberías nuevas con unión de:			
• cemento	3	2	1
• caucho	1,5	1	0,5

Tabla 30. Aporte de infiltración por área drenada.

Aporte de infiltración por área drenada		
Infiltración (l/s*ha)		
Alta	Media	Baja
0,15 - 0,4	0,1 - 1,3	0,005 - 0,2

Fuente: MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO. Reglamento técnico del sector de agua potable RAS 2000: Título E. Bogotá D.C. Noviembre 2000.

Se recomienda utilizar los valores superiores del rango establecido en la tabla 30 cuando las condiciones de construcción no sean las mejores y la precipitación y riesgo de amenaza sísmico sean elevadas.

6.1.3 Caudal medio diario de aguas residuales: El aporte medio diario al alcantarillado sanitario resulta de sumar los aportes domésticos con los industriales, comerciales e institucionales a que haya lugar. Se obtienen tanto para el periodo final del proyecto como para el inicial.

6.1.4 Caudal máximo horario de aguas residuales: El caudal de diseño de la red de colectores debe contemplar el caudal máximo horario. Este caudal se determina a partir de factores de mayoración del caudal medio diario obtenido anteriormente, los cuales se seleccionan de acuerdo con las características propias de cada población.

Debe tenerse en cuenta que el factor de mayoración es inversamente proporcional al número de habitantes servidos. Es decir, que los tramos iniciales tendrán factores de mayoración mayores, mientras que el emisario final tendrá un factor de mayoración menor debido al amortiguamiento de los picos a través de la red de tuberías.

En ausencia de valores históricos de mediciones en campo que determinen la variación de caudales, se pueden emplear ecuaciones empíricas que determinen el factor de mayoración. En las ecuaciones de Babbit y Harmon se plantea el caudal máximo horario en función de la población expresada en miles de habitantes, mientras que en las ecuaciones de los Ángeles y Tchobanoglous se plantea el caudal máximo horario en función del caudal medio diario expresado en m^3/s .

- Ecuación de *Babbitt*. Para poblaciones menores de mil habitantes.

$$Q_{MH} = Q \times \left[\frac{5}{P^{0,2}} \right]$$

Donde:

p: número de habitantes

- Ecuación de *Harmon*. Para poblaciones entre mil y un millón de habitantes.

$$Q_{MH} = Q \times \left[\frac{18 + \sqrt{P}}{4 + \sqrt{P}} \right]$$

Donde:

p: número de habitantes

- Ecuación de Los Ángeles. Para caudales entre 2,8 l/s y 28,3 m³/s

$$Q_{MH} = Q \times \left[\frac{3,53}{Q^{0,0914}} \right]$$

Donde:

Q: Caudal medio diario (m³/s)

- Ecuación de *Tchobanoglous*. Para caudales entre 4 l/s y 5 m³/s, en poblaciones con aportes de aguas residuales domésticas superiores al 75 % del total de aportes.

$$Q_{MH} = Q \times \left[\frac{3,70}{Q^{0,0733}} \right] \quad \text{Donde:}$$

Q = Caudal medio diario (m³/s)

6.1.5 Velocidad mínima: Si las aguas residuales fluyen por un período largo a bajas velocidades, los sólidos transportados pueden depositarse dentro de los colectores. En consecuencia, se debe disponer regularmente de una velocidad

suficiente para lavar los sólidos depositados durante periodos de caudal bajo. Para lograr esto, se establece la velocidad mínima como criterio de diseño, la velocidad mínima real permitida en el colector es 0,45 m/s.

Para las condiciones iniciales de operación de cada tramo, debe verificarse el comportamiento autolimpiante del flujo, para lo cual es necesario utilizar el criterio de esfuerzo cortante medio, por lo tanto, debe establecerse que el valor del esfuerzo cortante medio sea mayor o igual a 1,5 N/m² (0,15 kg/m²) para el caudal inicial máximo horario, el cual puede estimarse como:

$$Q_{MHi} = \frac{(F * Q_{Di})}{K_1} + Q_{ii} + Q_{ci} + Q_{ini} + Q_{infi} + Q_{cei}$$

Donde:

F: Factor de mayoración

Q_{Di}: contribución doméstica para las condiciones iniciales de operación del sistema (l/seg)

K₁: Relación entre el caudal máximo diario y el caudal medio diario varía entre 1,2 y 1,5

Q_{ij}: Contribución industrial inicial (l/seg)

Q_{ci}: Contribución comercial inicial (l/seg)

Q_{ini}: Contribución institucional inicial (l/seg)

Q_{infi}: contribución por infiltración (l/seg)

Q_{cei}: contribución por conexiones erradas (l/seg)

Si el valor calculado de Q_{MHi} es menor que 1,5 l/s debe adoptarse este valor.

El esfuerzo cortante medio está dado por la expresión:

$$\tau = \gamma * R * S$$

Donde:

γ : Peso específico del agua residual (kg/m³)

R: Radio hidráulico (m)

S: Pendiente hidráulica (m/m)

En aquellos casos en los cuales, para las condiciones topográficas presentes, no sea posible alcanzar la velocidad mínima, debe verificarse que el esfuerzo cortante sea mayor que 1,2 N/m² (0,12 kg/m²).

Cuando el sistema considerado corresponda a un sistema de alcantarillado simplificado, el valor de la velocidad mínima real es de 0,4 m/s o la correspondiente a un esfuerzo cortante mínimo de 1,0 N/m² (0,10 kg/m²). Para un sistema de colectores sin arrastre se obvia el criterio de auto limpieza y, por lo tanto, el de velocidad mínima.

Los colectores fabricados en ciertos materiales, tales como concreto o asbesto-cemento, pueden sufrir corrosión, inducida por la acción de microorganismos en su parte interna superior.

Los sulfatos en agua residual son reducidos anaerobicamente, por medio de bacterias reductoras, a ácido sulfhídrico (H₂S), el cual puede ser oxidado y dañar la corona superior del colector. El factor de Pomeroy (Z) permite establecer la posibilidad de generación de H₂S.

$$Z = 3(DBO_5)(1,07)^{T-20} S^{-0,5} Q^{-\frac{1}{3}} (P/H)$$

Donde:

T: Temperatura del agua residual (°C)

P: Perímetro mojado (m)

H: Altura de la lamina de agua (m)

S: Pendiente hidráulica (%)

Q: Caudal (m³/s)

Si Z es menor de 5000, la generación de H₂S es poco probable; si esta entra 5000 y 10000, es posible, y si es mayor de 10000, es muy probable.

En las redes de recolección y evacuación de aguas residuales, la sección circular es la más usual para los colectores, principalmente en los tramos iniciales. El diámetro interno real permitido en redes de sistemas de recolección y evacuación de aguas residuales tipo alcantarillado sanitario convencional es 200 mm (8"). Sin embargo, para sistemas simplificado o niveles de complejidad bajo se pueden reducir a 150 mm (6").

6.1.6 Velocidad máxima: El valor de la pendiente mínima debe ser aquel que permita tener condiciones de auto limpieza y de control de gases adecuadas de acuerdo con los criterios de velocidad mínima.

6.1.7 Pendiente máxima. El valor de la pendiente máxima admisible es aquel para el cual se tenga una velocidad máxima real.

6.1.8 Profundidad hidráulica máxima: Para permitir aireación adecuada del flujo de aguas residuales, el valor máximo permisible de la profundidad hidráulica para el caudal de diseño de un colector debe estar entre 70 y 85% del diámetro real de este.

6.1.9 Profundidad mínima a la cota clave. Los colectores de redes de recolección y evacuación de aguas residuales deben estar a una profundidad adecuada para permitir el drenaje por gravedad de las descargas domiciliarias sin sótano, aceptando una pendiente mínima de estas del 2%. Además, el cubrimiento mínimo del colector debe evitar la ruptura de este, ocasionada por cargas vivas.

6.1.10 Profundidad máxima a la cota clave. En general, la máxima profundidad de los colectores es del orden de 5m, aunque puede ser mayor siempre y cuando se garanticen los requerimientos geotécnicos de las cimentaciones y estructuras de los materiales y colectores durante y después de su construcción.⁴⁵

6.2 Diseño sistema de alcantarillado sanitario

- Características del agua: las actividades que se dan lugar en la granja producen dos tipos de agua, por una parte las aguas procedentes de las estercoleras con elevadas concentraciones de DBO y por otro lado aguas con características propias de aguas de uso doméstico.

A continuación se presentan los valores promedio de DBO₅:

Punto 1	:	300,71 mg/L	Temperatura	:	16°C
Punto 2	:	2130,14mg/L	Temperatura	:	16°C
Muestra integrada	:	1150,29 mg/L			

⁴⁵ MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO. Reglamento técnico del sector de agua potable RAS –2000: Título G. Bogotá D.C. Noviembre 2000.

Por lo tanto:

$$DBO_{efectiva} = 1,25 * (DBO_5) (1,07)^{t - 20}$$

$$DBO_{efectiva} \text{ (punto No.1)} = 1,25 * 300,71 \text{mg / L} * (1,07)^{(16 - 20)} = 286,76 \text{mg / L}$$

$$DBO_{efectiva} \text{ (punto No.2)} = 1,25 * 2130,14 \text{mg / L} * (1,07)^{(16 - 20)} = 2031,34 \text{mg / L}$$

$$DBO_{efectiva} \text{ (int egrada)} = 1,25 * 1150,29 \text{mg / L} * (1,07)^{(16 - 20)} = 1096,94 \text{mg / L}$$

La ubicación de las instalaciones de la granja dificulta que las aguas converjan hacia zonas aledañas a los establos de porcinos, por esto se establece una ruta que recoja las aguas de todas las instalaciones a excepción de los establos de porcinos, ya que su circulación incrementaría los costos del alcantarillado. En caso de integración de las aguas sería necesario:

1. Reducir la DBO a través de un pretratamiento.

2. Alcanzar velocidades superiores a 1m/seg. para una $DBO_{efectiva}$ entre (691-900mg/l)

- Impacto ambiental: Uno de los principales objetivos de este proyecto es captar la totalidad de las aguas residuales que se producen en la granja hacia la PTAR y reducir el grado de contaminación generado por estas aguas. Por lo tanto se trazaron varias trayectorias de las redes de alcantarillado sanitario considerando además los volúmenes de excavación en cada una de las rutas.

- Costo económico: Para el análisis económico se evaluaron profundidades de zanjas, longitud de las redes, materiales de la tubería, diámetros, accesorios (codos, aditamentos para caídas, número de pozos, cajas, etc.), características del agua, caudales, reubicación de estructuras como estercolera, pocetas de agua hacia puntos más cercanos de la red y normas vigentes.

- Distribución actual de la granja: Uno de los parámetros que se manejaron para los diseños es minimizar los tramos que atraviesan los cultivos, ya que provocan variaciones en el diseño propuesto en el proyecto.

6.2.1 Parámetros de diseño:

- Población futura: para esta zona se proyecta un crecimiento en cuanto a la población del 150%.

$$pf = 150\% * 50hab = 75hab$$

- Nivel de complejidad: bajo.
- Periodo de diseño: 15 años.
- Coeficiente de retorno: 0,7
- Coeficiente de mayoración:

$$\text{Coeficiente de mayoración} = \frac{3,5}{pf^{0,1}} = \frac{3,5}{75^{0,1}} = 1,902 < 5 \text{ (fórmula de Flores)}$$

- Infiltración de la zona: Baja.
- Relación entre el caudal máximo diario y caudal medio diario (K_1):1,3 rango (1,2-1,5)
- Material de la tubería empleada

Tipo de tubería: PVC corrugada doble pared-NOVAFORT

Coeficiente de rugosidad (n)= 0,009

- Profundidad mínima de la tubería = 0,75m

Tabla 31. Áreas de las instalaciones

Ítem	Instalaciones	Área	
		m ²	ha
1	Programa Porcícola	565	0,057
2	Programa Cuyes-criollos	270,68	0,027
	Programa de cuyes-mejorados	516,15	0,052
3	Programa de Conejos	199,85	0,020
4	Avicultura	212,97	0,021
5	Planta de procesos cárnicos	300	0,030
6	Cafetería	467,1	0,047
7	Oficinas*	-	-
8	Baños Públicos*	-	-
9	Apartamento de estudiantes*	-	-
10	Taller y deposito de suministros	424,37	0,042

Tabla 31. (Continuación)

Ítem	Instalaciones	Área	
		m ²	ha
11	Grifos públicos*	-	-
12	Instalaciones provisionales	58,4	0,0058

*Áreas ya incluidas en el cálculo de otras instalaciones

6.2.2 Contribución de aguas residuales por actividades de la granja:

Tabla 32. Determinación de contribución Actual.

Ítem	Instalaciones	Servicio	Consumo ^{46,47}	Unidad	Cantidad ⁴⁸	Cons. total	Σ	Σ
						lt/día	lt/día	lt/día
1	Programa Porcícola	Aseo personal	20	lt/hab/día	3	60	6280,00	6280,00
		Inodoros	40	lt/hab/día	3	120		
		Lavado de pisos	10	lt/cab/día	244	2440		
		Consumo de animales	15	lt/cab/día	244	3660		
2	Programa de cuyes-mejorados	Inodoros	40	lt/hab/día	2	80	1152,30	
		Lavado de pisos	2	lt/m ² /día	270,68	541,36		
		Aseo Personal	20	lt/hab/día	2	40		
		Inodoros	40	lt/hab/día	2	80		
		Lavado de pisos	2	lt/m ² /día	516,15	1032,3		
3	Programa de Conejos	Aseo Personal	20	lt/hab/día	2	40	532,74	
		Inodoros	40	lt/hab/día	2	80		
		Bebedero de chupón	0,08	lt/cab/día	163	13,04		
		Lavado de pisos	2	lt/m ² /día	199,85	399,7		
4	Avicultura	Aseo Personal	20	lt/hab/día	2	40	573,84	
		Inodoros	40	lt/hab/día	2	80		
		Bebedero	0,15	lt/cab/día	186	27,9		
		Lavado de pisos	2	lt/m ² /día	212,97	425,94		
5	Planta de procesos cármicos	Aseo Personal	20	lt/hab/día	2	80	1991,97	
		Inodoros	40	lt/hab/día	25	1000		
		Lavado de pisos	2	lt/m ² /día	300	600		
		Sacrificio de animales	300	lt/cab	1	300		
		Carne procesada	0,3	lt/Kg.	39,89	11,967		
6	Cafetería	Aseo personal	20	lt/hab/día	4	80	945,00	
		Cocina	20	lt/hab/día	25	500		
		Inodoros	40	lt/hab/día	4	160		
		Lavado de pisos	7	lt/hab/día	25	175		
		Lavado de ropa	15	lt/hab/día	2	30		
7	Oficinas	Aseo personal	20	lt/hab/día	4	80	240,00	10085,95
		Inodoros	40	lt/hab/día	4	160		

⁴⁶ SALAZAR CANO, Op. Cit., p.37.

⁴⁷ HOJAS DE DIVULGACION. Facultad de Ingeniería. Universidad del Valle.

⁴⁸ DATOS de población futura calculados según información suministrada por trabajadores de la Granja Experimental Botana U. d N., Botana, junio de 2007.

Tabla 32. (Continuación)

Ítem	Instalaciones	Servicio	Consumo ^{49,50}	Unidad	Cantidad ⁵¹	Cons. total	Σ	Σ
						lt/día	lt/día	lt/día
8	Baños Públicos	Aseo personal	20	lt/hab/día	31	620	1860,00	
		Inodoros	40	lt/hab/día	31	1240		
9	Apartamento de estudiantes	Aseo personal	20	lt/hab/día	3	60	300,00	
		Cocina	20	lt/hab/día	3	60		
		Inodoros	40	lt/hab/día	3	120		
		Lavado de pisos	5	lt/hab/día	3	15		
		Lavado de ropa	15	lt/hab/día	3	45		
10	Taller y deposito de suministros	Lavado de pisos	2	lt/m ² /día	424,37	848,74	848,74	
Ítem	Instalaciones	Servicio	Consumo ^{52,53}	Unidad	Cantidad ⁵⁴	Cons. total	Σ	Σ
11	Grifos públicos	Aseo personal/herramientas	20	lt/hab/día	43	860	860,00	
12	Instalaciones provisionales	Aseo personal	20	lt/hab/día	2	40	120,00	
		Inodoros	40	lt/hab/día	2	80		

Tabla 33. Determinación de contribución futura

Ítem	Instalaciones	Servicio	Consumo ^{55,56}	Unidad	Cantidad ⁵⁷	Cons. total	ΣQ	ΣQ
						lt/día	lt/día	lt/día
1	Programa Porcícola	Aseo personal	20	lt/hab/día	4,5	90	6370,00	6370,00
		Inodoros	40	lt/hab/día	4,5	180		
		Lavado de pisos	10	lt/cab/día	244	2440		
		Consumo de animales	15	lt/cab/día	244	3660		
2	Programa Cuyes-criollos	Aseo Personal	20	lt/hab/día	3	60	721,36	
		Inodoros	40	lt/hab/día	3	120		
		Lavado de pisos	2	lt/m ² /día	270,68	541,36		
	Programa de cuyes-mejorados	Aseo Personal	20	lt/hab/día	3	60	1212,30	

⁴⁹ SALAZAR CANO, Op. Cit., p.37.

⁵⁰ HOJAS DE DIVULGACION. Facultad de Ingeniería. Universidad del Valle.

⁵¹ DATOS de población futura calculados según información suministrada por trabajadores de la Granja Experimental Botana U. d N., Botana, junio de 2007.

⁵² SALAZAR CANO, Op. Cit., p.37.

⁵³ HOJAS DE DIVULGACION. Facultad de Ingeniería. Universidad del Valle.

⁵⁴ DATOS de población futura calculados según información suministrada por trabajadores de la Granja Experimental Botana U. d N., Botana, junio de 2007.

⁵⁵ SALAZAR CANO, Op. Cit., p.37.

⁵⁶ HOJAS DE DIVULGACION. Facultad de Ingeniería. Universidad del Valle.

⁵⁷ DATOS de población futura calculados según información suministrada por trabajadores de la Granja Experimental Botana U. d N., Botana, junio de 2007.

Tabla 33. (Continuación)

Ítem	Instalaciones	Servicio	Consumo ^{58,59}	Unidad	Cantidad ⁶⁰	Cons. total	ΣQ	ΣQ
						lt/día	lt/día	lt/día
		Inodoros	40	lt/hab/día	3	120		
		Lavado de pisos	2	lt/m ² /día	516,15	1032,3		
3	Programa de Conejos	Aseo Personal	20	lt/hab/día	3	60		
		Inodoros	40	lt/hab/día	3	120	592,74	
		Bebedero de chupón	0,08	lt/cab/día	163	13,04		
		Lavado de pisos	2	lt/m ² /día	199,85	399,7		
4	Avicultura	Aseo Personal	20	lt/hab/día	3	60		
		Inodoros	40	lt/hab/día	3	120		
		Bebedero	0,15	lt/cab/día	186	27,9		
		Lavado de pisos	2	lt/m ² /día	212,97	425,94	633,84	
5	Planta de procesos cárnicos	Aseo Personal	20	lt/hab/día	3	120		
		Inodoros	40	lt/hab/día	37,5	1500		
		Lavado de pisos	2	lt/m ² /día	300	600		
		Sacrificio de animales	300	lt/cab	1	300		
		Carne procesada	0,3	lt/Kg.	39,89	11,967	2531,97	
6	Cafetería	Aseo personal	20	lt/hab/día	6	120		
		Cocina	20	lt/hab/día	38	750		
		Inodoros	40	lt/hab/día	5	180		
		Lavado de pisos	5	lt/hab/día	38	188		
		Lavado de ropa	15	lt/hab/día	3	45	1282,50	
7	Oficinas	Aseo personal	20	lt/hab/día	6	120		
		Inodoros	40	lt/hab/día	6	240	360,00	
8	Baños Públicos	Aseo personal	20	lt/hab/día	47	930		
		Inodoros	40	lt/hab/día	47	1860	2790,00	
9	Apartamento de estudiantes	Aseo personal	20	lt/hab/día	5	90		
		Cocina	20	lt/hab/día	5	90		
		Inodoros	40	lt/hab/día	5	180		
		Lavado de pisos	5	lt/hab/día	5	23		
		Lavado de ropa	15	lt/hab/día	5	68	450,00	
10	Taller y deposito de suministros	Lavado de pisos	2	lt/m ² /día	424,37	848,74	848,74	
11	Grifos públicos	Aseo personal/herramientas	20	lt/hab/día	65	1300	1300,00	
12	Programa Porcícola ⁶¹	Aseo personal	20	lt/hab/día	3	60		
		Inodoros	40	lt/hab/día	3	120		
		Lavado de pisos	10	lt/cab/día	32	320		
		Consumo de animales	15	lt/cab/día	32	480	980,00	13703,45

⁵⁸ SALAZAR CANO, Op. Cit., p.37.

⁵⁹ HOJAS DE DIVULGACION. Facultad de Ingeniería. Universidad del Valle.

⁶⁰ DATOS de población futura calculados según información suministrada por trabajadores de la Granja Experimental Botana U. d N., Botana, junio de 2007

⁶¹ Corresponde a las instalaciones programadas para alojar algunos animales y que actualmente prestan otros servicios.

Tabla 34. Cálculo de caudales de diseño

Proyecto: Optimización del sistema de abastecimiento de agua, diseño del sistema de alcantarillado sanitario y de la planta de tratamiento de agua residual de la granja experimental Botana de la Universidad de Nariño.

Calculó: Estudiantes a cargo de este proyecto de investigación.

Revisó: Ing. (a) Ruby Criollo.

Fecha: _____

Hoja: No.1

De: 2

Tramo	Área Residencial	A. Industrial + A. Agrícola		Área Institucional	Coef. Retorno (R)	Q. Residencial (l/seg.)	Q. Ind. + Q. Agríc. (l/seg.)	Q. Institucional. (l/seg.)	Qmd (l/seg.)	Coeficiente de Mayoración	Área de drenaje (ha)	Conexiones. Erradas. (l/seg.)	Q. Infiltración. (l/seg.)	QMH (l/seg.)	QD (l/seg.)	QD _{asum} (l/seg.)
De	a															
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]	[11]	[12]	[13]	[14]	[15]	[16]	[17]
1	2	-	x	x	0,7		0,011	0,019	0,03	1,902	3,120	0,060	0,156	0,056	0,272	1,50
2A	2	x	-	x	0,7	0,010		0,032	0,04	1,902		0,093	0,017	0,081	0,192	1,50
2B	2	x	x	-	0,7	0,004	0,007	0,015	0,03	1,902	0,156	0,127	0,008	0,050	0,185	1,50
2	3	x	x	x	0,7	0,014	0,018	0,079	0,11	1,902	3,276	0,281	0,181	0,210	0,672	1,50
3	4	x	x	x	0,7	0,014	0,018	0,079	0,11	1,902	3,459	0,281	0,190	0,210	0,682	1,50
4	5	x	x	x	0,7	0,014	0,086	0,079	0,18	1,902	3,459	0,396	0,190	0,340	0,927	1,50

Tabla 35. Cálculo de caudales de chequeo.

Proyecto: Optimización del sistema de abastecimiento de agua, diseño del sistema de alcantarillado sanitario y de la planta de tratamiento de agua residual de la granja experimental Botana de la Universidad de Nariño.

Calculó: Estudiantes a cargo de este proyecto de investigación.

Revisó: Ing. (a) Rubi Criollo.

Hoja: No.2

Fecha: _____

De: 2

Tramo		Área Residencial	A. Industrial + A. Agrícola	Área Institucional	Coef. Retorno (R)	Q. Residencial	Q. Ind. + Q. Agríc.	Q. Institucional.	Qmd	Coefficiente de mayoración	Área de drenaje (ha)	Conexiones. Erradas. (l/seg.)	Q. Infiltración. (l/seg.)	QMH (l/seg.)	QD (l/seg.)	QD _{asum} (l/seg.)
1	2	-	x	x	0,7		0,011	0,013	0,02	1,944	3,120	0,060	0,156	0,239	0,239	1,50
2A	2	x	-	x	0,7	0,008		0,022	0,03	1,944		0,093	0,018	0,144	0,144	1,50
2B	2	x	x	-	0,7	0,002	0,007		0,01	1,944	0,156	0,127	0,008	0,146	0,146	1,50
2	3	x	x	x	0,7	0,010	0,023	0,037	0,07	1,944	3,276	0,335	0,181	0,592	0,592	1,50
3	4	x	x	x	0,7	0,010	0,023	0,037	0,07	1,944	3,459	0,335	0,190	0,601	0,601	1,50
4	5	x	x	x	0,7	0,010	0,038	0,037	0,09	1,944	3,459	0,450	0,190	0,730	0,730	1,50

6.3 Memorias de Cálculo Tablas 34 y 35.

6.3.1 Cuantificación de caudales de aporte. Cada contribución que se observa en la tabla 34, se clasificó según el uso del agua respecto a cada tramo en la columna correspondiente así:

$$Q_{doméstico}(\text{tramo2A} - 2) = \text{Contribución tramo} * R = \frac{1282,50l / \text{día}}{86.400} * 0,7 = 0,010L / \text{seg}$$

$$Q_{industrial} + Q_{agricola}(\text{tramo1} - 2) = \text{Contribución por tramo}$$

$$Q_{industrial} + Q_{agricola}(\text{tramo1} - 2) = \frac{600L / \text{día} + 300L / \text{día} + 11,98L / \text{día}}{86.400\text{seg}} * \text{día}$$

$$Q_{industrial} + Q_{agricola}(\text{tramo1} - 2) = 0,01056L / \text{seg}$$

a. Caudal medio diario (Qmd):

$$Qmd(\text{tramo1} - 2) = Q_{residencial} + Q_{industrial / agrícola} + Q_{institucional}$$

$$Qmd(\text{tramo1} - 2) = 0,011L / \text{seg} + 0,019L / \text{seg} = 0,03L / \text{seg}$$

6.3.2 Caudal por conexiones erradas.

Aportes máximos : 2 l/s.ha⁶²

$$A.Conx.Errada(\text{tramo1} - 2) = \text{Area sup} * 2L / \text{seg.ha}$$

$$A.Conx.Errada(\text{tramo1} - 2) = 0,030ha * 2L / \text{seg.ha} = 0,06L / \text{seg}$$

6.3.3 Caudal por infiltración.

Aporte por infiltración por área drenada: 0,05 l/s.ha⁶³

⁶² MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO. Reglamento técnico del sector de agua potable RAS –2000, Título D. Bogotá D.C. Noviembre 2000. p.36.

⁶³ MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO, Op. Cit., p.D37.

$$Q_{\text{inf infiltración}}(\text{tramo1} - 2) = \text{Aporte por inf infiltración} * [12] = 0,05L / \text{seg} . \text{ha} * 3,120\text{ha}$$

$$Q_{\text{inf infiltración}}(\text{tramo1} - 2) = 0,156L / \text{seg}$$

A excepción del tramo 2A -2 el caudal se evaluó según la siguiente ecuación:

Aporte por infiltración por longitud de tubería: $0,5l/s.km^{64}$

$$Q_{\text{inf infiltración}}(\text{tramo2A} - 2) = 0,0337\text{km} * 0,5L / \text{seg} . \text{km} = 0,017L / \text{seg}$$

6.3.4 Caudales de diseño.

a. Caudal Máximo Horario (QMH):

$$QMH(\text{tramo1} - 2) = Qmd * \text{Coeficiente de mayoración} = 0,03L / \text{seg} * 1,902 = 0,056L / \text{seg}$$

b. Verificación de la relación de caudales presente-futuro (tabla 34)

$$QMH(\text{tramo1} - 2) = \text{Coeficiente de mayoración} * Q_{\text{res}} / K_1 + Q_{\text{ind / agríc}} + Q_{\text{inst}} + Q_{\text{conex.erradas}} + Q_{\text{infilt}}^i$$

$$QMH(\text{tramo1} - 2) = 1,944 * 0 / 1.3 + 0,011L / \text{seg} + 0,013L / \text{seg} + 0,06L / \text{seg} + 0,156L / \text{seg}$$

$$QMH(\text{tramo1} - 2) = 0,24L / \text{seg}$$

c. Caudal de diseño (QD):

$$QD(\text{tramo1} - 2) = Q_{\text{conex.erradas}} + Q_{\text{Infiltración}} + QMH$$

$$QD(\text{tramo1} - 2) = 0,06L / \text{seg} + 0,156L / \text{seg} + 0,056L / \text{seg} = 0,272L / \text{seg} < 1,5LPS$$

$$QD_{\text{Asumido}}(\text{tramo1} - 2) = 1,5LPS$$

6.3.5 Descripción de la plantilla de cálculo.

Columna [1] y [2]

Numeración de cámaras de inspección

Columna [3], [4] y [5]

Clasificación de las áreas según el uso del agua

⁶⁴ LOPEZ CUALLA, Alfredo. Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados. Escuela Colombiana de Ingeniería, Julio del 2003.P.395

Columna [6]	Coefficiente de retorno
Columna [7]	Caudales de aporte residencial (l/seg)
Columna [8]	Caudal industrial y/o agrícola (l/seg)
Columna [9]	Caudal institucional (l/seg)
Columna [10]	Caudal medio diario (l/seg)
Columna [11]	Coefficiente de mayoración
Columna [12]	Área de drenaje (ha)
Columna [13]	Caudal por conexiones erradas (l/seg)
Columna [14]	Caudal por infiltración (l/seg)
Columna [15]	Caudal máximo horario (l/seg)
Columna [16]	Caudal de diseño (l/seg)
Columna [17]	Caudal de diseño asumido (l/seg)

Tabla 36. Cálculo hidráulico de los colectores.

Proyecto: Optimización del sistema de abastecimiento de agua, diseño del sistema de alcantarillado sanitario y de la planta de tratamiento de agua residual de la granja experimental Botana de la Universidad de Nariño.

Calculó: Estudiantes a cargo de este proyecto de investigación.

Revisó: Ing. (a) Ruby Criollo.

Fecha: _____

Hoja: No.1

De: 1

Ident.	Características Geométricas						Condiciones hidráulicas del colector															
	Tramo	Long.	Pend.	Diámetro		Área	Q.	Q.	Vel.	Qi/Qn	Rh _i	Q _i /Q _n	d/D	V/V _n	D _n /D	R _n /D	Tiran. d	Vel. real	Prof. H/lica	Radio H/lico	Energía v ² /(2*g)	Total
				Nominal	Interno		Real	Lleno	Lleno													
De	a	(m)	(%)	(Pulg.)	(m)	m ²	(l/seg.)	(l/seg.)	(m/seg.)	(-)	(m)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(m)	(m/seg.)	(m)	(m)	(m)	(m)
[1]	[2]	[3]	[4]	[5]	[6]	[7]	[8]	[9]	[10]	[11]	[12]	[13]	[14]	[15]	[16]	[17]	[18]	[19]	[20]	[21]	[22]	[23]
1	2	45,2	13,5	6	0,15	0,017	1,50	73,84	4,472	0,02	0,0118	0,0203	0,1250	0,3500	0,089	0,081	0,018	1,565	0,013	0,012	0,125	0,143
2A	2	36,2	1,5	6	0,15	0,017	1,50	24,61	1,491	0,061	0,0175	0,0609	0,1950	0,4700	0,14	0,121	0,028	0,701	0,020	0,017	0,025	0,053
2B	2	46	1	6	0,15	0,017	1,50	20,1	1,217	0,075	0,0190	0,0746	0,2250	0,5000	0,155	0,131	0,033	0,609	0,022	0,019	0,019	0,051
2	3	66,51	10	6	0,15	0,017	1,50	63,55	3,849	0,024	0,0118	0,0236	0,1250	0,3500	0,089	0,081	0,018	1,347	0,013	0,012	0,092	0,111
3	4	44,8	3,5	6	0,15	0,017	1,50	37,6	2,277	0,04	0,0239	0,0399	0,1650	0,4250	0,118	0,104	0,024	0,968	0,017	0,015	0,048	0,072
4	5	41,2	11	6	0,15	0,017	1,50	66,65	4,036	0,023	0,0118	0,0225	0,1250	0,3500	0,089	0,081	0,018	1,413	0,013	0,012	0,102	0,120

Tabla 36. (Continuación)

Ident.	Condiciones hidráulicas del colector						Flujo Supercrítico					Cotas colector referidas a ejes de pozos flujo supercrítico								
	Tramo	No. Froude	Fuerza tractiva QMH _i (Kg./m ³)	Caída en el tramo Q _i (Kg./m ³)	Φ Salida pozo	Φ pozo	Φ p/ Φ s	K	$\frac{0,319 \cdot \theta}{\rho^{2,5}}$	H _w	Cota rasante		Cota clave		Cota batea		Cota agua		Prof.med. a batea	
											Sup.	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.	Sup.	Inf.		
De	a	Fr	(Kg./m ³)	(Kg./m ³)	(m)	(m)	(-)	(-)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	
[1]	[2]	[24]	[25]	[26]	[27]	[28]	[29]	[30]	[31]	[32]	[33]	[34]	[35]	[36]	[37]	[38]	[39]	[40]	[41]	[42]
1	2	4,394	1,591	1,591	6,102	0,145	0,6	4.137.931.034	1,2	0,0598	0,04	2858	2852	2857,00	2850,90	2856,86	2850,75	2856,87	2850,77	2853,80
2A	2	1,572	0,262	0,262	0,543	0,145	0,6	4.137.931.034	1,2	0,0598	0,04	2852	2852	2851,25	2850,71	2851,11	2850,56	2851,13	2850,59	2850,83
2B	2	1,298	0,190	0,190	0,460	0,145	0,6	4.137.931.034	1,2	0,0598	0,04	2852,38	2852	2851,18	2850,72	2851,04	2850,58	2851,07	2850,61	2850,81
2	3	3,781	1,179	1,179	6,651	0,145	0,6	4.137.931.034	1,2	0,0598	0,04	2852	2845	2850,72	2844,07	2850,58	2843,93	2850,60	2843,95	2847,25
3	4	2,364	0,529	0,529	1,568	0,145	0,6	4.137.931.034	1,2	0,0598	0,04	2844	2842,5	2842,80	2841,23	2842,66	2841,09	2842,68	2841,11	2841,87
4	5	3,966	1,297	1,297	4,532	0,145	0,6	4.137.931.034	1,2	0,0598	0,04	2842,5	2837,5	2841,23	2836,70	2841,09	2836,56	2841,11	2836,57	2838,82

6.3.6 Memorias de cálculo tabla 36 (tramo 1-2):

1. Radio Hidráulico(R):

$$Rh = \frac{\text{Diámetro del conducto}}{4}$$

$$Rh(\text{tramo1-2}) = \frac{0,145m}{4} = 0,03625m$$

2. Caudal a tubo lleno (Q_{ll}):

$$Q_{ll} = \frac{A * Rh^{2/3} * S^{1/2}}{n} \text{ (Fórmula de Manning)}$$

$$Q_{ll} = \text{Caudal a tubo lleno}(m^3 / \text{seg})$$

$$A = \text{Area del conducto}(m^2)$$

$$Rh = \text{Radio Hidráulico}(m)$$

$$S = \text{Pendiente}(m / m)$$

$$n = \text{Coeficiente de rugosidad} = 0,009$$

$$Q_{ll}(\text{tramo1-2}) = \frac{0,0165m^2 * (0,03625m)^{2/3} * (13,5m/100m)^{1/2}}{0,009} = 0,074m^3 / \text{seg} = 73,84LPS$$

3. Velocidad a tubo lleno (V_{ll}):

$$V_{ll} = \frac{Q_{ll}}{A} \text{ (Ecuación de continuidad)}$$

$$V_{ll}(\text{tramo1-2}) = \frac{0,074m^3 / \text{seg}}{0,0165m^2} = 4,47m / \text{seg}$$

4. Relación Caudales actuales/Caudal a tubo lleno (Q_i/Q_{ll}):

$$\frac{Q_i}{Q_{ll}}(\text{tramo1-2}) = \frac{1,50LPS}{73,84LPS} = 0,0203$$

5. Radio hidráulico condiciones iniciales (Rhi):

$$\frac{Rhi}{D}(\text{tramo1} - 2) = 0,0813$$

$$Rhi = 0,0813 * 0,145m = 0,0118m$$

6. Relación Caudal real/Caudal a tubo lleno (Qr/Qll):

$$\frac{Qr}{Qll}(\text{tramo1} - 2) = \frac{1,50LPS}{73,84LPS} = 0,0203$$

7. Altura de la lámina de agua (d):

$$\frac{d}{D}(\text{tramo1} - 2) = 0,125$$

$$d = 0,125 * 0,145m = 0,018m$$

8. Velocidad real (V):

$$\frac{V}{Vll}(\text{tramo1} - 2) = 0,35$$

$$V = 0,35 * 4,12m / \text{seg} = 1,57m / \text{seg} > 0,45m / \text{seg}$$

9. Profundidad hidráulica (Dh):

$$\frac{Dh}{D}(\text{tramo1} - 2) = 0,0892$$

$$Dh = 0,0892 * 0,145m = 0,0129m$$

10. Radio hidráulico (Rh):

$$\frac{Rh}{D}(\text{tramo1} - 2) = 0,0813$$

$$Rh = 0,0813 * 0,145m = 0,012m$$

11. Altura de velocidad:

$$\frac{V^2}{2 * g} (tramo1 - 2) = \frac{(1,57m / seg)^2}{(2 * 9,81m / seg^2)} = 0,125m$$

12. Energía específica total (Et):

$$Et(tramo1 - 2) = d + \frac{V^2}{(2 * g)} = 0,018m + 0,125m = 0,143m$$

13. Número de Froude (NF):

$$NF = \frac{V}{\sqrt{g * Dh}}$$

$$NF(tramo1 - 2) = \frac{1,57m / seg}{\sqrt{9,81m / seg^2 * 0,013m}} = 4,39$$

Como $4,39 \geq 1,1$ presenta características de régimen supercrítico

14. Fuerza Tractiva (τ):

a. Condiciones iniciales:

$$\tau_i = \gamma * Rhi * S$$

$$\tau_i = \text{Esfuerzo cor tan te}(kg / m^2).$$

$$\gamma = \text{Peso específico del agua residual}(kg / m^3).$$

$$Rhi = \text{Radio hidráulico para condiciones iniciales}(m).$$

$$S = \text{Pendiente}(m / m).$$

$$\tau_i(tramo1 - 2) = 1000kg / m^3 * 0,012m * 0,135 = 1,59kg / m^2 \geq 0,15kg / m^2$$

b. Condiciones futuras:

$$\tau = \gamma * Rh * S$$

$$\tau = \text{Esfuerzo cortante} (\text{kg} / \text{m}^2).$$

$$\gamma = \text{Peso específico del agua residual} (\text{Kg} / \text{m}^3).$$

$$Rh = \text{Radio hidráulico} (\text{m}).$$

$$S = \text{Pendiente} (\text{m} / \text{m}).$$

$$\tau(\text{tramo} 1 - 2) = 1000 \text{kg} / \text{m}^2 * 0,012 \text{m} * 0,135 = 1,59 \text{kg} / \text{m}^2 \geq 0,12 \text{kg} / \text{m}^2$$

15. Caída en el tramo (Ct):

$$Ct(\text{tramo} 1 - 2) = \text{Longitud} * S = 45,2 \text{m} * 0,135 = 6,10 \text{m}$$

16. Número de sumergencia:

$$0,319 * \frac{Q}{D_s^{2,5}}$$

$$Q = \text{Caudal real} (\text{m}^3 / \text{seg}).$$

$$D_s = \text{Diámetro interno de la tubería de salida} (\text{m})$$

$$0,319 * \frac{Q}{D_s^{2,5}} \text{tramo} (1 - 2) = 0,319 * \frac{0,0015 \text{m}^3 / \text{seg}}{(0,145 \text{m})^{2,5}} = 0,06 \leq 0,62 \therefore \text{entrada no sumergida.}$$

Con base en la anterior información se determino la relación $H_w/D_s=0,31$.

6.3.7 Descripción de la plantilla de cálculo.

Columna [1] y [2]	Numeración de cámaras de inspección
Columna [3]	Longitud horizontal (m)
Columna [4]	Pendiente (%)
Columna [5]	Diámetro nominal del conducto (pul)
Columna [6]	Diámetro interno del conducto (m)
Columna [7]	Área del conducto (m^2)
Columna [8]	Caudal real (l/seg)
Columna [9]	Caudal a tubo lleno (l/seg)
Columna [10]	Velocidad a tubo lleno (m/seg)
Columna [11]	Relación Q_i/Q_{II}
Columna [12]	Radio hidráulico para condiciones iniciales (m)
Columna [13]	Relación Q_r/Q_{II}

Columna [14]	Relación d/D
Columna [15]	Relación V/VII
Columna [16]	Relación Dh/D
Columna [17]	Tirante hidráulico (m)
Columna [18]	Velocidad real (m/seg)
Columna [19]	Profundidad hidráulica (m)
Columna [20]	Radio hidráulico (m)
Columna [21]	Altura de velocidad (m)
Columna [22]	Energía específica total (m)
Columna [23]	Número de Froude
Columna [24]	Fuerza tractiva condiciones actuales (Kg/m ²)
Columna [25]	Fuerza tractiva condiciones futuras (Kg/m ²)
Columna [26]	Caída en el tramo (m)
Columna [27]	Diámetro interno de la tubería de salida (m)
Columna [29]	Diámetro del pozo (m)
Columna [30]	Relación D pozo/Ds
Columna [31]	Coefficiente K
Columna [32]	Número de sumergencia
Columna [33]	Altura de caída (m)
Columna [34]	Cota rasante pozo superior
Columna [35]	Cota rasante pozo inferior
Columna [36]	Cota clave pozo superior
Columna [37]	Cota clave pozo inferior
Columna [38]	Cota batea pozo superior
Columna [39]	Cota batea pozo inferior
Columna [40]	Cota agua inferior
Columna [41]	Cota agua inferior
Columna [42]	Cota Profundidad media Batea

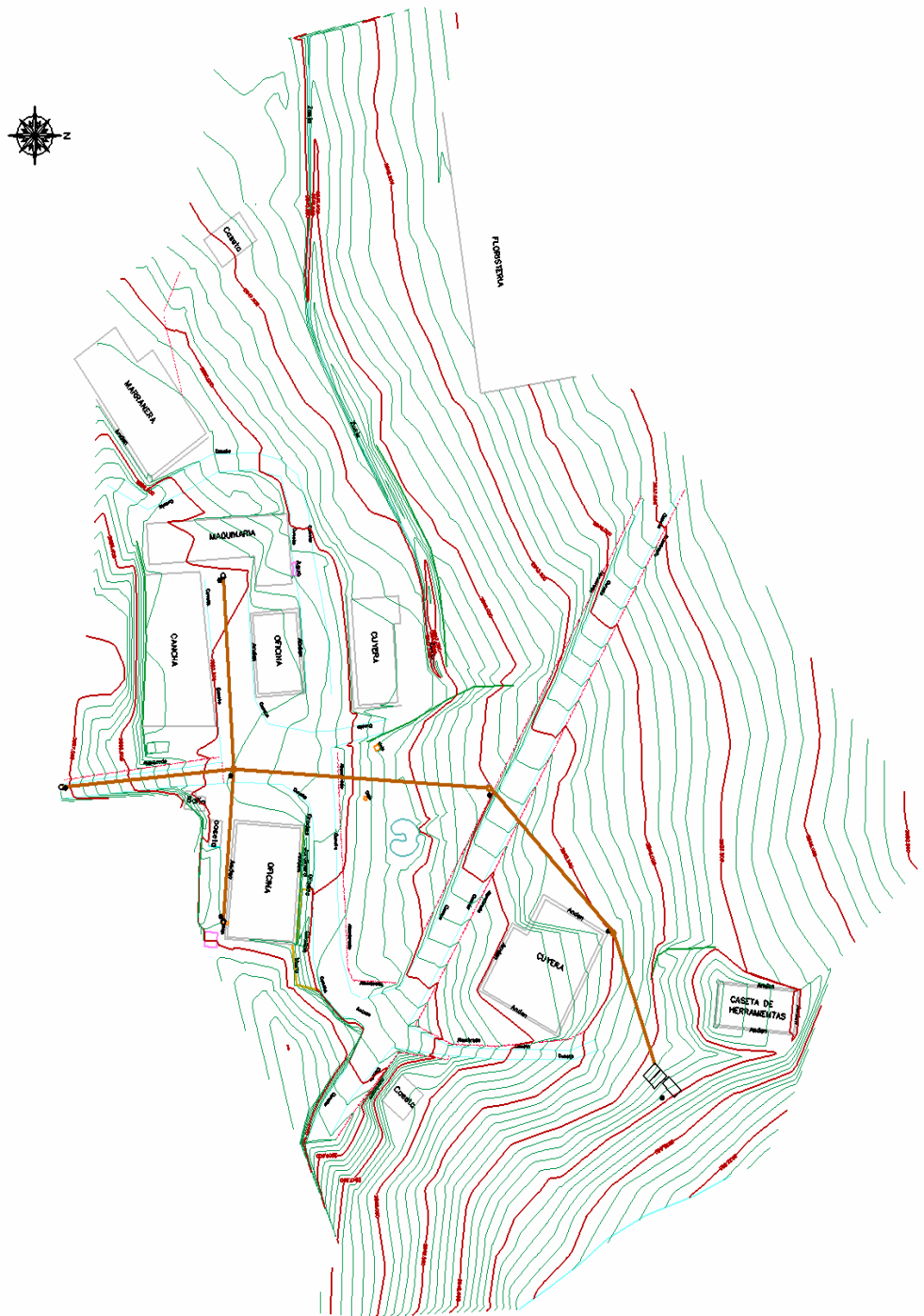


Figura 30. Vista en planta alcantarillado sanitario.(Anexo plano N° 3)

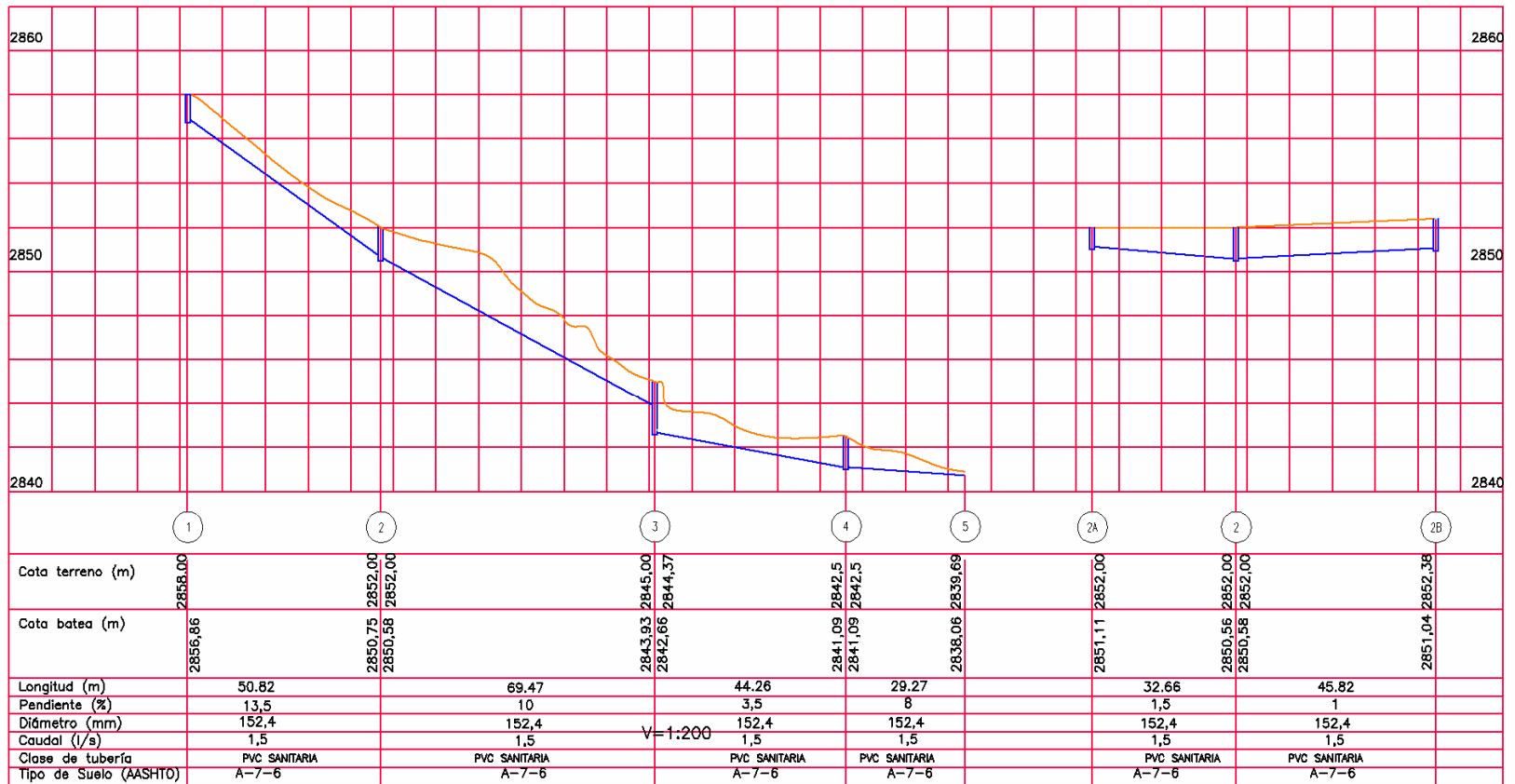


Figura 31. Perfiles alcantarillado sanitario.(Anexo plano N° 3)

7. DISEÑO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO (Anexo planos N° 5 y 6)

7.1 CONSIDERACIONES DE DISEÑO

7.1.1 Normatividad. Los parámetros y consideraciones para el diseño y selección de la tecnología se realizaron con base a las Normas RAS 2000, título E.

7.1.2 Metodología para la selección.⁶⁵

7.1.2.1 Definición de la calidad de los efluentes tratados y del uso del agua.

7.1.2.1.1 Características generales de los vertimientos.

✓ Tipo de vertimiento: Descargas discontinuas de tipo institucional, industrial y agrícola, durante periodos de 5 y 9 horas, con puntos de vertimientos separados a una distancia de 150m. aproximadamente.

✓ Análisis de laboratorio: De acuerdo a con los análisis presentados ...en el numeral 3.3.3.1... (tabla 10 de análisis de los puntos de descarga) se propone el tratamiento separado de las aguas procedente desde cada uno de los puntos de descarga teniendo en cuenta que:

- Un alto grado de concentración en DBO₅ y Sólidos totales en la descarga del punto 2 genera problemas en el sistema de alcantarillado.

- La incorporación de sustancias como detergentes deteriora las características del lodo producido en la planta.

- La influencia de las propiedades de los efluentes incrementa los costos de excavación e infraestructura.

⁶⁵ Metodología de Análisis de decisiones para seleccionar alternativas de tratamiento y uso de aguas residuales. CEPIS.1997

7.1.2.1.2 Usos de las fuentes.

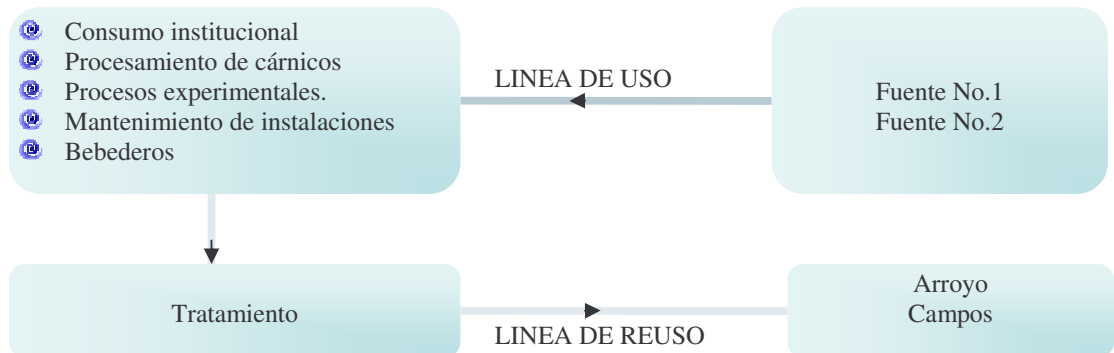


Figura 32. Reutilización agropecuaria de aguas residuales para punto de descarga 1

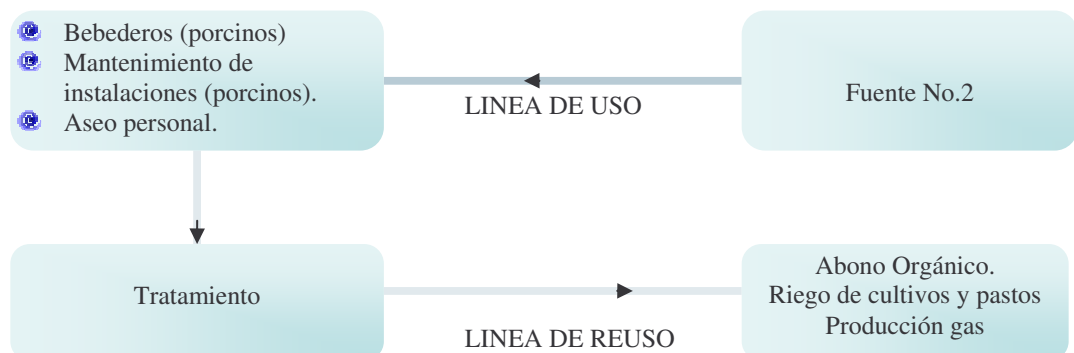


Figura 33. Reutilización agropecuaria de aguas residuales para punto de descarga 2

Así pues esta alternativa toma punto de partida en la protección del ambiente y a su vez incorpora actividades productivas para compensar los costos de construcción y mantenimiento.

7.1.2.2 Definición de la calidad del agua residual natural o del efluente tratado. El nivel de tratamiento de las aguas se define a través de la normatividad existente (Decreto 1594 de 1984 “Uso del agua y Residuos Líquidos”) y de la

naturaleza del agua residual de las aguas, para ello se hace una breve descripción de los puntos de vertimiento:

- **Punto vertimiento 1.**

Tipo: Aguas residuales institucionales e industriales.

Origen: Aguas procedentes de actividades relacionadas con el sacrificio de animales, procesos cárnicos y demanda institucional (Red de alcantarillado sanitario).

Normatividad: Control de contaminación de vertidos

“Todo vertimiento a un cuerpo de agua deberá cumplir, por lo menos, con las siguientes normas”⁶⁶:

Tabla 37. Control de contaminación de vertidos

Referencia	Usuario Existente	Usuario Nuevo
pH	5 a 9 unidades	5 a 9 unidades
Temperatura	<40° C	<40° C
Material flotante	Ausente	Ausente
Grasas y aceites	Remoción > 80% en carga	Remoción > 80% en carga
Sólidos suspendidos Domésticos o industriales	Remoción > 50% en carga	Remoción > 80% en carga
Demanda bioquímica de oxígeno:		
Para desechos domésticos	Remoción > 30% en carga	Remoción > 80% en carga
Para desechos industriales	Remoción > 20% en carga	Remoción > 80% en carga

Fuente: Normas de vertimiento. Cáp. VI Art. 72 Decreto 1594/84.

- **Punto de vertimiento 2.**

Tipo: Aguas residuales pecuarias

Origen: Ganado menor estabulado (o de ganadería intensiva) y vertido puntual producido en establos del programa de Porcinos.

⁶⁶ Normas de vertimiento. Cáp. VI. Art. 72 Decreto 1594/84.

Normatividad: Además de cumplir con las normas de vertimiento del Art.72 Dec.1594/84 mencionadas anteriormente se hará uso de los siguientes parámetros como uso del efluente en riego de cultivos de categoría B.

7.1.2.2.1 Reutilización del agua en el sector agrícola y forestal.

Tabla 38. Reutilización del agua en el sector agrícola y forestal.

Categoría de aprovechamiento	Condiciones de aprovechamiento	Grupo expuesto	Nematodos intestinales (Media aritmética No. de huevos por litro)	Coliformes fecales (media geométrica No. por 100ml)	Tratamiento de aguas residuales para lograr la calidad microbiológica exigida
A	Riego de cultivos que comúnmente se consume crudo	Trabajadores, consumidores, público	<1	<1000	Serie de estanques de estabilización que permite lograr la calidad microbiológica indicada o tratamiento equivalente.
B	Riego de cultivos de cereales industriales y forrajeros, praderas y árboles.	Trabajadores	<1	No se recomienda ninguna norma	Retención en estanque de estabilización por 8 a 10 días o eliminación equivalente de helmintos y coliformes fecales.
C	Riego localizado de cultivos en la categoría B cuando ni trabajadores ni el público están expuestos.	Ninguno	No es aplicable	No es aplicable	Tratamiento previo según lo exija la tecnología de riego por lo menos sedimentación primaria.

Fuente: World Health Organization (1989)

Nota: es importante utilizar un tipo de riego que además de economizar agua evite la contaminación de los alimentos que se consumen crudos. Como caso específico no se permitirá el riego por aspersion de frutales ni anegación de hortalizas y verduras.

7.1.2.3 Definición de las alternativas de sistemas integrados de tratamiento y uso de aguas residuales. La construcción de plantas de tratamiento implica un alto costo si no se tiene en cuenta la reutilización de los lodos y el efluente, por lo tanto el proceso debe proveer alternativas productivas.

“Los sistemas de descontaminación productiva tienen como principal característica el que tratan de extraer al máximo la energía, materia orgánica y nutrientes

presentes en las aguas residuales mediante diferentes, proceso físicos y biológicos.⁶⁷

7.1.2.3.1 Objetivos del tratamiento. En un desarrollo gradual del sistema de tratamiento, puede considerarse como objetivos iniciales principales, los siguientes:

- Remoción de DBO
- Remoción de Sólidos Suspendidos
- Remoción de patógenos

Posteriormente ha sido común agregar:

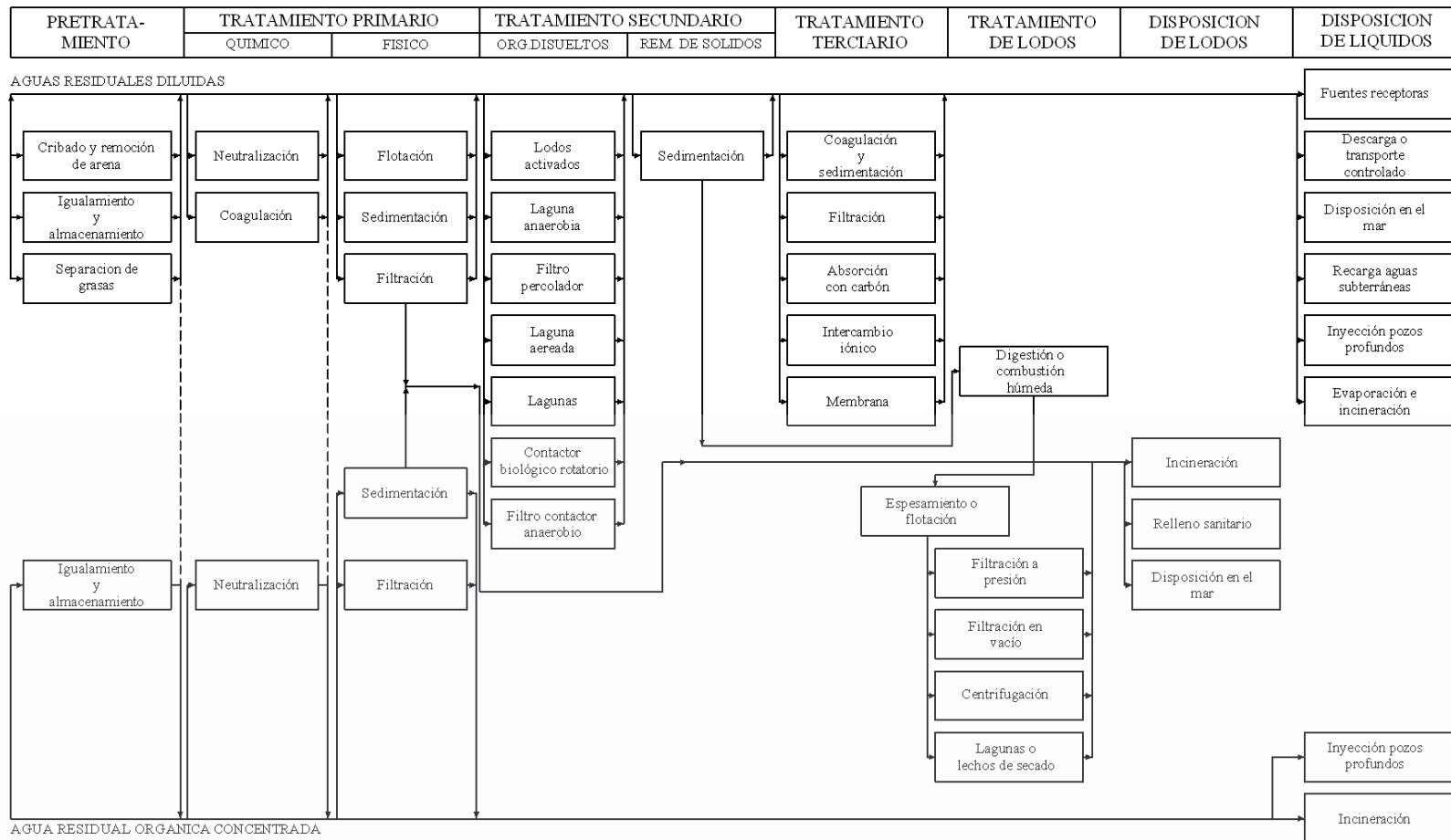
- Remoción de nitrógeno y fósforo

Finalmente se involucra:

- Remoción de sustancias orgánicas refractarias como los detergentes fenoles y pesticidas
- Remoción de trazas de metales pesados
- Remoción de sustancias inorgánicas disueltas

⁶⁷ Chará, David Julián. El Potencial de las Excretas Porcinas para uso Múltiple y los Sistemas de Descontaminación Productiva. CIPAV.

7.1.2.3.2 Proceso de tratamiento de aguas residuales.⁶⁸



⁶⁸ ROMERO ROJAS, Jairo. Tratamiento de aguas residuales teoría y principios de diseño. Escuela Colombiana de Ingeniería, 1999. p.140

7.1.2.3.3 Procesos aplicables en el tratamiento de aguas residuales.

Tabla 39. Procesos aplicables en el tratamiento de aguas residuales.⁶⁹

Contaminante	Proceso
DBO	Lodos activados, lagunas aireadas, filtros percoladores, unidades de contacto biológico rotatorio o biodiscos, lagunas facultativas aireadas o fotosintéticas, lagunas anaerobias, filtros anaeróbicos, procesos anaeróbico de contacto y reactores anaeróbicos de flujo ascensional (PAMLA o UASB).
Sólidos suspendidos	Sedimentación, flotación, cribación y filtración.
Compuestos orgánicos refractarios	Absorción con carbón, intercambio iónico, electrodiálisis y osmosis inversa.
Nitrógeno	Nitrificación, desnitrificación e intercambio iónico.
Fósforo	Precipitación química, coprecipitación biológica e intercambio iónico.
Metales pesados	Precipitación química e intercambio iónico.
Sólidos disueltos inorgánicos	Intercambio iónico, electrodiálisis y osmosis inversa.

- **Pretratamiento:** Con un pretratamiento se pretende separar del agua residual tanto por operaciones físicas como por operaciones mecánicas, la mayor cantidad de materias que por su naturaleza (grasas, aceites, etc.) o por su tamaño (ramas, latas, etc.) crearían problemas en los tratamientos posteriores (obstrucción de tuberías y bombas, depósitos de arenas, rotura de equipos, depósitos de arenas en digestores anaeróbicos y formación de costras).

Tabla 40. Tipos de pretratamiento.⁶³

Operaciones de pretratamientos	Objetivo
Aliviadero de crecidas	Evacuar en el curso de agua más próximo el excedente del caudal sobre el que se ha calculado como tope para el funcionamiento de una depuradora.
Separación de grandes sólidos (Pozo de Gruesos)	Extracción de sólidos de gran tamaño o de una gran cantidad de arenas en el agua bruta.

⁶⁹ ROMERO ROJAS, Op. Cit., p.140

Tabla 40. (Continuación)

Operaciones de pretratamientos	Objetivo
Desbaste	<ul style="list-style-type: none"> - Proteger a la PTAR de la posible llegada intempestiva de grandes objetos capaces de provocar obstrucciones en las distintas unidades de la instalación. - Separar y evacuar fácilmente las materias voluminosas arrastradas por el agua, que podrían disminuir la eficacia de los tratamientos posteriores.
Tamizado	Eliminación de materia que por su tamaño pueda interferir en los tratamientos posteriores y dependerá del tamaño del tamiz.
Dilaceración	Su objetivo es triturar las materias sólidas arrastradas por el agua. Esta operación no está destinada a mejorar la calidad del agua bruta ya que las materias trituradas no son separadas, sino que se reincorporan al circuito y pasan a los demás tratamientos, por lo que este paso no se suele utilizar, a no ser que no haya desbaste.
Medición de caudal	Medición de caudal. Permiten mantener la velocidad constante
Desarenado	El objetivo de esta operación es eliminar todas aquellas partículas de granulometría superior a 200 micras, con el fin de evitar que se produzcan sedimentos en los canales y conducciones, para proteger las bombas y otros aparatos contra la abrasión, y para evitar sobrecargas en las fases de tratamiento siguiente.
Desaceitado-desengrasado	El objetivo es eliminar grasas, aceites, espumas y demás materiales flotantes más ligeros que el agua, que podrían distorsionar los procesos de tratamiento posteriores.
Preaireación	<ul style="list-style-type: none"> - Control de olores. - Mejorar la separación de las grasas. - Favorecer la floculación de sólidos. - Mantener el oxígeno en la decantación aun a bajos caudales. - Incrementar la eliminación de DBO₅. - Evitar los depósitos en las cámaras húmedas.

• Igualamiento: Este proceso se utiliza para lograr un caudal aproximadamente constante así como:

a. Supera los problemas operacionales causados por las variaciones de caudal.

b. Proveer un control adecuado de pH para minimizar los requerimientos posteriores de dosificación en procesos de neutralización.

c. Mejora la eficiencia de los procesos de tratamientos biológicos al controlar las cargas orgánicas de choque.

d. Permitir descarga de caudales muy variables.

e. Proveer un flujo continuo en plantas de residuos industriales con operación de procesos intermitentes o de cochada.

- Tratamiento primario:

Objetivos: El objetivo de la decantación primaria es la reducción de los SS de las A.R. bajo la exclusiva acción de la gravedad. Por tanto sólo se puede pretender la eliminación de los sólidos sedimentables y las materias flotantes.

Dentro de estos SS pueden distinguirse:

1. Los sólidos sedimentables: son los que sedimentan al dejar el A.R. en condiciones de reposo durante una hora.

2. Los sólidos flotantes: definibles por contraposición a los sedimentables.

3. Los sólidos coloidales (tamaño entre 10^{-3} -10 micras).

Como en general, parte de los SS están constituidos por materia orgánica consecuencia del tratamiento primario suele ser la reducción de la DBO.

El grado de reducción de éstos índices de contaminación depende del proceso utilizado y de las características del A.R.

Aunque existen múltiples procesos que se pueden considerar incluidos dentro del tratamiento primario (filtración, tamizado, ciertos lagunajes, fosas sépticas y tanques Imhoff), los principales procesos se pueden clasificar según:

1. Procesos de separación sólido-líquido.

2. Sedimentación: también llamada decantación primaria es el más usado. A continuación se presenta la clasificación general de los diferentes tipos de decantadores:

Tabla 41. Tipos de decantadores.

De acuerdo	Clasificación	Características
Tipo de proceso	Decantadores primarios	Proceso físico.
	Decantadores secundarios	Tratamiento químico.
Flujo hidráulico	Flujo vertical	El agua fluye de abajo a arriba.
	Flujo horizontal	El agua fluye horizontalmente.
Concentración de fangos	Sin dispositivo	Pendientes mayores a 60°.
	Con dispositivos de arrastre	Con rasquetas de arrastre o succión.
		Con sistemas de aspiración en continuo.
Reutilización de lodos	Sin recirculación	Decantador estático
	Con recirculación.	Decantadores dinámicos.

Fuente: ROMERO ROJAS, Jairo. Tratamiento de aguas residuales teoría y principios de diseño. Escuela Colombiana de Ingeniería, 1999. p.140

3. Flotación: La flotación por aire disuelto además de eliminar materia sólida y/o líquida de densidad inferior a la del agua, es capaz de eliminar sólidos de densidad superior.

El proceso FAD consiste en la creación de micro burbujas de aire en el seno del A.R., las cuales se unen a las partículas a eliminar formando agregados capaces de flotar por tener una densidad inferior a la del agua.

Por tanto, se puede decir que el objetivo de este proceso en el tratamiento primario es doble ya que contribuye a la reducción de materias flotantes y reducción de SS.

4. Proceso mixto (decantación-flotación).

5. Procesos complementarios de mejora:

- Floculación
- Coagulación (proceso físico-químico)

✓ **Casos excepcionales:**

1. Tanque séptico: Es un proceso de tratamiento primario aplicable a viviendas aisladas, comunidades o núcleos rurales con una población no superior a 100 habitantes en servicio domestico o 300 habitantes en servicio escolar y que disponen de red de alcantarillado separado. Debe llevar un sistema de post-tratamiento. Se recomienda solamente para:

- Áreas desprovistas de redes publicas de alcantarillados.

- Alternativa de tratamiento de aguas residuales en áreas que cuenten con redes de alcantarillado locales.

- Retención previa de sólidos sedimentables, cuanto la red de alcantarillado presenta diámetros reducidos.

2. Tanque Imhoff: El objetivo es proceder a la decantación del agua residual y al almacenamiento y digestión de los fangos sedimentados, a partir del funcionamiento de la línea de fangos y agua. Será proyectado para solucionar problemas como:

- En redes de alcantarillado separado que no pueden utilizar la fosa séptica, ya que los grandes caudales de agua lluvia sobre cargarían el proceso, lavando y arrastrando con el efluente todos los fangos acumulados en el mismo.

- Manejo de caudales grandes.

• **Tratamiento secundario:**

1. Procesos biológicos aerobios: El tratamiento biológico consiste en la remoción de contaminantes mediante actividad biológica principalmente de sustancias orgánicas biodegradables, coloidales o disueltas, además de fósforo y nitrógeno.

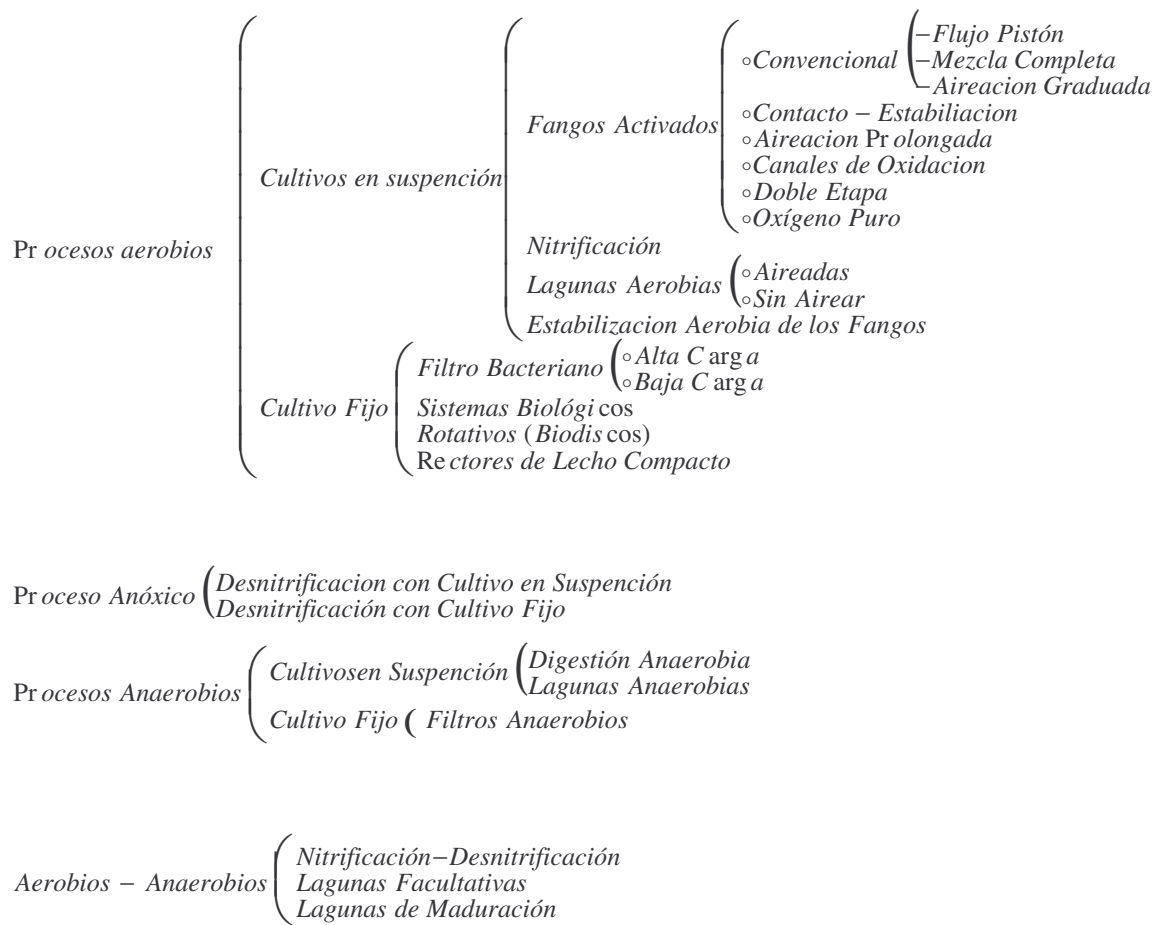


Figura 34. Principales Procesos Biológicos.⁷⁰

⁷⁰ SALAZAR CANO, Teoría y diseño de los tratamientos de aguas residuales, Op cit., p. 156.

Tabla 42. Clasificación y uso de los procesos de tratamiento biológico.⁷¹

Tipo	Crecimiento	Proceso	Uso principal (remoción)
Aerobios	Suspendido	Lodos Activados	DBO y nitrificación
		Lagunas Aireadas	DBO y nitrificación
		Digestión aerobia	DBO - estabilización
		Lagunas Aerobias	DBO y nitrificación
	Adherido	Filtros Percoladores	DBO y nitrificación
		Torres biológicas	DBO y nitrificación
		Unidades rotatorias de contacto biológico	DBO y nitrificación
		Reactores de lecho fijo	DBO y nitrificación
Anóxicos	Suspendido	Bardenpho	DBO, N y P
	Adherido	Desnitrificación	Remoción de nitrógeno
Anaerobios	Suspendido	Digestión anaerobia	DBO - estabilización
		Anaerobio de contacto	DBO
	Hibrido	Lagunas anaerobias	DBO - estabilización
		Manto de lodos-flujo Ascensional (PAMLA) o -UASB	DBO - SS
	Adherido	Filtro anaerobio	DBO - estabilización
		Lecho expandido	DBO - estabilización

Los procesos en película bacterial adherida no sumergidos son los más usados para el tratamiento de desechos orgánicos solubles y relativamente disueltos. Los procesos híbridos se pueden utilizar para tratar desechos que contengan constituyentes particulados y solubles. Los procesos sumergidos de crecimiento en película bacterial adherida, son usados para tratar aguas residuales domésticas incluyendo la oxidación del material carbonáceo, la nitrificación y desnitrificación.

⁷¹ ROMERO ROJAS, Op. Cit., p.227

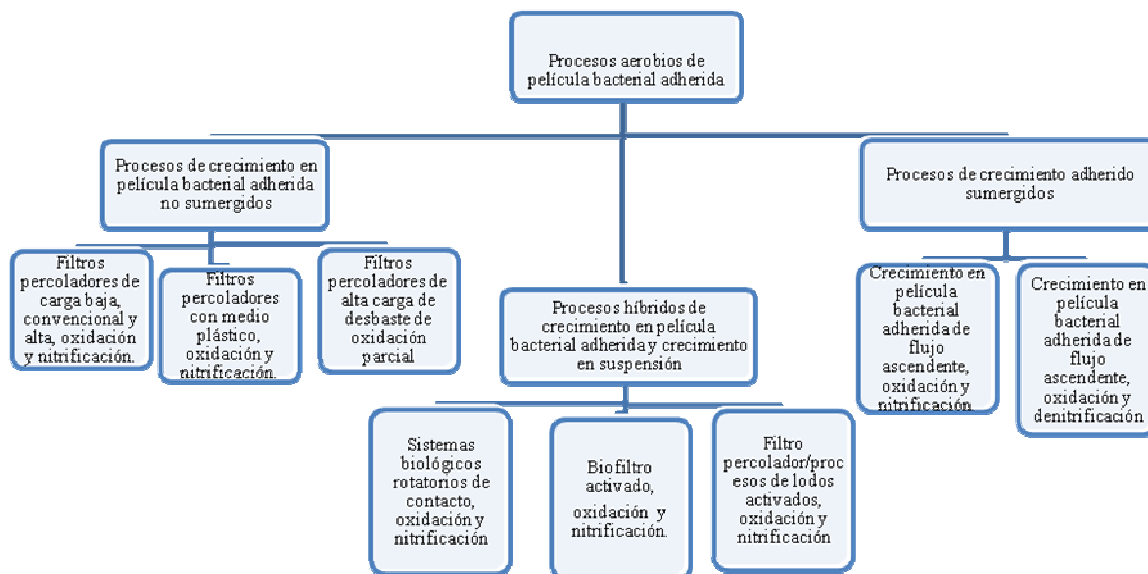


Figura 35. Clasificación General de los procesos de crecimiento en película bacteriana adherida⁷²

7.1.2.3.4 Desinfección de aguas residuales. La desinfección es la destrucción selectiva más no la esterilización de los afluentes procedentes de la planta de tratamiento.

➤ **Parámetros para la selección del tratamiento.** El proceso de desinfección que se utilice debe seleccionarse después de la debida consideración de:

- Calidad final deseada de desinfección.
- Razón de aplicación y demanda.
- Las tecnologías de desinfección alternativas disponibles:
 - ✓ Agentes químicos: cloro y sus compuestos, bromo, yodo, ozono, fenol y compuestos fenolitos, alcoholes, metales y compuestos relacionados, tinturas

⁷² Tchobanoglous, Crites y George. Sistema de manejo de aguas residuales para núcleos pequeños y descentralizados.

jabones y detergentes sintéticos, componentes de amonio cuaternarios, peróxido de hidrogeno, álcalis y ácidos.

- ✓ *Agentes físicos:* calor y luz.
- ✓ *Medios mecánicos:* procesos de tratamiento individuales.
- ✓ *Radiación:* Electromagnética, acústica y particular.
- Los organismos de importancia: bacterias, parásitos eucarióticos y virus.
- Los mecanismos de desinfección:
 - ✓ Daños de las paredes de la célula
 - ✓ Alteración de la permeabilidad de la célula
 - ✓ Alteración de la naturaleza coloidal del protoplasma
 - ✓ Inhibición de la actividad de las enzimas
 - ✓ Daños al ADN y ARN de la célula
- Los factores que afectan la acción de los desinfectantes:
 - ✓ La mezcla inicial
 - ✓ El tiempo de contacto
 - ✓ La concentración y tipo de agente químico
 - ✓ La intensidad y la naturaleza de los agentes físicos
 - ✓ La temperatura
 - ✓ El número de organismos
 - ✓ El tipo de organismos

- ✓ Las características del agua residual
- ✓ La modelación de los procesos de desinfección
- ✓ Costos del equipo y suministros

➤ **Tecnologías de desinfección más empleadas.**

✓ Cloración con cloro líquido: El cloro es uno de los desinfectantes más utilizados. Existe una amplia gama de compuestos de cloro entre los más utilizados se encuentra: cloro gaseoso (Cl_2), hipoclorito de calcio [$\text{Ca}(\text{OCl})_2$], hipoclorito de sodio (NaOCl) y dióxido de cloro (ClO_2).

✓ Decloración con dióxido de azufre: consiste en la remoción de cloro residual libre y combinado que permanece después de la cloración para reducir los efectos tóxicos de efluentes clorados, para esto se utilizan químicos como: dióxido de azufre (SO_2), bisulfato de sodio (NaHSO_3), el metabisulfato de sodio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_5$) y el tiosulfato de sodio ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$).

✓ Cloración con hipoclorito de sodio líquido: el almacenamiento los problemas por manejo de grandes volúmenes del cloro líquido y gaseoso ha conducido al uso del hipoclorito de sodio (NaOCl). La eficiencia germicida es la misma que la del cloro.

✓ Decloración con bisulfato de sodio: la remoción del cloro residual se efectúa al incorporar a las aguas residuales bisulfato de sodio (NaHSO_3).

✓ Radiación ultravioleta: la radiación emitida por fuentes de radiación ultravioleta ya sea producida por lámparas, balastos y otros accesorios actúa en el agua residual como un agente desinfectante físico más que químico.

✓ Tratamiento con ozono: el ozono (O_3) constituye un oxidante en extremo fuerte, debido a su inestabilidad su generación debe ser tan próxima a las instalaciones como sea posible, se descompone muy fácilmente por lo tanto no requiere remoción de residuos químicos en el efluente.

➤ **Tratamiento de lodos.** Los lodos producidos durante las etapas de la planta de tratamiento son evacuados a instalaciones que a su vez tratarán de minimizar

el grado de contaminación para dar mejor uso a este material y lograr que sea asimilado por la naturaleza. Existen básicamente 4 procesos:

✓ *Espesamiento de lodos:* su propósito es reducir el volumen de los fangos mediante su concentración o eliminación parcial del agua. Los más utilizados son:

- Espesador por gravedad
- Espesador por flotación
- Espesamiento por centrifugación

✓ Destrucción de la materia orgánica:

-*Digestión aerobia:* aunque los lodos de forma aerobia son de mejores características requiere que las instalaciones proporcionen aire durante los procesos y por lo tanto un costo adicional de energía.

-*Digestión anaerobia:* La fermentación anaeróbica es un proceso natural que ocurre en forma espontánea en la naturaleza y forma parte del ciclo biológico. De esta forma podemos encontrar el denominado "gas de los pantanos" que brota en aguas estancadas, el gas natural metano de los yacimientos petrolíferos así como el gas producido en el tracto digestivo de los rumiantes como los bovinos. En todos estos procesos intervienen las denominadas bacterias metanogénicas.

➤ **Clasificación de las tecnologías para digestión anaeróbica:**

a. De acuerdo a la carga:

a.1. Sistema Batch: Se caracterizan por una carga y vaciado total de la cámara de digestión. De uso en laboratorios y en el tratamiento de materias vegetales. Con o sin agitación. Requieren para acelerar su arranque de una proporción de inóculo 20%. Su curva de producción de gas sigue la característica (arranque-estabilización-agotamiento).

a.2. Sistema continuo o semicontinuo: En este tipo de digestores el volumen que ingresa desplaza una cantidad equivalente de efluente que se evacua por la salida. De este modo el volumen del substrato en la cámara de digestión se mantiene constante. Los continuos se cargan generalmente en forma diaria, a diferencia de los semicontinuos se descargan totalmente una o dos veces por año

que generalmente coincide con el período de siembra para aprovechar el poder fertilizante de los residuos de la digestión y de los lodos fermentados, parte de estos últimos es utilizada en el nuevo arranque.

b. De acuerdo a la intensidad de la mezcla:

b.1. Mezclado completo: En estos digestores se busca que el substrato en fermentación dentro de la cámara se mezcle en forma total, en general diariamente. En el caso de los reactores calefaccionados, esta acción asegura una distribución uniforme de la temperatura en todo el volumen. Existen diversos medios para lograr este fin, entre los que podemos mencionar: la agitación de líquidos mediante bombas internas o externas al digestor y la reinyección de biogás dentro de la cámara produciendo un intenso burbujeo.

b.2. Mezclado parcial: En este grupo se encuentran los pequeños digestores rurales en los cuales los métodos de agitación son muy rudimentarios (agitadores del tipo manual o rotación de la campana gasométrica). Los que se realizan con el fin de evitar la formación de la perjudicial costra.

c. De acuerdo al manejo del sustrato:

c.1. Contacto anaeróbico: Tanto en este como en los siguientes sistemas se ha buscado algún medio para retener la mayor cantidad de bacterias activas dentro de la cámara de digestión a fin de lograr menores tiempos de retención y consecuentemente menores volúmenes de digestor para tratar la misma cantidad de biomasa.

c.2. U.A.S.B.: En su interior posee separadores y mamparas estratégicamente ubicadas las que generan zonas de tranquilidad en las cuales las bacterias han conformado glomérulos (floculación) que sedimentan y así se evita que salgan con el efluente que es sacado por la parte superior de la cámara de carga.

Este tipo de digestor es especialmente apto para el tratamiento de desechos agroindustriales como la vinaza, no admite partículas insolubles.

c.3. Lecho fluidizado: En este tipo de reactor unas pequeñas partículas se mantienen en suspensión dentro de la cámara de digestión. Las bacterias se adhieren a estas partículas, que no son atacadas y salen con ellas. Mediante el filtrado del efluente se pueden recuperar estas partículas juntamente a las

bacterias y se reintroducen en el digestor. Este tipo de reactor está poco difundido y las mayores referencias son de plantas a nivel laboratorio o piloto. Los hay de flujo ascendente y descendente.

c.4. Filtro anaeróbico: Estos reactores tienen la particularidad de ser alargados (relación alto/diámetro mayor a 1), últimamente se está experimentando con filtros horizontales, pero los verticales siguen siendo más eficientes, en su interior poseen un medio fijo que puede estar constituido por cañerías reticuladas, piedra caliza, formas plásticas de gran relación superficie/volumen, etc. Sobre estos materiales no atacables se adhieren las bacterias y así se evita su pérdida, que disminuye notablemente los tiempos de retención. Existen dos variantes: de flujo ascendente y de flujo descendente.

Debido a estos elementos filtrantes ubicados dentro de la cámara de digestión, no admiten líquidos con material insoluble en suspensión ya que dichos sólidos bloquearían el pasaje del sustrato. Este tipo de digestores está difundiendo últimamente para determinados usos.

Tanto este digestor, como los dos anteriores admiten tiempos de retención muy bajos (0,5 a 3 días) con muy altos niveles de eficiencia (se han llegado a valores de producción de biogás de 7 veces el volumen del reactor por día). Existen de flujo ascendente y descendente.

d. De acuerdo al manejo Bioquímico:

d.1. Una etapa: Se agrupan los biodigestores en los cuales todas las etapas de la digestión anaeróbica se cumplen en una única cámara, en la cual todas las bacterias están sometidas a las mismas condiciones.

d.2. Dos etapas: En estos reactores se ha dividido en dos cámaras de digestión separadas, donde en la primera se desarrolla la etapa acidogénica y en la segunda la acética y la metanogénica. Esto permite optimizar las condiciones de desarrollo de cada tipo de bacterias y extraer los sólidos indigeribles antes que pasen a la etapa metanogénica.

La mezcla completa es preferida debido a que la misma provee una distribución uniforme de la temperatura en el digestor.

➤ **Acondicionamiento de lodos:** cuando los sistemas de filtración tiene bajo rendimiento se adiciona reactivos para lograr mayor eficiencia, los más comunes son:

- Sales de hierro
- Sulfato de alúmina
- Cal
- Polielectrolitos

➤ **Deshidratación de lodos:**

- Eras de secado: consiste en una superficie al aire dotada de sistemas de drenaje en la cual se dispersa el lodo y se deja secar.

- Filtros de vacío: son filtros rotativos de vacío, de tambor y de hojas. Son empleados para lodos primarios brutos como digeridos, mixtos e industriales.

- Filtro prensa: el sistema esta conformado por una serie de placas irregulares con tela filtrante por ambos lados, prensados mediante un sistema hidráulico. Pueden ir en serie.

- Centrifugación: un decantador centrifugado separa los sólidos del líquido en poco tiempo y funciona de la misma manera que un tanque sedimentador.

7.1.2.4 Definición de las variables de decisión para seleccionar la alternativa de recuperación de aguas residuales.

Entre los Principales factores de importancia en la selección de procesos y operaciones de tratamiento se encuentran⁷³:

1. Factibilidad
2. Aplicabilidad
3. Confiabilidad
4. Costos
5. Características del efluente
6. Procesamiento y producción de lodos
7. Requerimientos de personal

⁷³ ROMERO ROJAS, Op. Cit., p. 180.

8. El dinero disponible para tratamiento de aguas

Las variables de decisión pueden incluir principios de la tecnología apropiada y del desarrollo sostenible, tales como:

- Maximización del uso de recursos materiales y mano de obra locales
- Minimización del consumo de energía
- Maximización de la calidad y cantidad del efluente final para la reutilización
- Minimización del impacto ambiental
- Facilidad de operación y mantenimiento
- Minimización del riesgo para la salud de los trabajadores y del público
- Aceptación pública

7.1.2.5 Comparación de las alternativas de recuperación de aguas residuales con las variables de decisión.

El proyecto de Selección de Tecnología para el Control de Aguas Residuales “SELTAR” dirigido por el IDEAM, UTP y CINARA representa los parámetros esenciales para el diseño de una planta de tratamiento, y aunque dan una clara definición de las variables de decisión, se determino de acuerdo al alcance de este proyecto, utilizar solamente algunos de los formatos para proceder, con el proceso de selección.

Es necesario informar que el procedimiento se realizo según los formatos (Anexo G), sin el uso del software para la selección de la tecnología, ya que algunos parámetros se omitieron por el carácter institucional del proyecto. La siguiente información corresponde a las descargas de agua residual producidas en los establos de porcinos, representadas a través del cálculo de la población equivalente para dar continuidad con el proceso de selección e incorporar otros factores del entorno social y cultural que determinan la tecnología apropiada.

7.1.2.5.1 Proyecto de selección de tecnologías para el control de la contaminación por aguas residuales domésticas para poblaciones entre 500 y 30000 habitantes.⁷⁴

A. Tipo de vertimiento de análisis. El proceso de datos propuestos en el SELTAR corresponde a aguas domésticas, por lo tanto para el uso de estos formatos en

⁷⁴ SELTAR, dirigido por el IDEAM, UTP y CINARA

aguas de origen agropecuario es conveniente asumir una población equivalente dada la alta carga de contaminación:

- Habitante equivalente:

a. Bajo condiciones críticas:

Periodo de lavado: 5 horas

Porcentaje de crecimiento pecuario: 20%

Aporte por habitante⁷⁵:

$$DBO_{5(\text{aporte-habitante})} = 50 \text{ g / hab - día}$$

$$Q_{(\text{ind-pecuaria})} = \frac{1,54 \text{ L / seg} * 60 \text{ seg / min} * 60 \text{ min / h} * 5 \text{ h / día}}{1000 \text{ L / m}^3} = 27,72 \text{ m}^3 / \text{ día}$$

$$DBO_{5(\text{ind-pecuaria})} = 3316,58 \text{ mg / L}$$

$$\text{hab - equivalente}_{\text{IND-PECUARIA}} = \frac{Q_{(\text{ind-pecuaria})} * DBO_{5(\text{ind-pecuaria})}}{DBO_{5(\text{aporte-habitante})}}$$

$$\text{hab - equivalente}_{\text{IND-PECUARIA}} = \left(\frac{27,72 \text{ m}^3 / \text{ día} * 3316,58 \text{ mg / L} * 1 \text{ Kg} / 1000000 \text{ mg} * 1000 \text{ L / m}^3}{50 \text{ g / hab - día}} \right) * 1000 \text{ g / Kg}$$

$$\text{hab - equivalente}_{\text{IND-PECUARIA}} = 1838 \text{ hab.}$$

$$\text{hab - equivalente}_{\text{IND-PECUARIA}} (\text{futura}) = 1838 \text{ hab} * 1,20 = 2206 \text{ hab.} \therefore \text{NIVEL DE COMPLEJIDAD BAJO}$$

b. Bajo parámetros promedio:

$$Q_{(\text{ind-pecuaria})} = \frac{0,65 \text{ L / seg} * 60 \text{ seg / min} * 60 \text{ min / h} * 5 \text{ h / día}}{1000 \text{ L / m}^3} = 11,70 \text{ m}^3 / \text{ día}$$

$$DBO_{5(\text{ind-pecuaria})} = 2130,14 \text{ mg / L}$$

⁷⁵ SALAZAR CANO. Teoría y diseño de los tratamientos de aguas residuales, Op. Cit., p.44.

$$\begin{aligned}
 \text{hab - equivalente}_{IND-PECUARIA} &= \frac{Q_{(ind-pecuaria)} * DBO_{5(ind-pecuaria)}}{DBO_{5(aporte-habitante)}} \\
 \text{hab - equivalente}_{IND-PECUARIA} &= \left(\frac{11,70m^3 / día * 2130,14 mg / L * 1Kg / 1000000mg * 1000L / 1m^3}{50 g / hab - día} \right) * 1000 g / 1Kg \\
 \text{hab - equivalente}_{IND-PECUARIA} &= 499 \text{ hab.} \\
 \text{Hab - equivalente}_{IND-PECUARIA} \text{ (futura)} &= 499 \text{ hab} * 1,20 = 599 \text{ hab.}
 \end{aligned}$$

Cálculo de la relación DBO₅/DQO

$$DQO = 4450 \text{ mg / L}$$

$$DBO_5 / DQO = 3316,58 \text{ mg/L} / 4450 \text{ mg / L} = 0,745$$

$$DBO_5 / DQO > 0,4$$

Tipo de localidad: Áreas rurales.

Tamaño de la población proyectada: 2206 hab.

B. Clasificación de la localidad:

Tabla 43. Clasificación de la localidad en función del tamaño de la población

Tipo de Localidad	Tamaño de la población (hab.)
Áreas rurales	500-5000
	5001-12500
Cabeceras municipales	500-2500
	2501-5000
	5001-12500
	12501-30000

Fuente: SELTAR

B. Estimación de la categoría de la localidad:

Tabla 44. Ponderación de indicadores para categorización de localidades rurales entre 500-5000 habitantes.

<i>Variables e Indicadores</i>	<i>Ponderación de indicadores</i>	<i>Ponderación de Variables</i>
Saber Académico		
Máximo grado alcanzado	2	
Personas Profesionales	0	2
Saber Comunitario		
Personas con perfil 1	2	
Mecánicos empíricos	3	
Electricistas empíricos	3	
Maestros de obra empíricos	3	
Oficiales de construcción empíricos	3	14
Accesorios, repuestos y materiales		
Accesorios de establecimientos que suministran materiales de construcción	0	
Repuestos y accesorios	0	0
Inst. públicas y Privadas		
Instituciones Públicas	1	
Gremios y entidades privadas	0	1
Organización de la sociedad Civil		
Organizaciones sociales y comunitarias	1	
Grupos ambientales organizados	10	
Proyectos ambientales ejecutados	10	21
TOTAL		38

Fuente: SELTAR

Tabla 45. Intervalos de categoría en zonas rurales

Población (hab)	Intervalos y categorías		
500-5000	≤20 (C ₁)	21-40 (C ₂)	41-100 (C ₃)
5001-12500	≤35 (C ₄)	36-60 (C ₅)	61-100 (C ₆)

Fuente: SELTAR

Esta comunidad pertenece a la categoría 2 (entre 21 y 40 puntos). C₂:

“Son comunidades en las que se puede alcanzar hasta 9 años de educación formal en los establecimientos educativos locales. Existen personas con estudios universitarios. En estas localidades tienen residencia al menos un técnico electricista y un oficial de construcción con estudios en instituciones de carácter no formal y pocas personas con conocimientos empíricos en las mismas áreas. Lo

más probable es que existan personas mayores de 18 años con conocimientos en fontanería los cuales pueden ser operadores de plantas de tratamiento.

*En estas localidades pueden existir pequeñas tiendas de víveres que suministran materiales de construcción, repuestos o accesorios para plantas de tratamiento. Se cuenta con al menos una institución de carácter privado e instituciones de carácter público tales como: escuelas, colegios, puestos de salud y Telecom. Pueden existir organizaciones activas que apoyan la gestión de proyectos”.*⁷⁶

Estas características proporcionan una información que enmarca a la institución, al personal que estará a cargo del manejo u operación de la planta y al entorno social.

De acuerdo a datos registrados en los formatos anexos, requisitos de vertimientos y eficiencias de los procesos se procedió a la selección del esquema tecnológico:

D. Selección de la tecnología:

Tabla 46. Selección de tecnología.⁷³

Selección de tecnología en función de:	Nivel Tratamiento secundario	Nivel Tratamiento Terciario con remoción de nutrientes	Nivel Tratamiento Terciario con remoción de patógenos	Nivel Disposición de terreno
Disponibilidad de energía eléctrica	S1 A S33	TN1 A TN32	TP1 A TP28	DT1 A DT6
Disponibilidad de materiales de construcción	S1 A S33	TN1 A TN32	TP1 A TP28	DT1 A DT6
Categoría de localidad	S2,S3,S18,S19, S22 A S33	TN1 A TN6, TN25, TN26	TP2,TP3,TP18 A TP28	DT2 A DT6
Acceso a centro urbano	S1 A S33	TN1 A TN32	TP1 A TP28	DT1 A DT6
Esquemas tecnológicos sostenibles	S2,S3,S18,S19, S22 A S33	TN1 A TN6, TN25, TN26	TP2,TP3,TP18 A TP28	DT2 A DT6

E. Estimación del área requerida para los esquemas tecnológicos⁷⁷:

Área proyectada para la construcción de la PTAR: 0,050 ha

⁷⁶ Análisis SELTAR

⁷⁷ Las formulas para el cálculo de las áreas se realizaron con base en los parámetros de estos formatos por lo tanto debe realizarse la corrección al final del proceso de selección.

Tabla 47. Área requerida según el nivel de tratamiento.

Nivel Tratamiento secundario		Nivel Tratamiento Terciario con remoción de nutrientes		Nivel Tratamiento Terciario con remoción de patógenos		Nivel Disposición de terreno		Esquemas tecnológicos sostenibles		
S2	0,0015	TN1	0,019	TP2	0,0143	D2	0,0836	S2	TN1	TP2
S3	0,0009	TN2	0,019	TP3	0,0143	D3	0,083	S3	TN2	TP3
S18	0,0179	TN3	0,014	TP18	0,0263	D4	0,1453	S18	TN3	TP18
S19	0,0179	TN4	0,014	TP19	0,0263	D5	1,4705	S19	TN4	TP19
S22	0,0089	TN5	0,109	TP20	0,0392	D6	0,2671	S22		TP20
S23	0,013	TN6	0,109	TP21	0,0392			S23		TP21
S24	0,0169	TN25	0,134	TP22	0,031			S24		TP22
S25	0,0169	TN26	0,134	TP23	0,031			S25		TP23
S26	0,0183			TP24	0,0497			S26		TP24
S27	0,0189			TP25	0,0497			S27		TP25
S28	0,0117			TP26	0,0505			S28		TP28
S29	0,0117			TP27	0,0505			S29		
S30	0,026			TP28	0,05			S30		
S31	0,026							S31		
S32	0,0502									
S33	0,0502									

Fuente: SELTAR

Tabla 48. Esquemas tecnológicos sostenibles

Selección de tecnología en función de:	Esquemas tecnológicos sostenibles		
	Nivel Tratamiento		
	Secundario	Terciario con remoción de nutrientes	Terciario con remoción de patógenos
Caudal de agua residual	S1 A S33	TN1 A TN32	TP1 A TP28
Temperatura del agua residual	S1 A S33	TN1 A TN32	TP1 A TP28
Nivel Freático del sitio	S1 A S33	TN1 A TN32	TP1 A TP28
Pendiente del sitio de la planta	S1 A S33		TP1 A TP28
Permeabilidad del sitio de la planta	S1 A S11, S13, S15, S17, S19, S21, S23,	TN2, TN4, TN6, TN8, TN10, TN12, TN14, TN16, TN18, TN20, TN22,	TP1, TP3, TP5, TP7, TP9, TP11, TP13, TP15, TP17, TP19, TP21, TP23, TP25, TP27, TP28

Tabla 48. (Continuación)

Selección de tecnología en función de:	Esquemas tecnológicos sostenibles		
	Nivel Tratamiento		
	Secundario	Terciario con remoción de nutrientes	Terciario con remoción de patógenos
Esquemas tecnológicos sostenibles	S1 A S11, S13, S15, S17, S19, S21, S23, S25, S27, S29, S31, S33	TN2, TN4, TN6, TN8, TN10, TN12, TN14, TN16, TN18, TN20, TN22, TN24, TN26, TN28, TN30, TN32	TP1, TP3, TP5, TP7 TP9, TP11, TP13, TP15, TP17, TP19, TP21, TP23, TP25, TP27, TP28
Calidad del efluente	-	TN19, TN20, TN25, TN26	TP1, TP4 A TP27
Potencial de producción de Biomasa	-	TN5, TN6, TN11, TN12, TN17 A TN20, TN25, TN26, TN31, TN32	-
Esquemas tecnológicos sostenibles	-	TN19, TN20, TN25, TN26	TP1, TP4 A TP27
Esquemas tecnológicos sostenibles	S2, S3, S19, S23, S25, S27, S29, S31	-	TP19, TP21, TP23, TP25

Fuente: SELTAR.

La viabilidad de los esquemas tecnológicos sostenibles corresponde a los esquemas comunes durante el proceso de la selección determinados de acuerdo a las tablas 46 a 48.

Tabla 49. Esquemas tecnológicos viables.

Esquema N°	Preliminar	Primario	Secundario	Terciario
S2	Tpr1	S1C	FA	
S3	Tpr2		FA	
S19	Tpr1	TS	HFLr	
S23	Tpr1	TS	HFSr	
S25	Tpr1	TS	LFr	
S27	Tpr1	LAr	HFLr	
S29	Tpr1	LAr	HFSr	
S31	Tpr1	LAr	LFr	
TP19	Tpr1	LAp	HFSr	LMr
TP21	Tpr1	LAp	LFr	LMr
TP23	Tpr1		HFLr	LMr
TP25	Tpr2		LFr(2 en serie)	LMr

Fuente: SELTAR.

Tpr1 Tratamiento preliminar de rejilla gruesa + rejilla fina
Tpr2 Tratamiento preliminar de rejilla gruesa + rejilla fina + desarenador
P Esquema tecnológico para tratamiento primario

S	Esquema tecnológico para tratamiento secundario
TN	Esquema tecnológico para tratamiento terciario con remoción de nutrientes
TP	Esquema tecnológico para tratamiento terciario con remoción de patógenos
DP	Esquema tecnológico para tratamiento y disposición en terreno
S1C	Sedimentador primario convencional
S1A	Sedimentador primario de alta tasa
S2	Sedimentador secundario
TS	Tanque Séptico
SISAR	Sistema de infiltración superficial
FIA	Filtros intermitentes de arena
LA	Laguna anaerobia
Lar	Laguna anaerobia con revestimiento artificial
LF	Laguna facultativa
LFr	Laguna facultativa con revestimiento artificial
LM	Laguna de maduración
LMr	Laguna de maduración con revestimiento artificial
LLA	Laguna con lenteja de agua
LLAr	Laguna con lenteja de agua con revestimiento artificial
HFL	Humedal de flujo libre
HFLr	Humedal de flujo libre con revestimiento artificial
HFS	Humedal de flujo subsuperficial
HFSr	Humedal de flujo subsuperficial con revestimiento artificial
IL	Infiltración lenta
IR	Infiltración rápida
FS	Flujo superficial
LAc	Lodos Activados Clásicos
LAOC	Lodos activados oxidación completa
LASBR	Lodos activados tipo secuencial por tandas
LAI	Laguna aireada
LAIr	Laguna aireada con revestimiento artificial
BioD	Biodiscos
FP	Filtro percolador
FA	Filtro Anaerobio
UASB	Reactor UASB

7.1.2.6 Jerarquización de las alternativas de recuperación de aguas residuales y aceptación del resultado. De acuerdo a la anterior información se determina la viabilidad de los sistemas, características de diseño y eficiencia de las alternativas:

a. Esquemas S2 Y S3

$Qd = 34,37 \text{ m}^3/\text{dia.}$

$DBO5 = 3316,8 \text{ mg/L.}$

$DBO5 \text{ soluble} = 1919,12 \text{ mg/L.}$

$UFC \text{ Coliformes Totales}/100\text{mL} = 179.722.222,2 \text{ CF}/100\text{mL}$

$T_{min} = 11^\circ\text{C}$

Tabla 50. Filtro anaerobio

Fórmula aplicada	Resultados	Observaciones⁷⁸
<p><i>Tiempo de retención hidráulico:</i></p> $TRH = \frac{Td1 + Td2}{2}$	$TRH = 7 \text{ horas}$	<p>$T_{min} = 3\text{h.}$ $Td1 = 6\text{h.}$ $Td2 = 8\text{h.}$ $T_{max} = 12\text{h.}$</p>
<p><i>Coefficiente característico del sustrato en digestión:</i></p> $K = \frac{KTd1 + KTd2}{2}$	$K = 2$	<p>$KT_{min} = 1,7$ $KTd1 = 1,9$ $KTd2 = 2,1$ $KT_{max} = 2,5$</p>
<p><i>Volumen del filtro:</i></p> $V = Qd * TRH$	$V = 34,37 \text{ m}^3$	
<p><i>Eficiencia:</i></p> $E = 100 * \left(1 - \frac{K}{TRH^m} \right)$	$E = 44,6\%$	$m = 0,66$

Eficiencia total del esquema = 43,3%⁷⁹

La anterior información determina que:

- ✓ El sistema requiere de otras unidades que proporcionen la eficiencia, incrementando su costo.
- ✓ Los procesos de operación y mantenimiento se deben realizar con mayor frecuencia ya que las altas concentraciones provocarían obstrucciones.

⁷⁸ MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO. Reglamento técnico del sector de agua potable RAS –2000. Bogotá D.C. Noviembre 2000. P. E85.

⁷⁹ Incluido la eficiencia del 30% del sedimentador primario.

b. Esquemas S19, S23 Y S25: Estos esquemas nos son adecuados para el tratamiento de esta agua, de acuerdo al siguiente análisis:

- ✓ El diseño de tanques sépticos se limita a poblaciones cuyo No. De habitantes no supere los 100 hab.
- ✓ La característica del agua residual que se vierte en el punto no.2 obligaría a ampliar la zona de digestión de los tanques y a un continuo mantenimiento.

c. Esquemas S27, S29, S31, TP19, TP21, TP23 Y TP25: El diseño del sistema TP21 comprende el conjunto de esquemas ya mencionados, de la siguiente forma:

✓ Datos generales:

$$Qd = 34,37 \text{ m}^3/\text{día.}$$

$$DBO_5 = 3316,8 \text{ mg/L.}$$

$$DBO_5 \text{ soluble} = 1919, 2 \text{ mg/L.}$$

$$UFC \text{ Coliformes Totales}/100L = 179.722.222,2 \text{ CF}/100mL$$

$$T_{min} = 11.1^\circ C$$

Tabla 51. Laguna Anaerobia Facultativa y de Maduración

Fórmula aplicada	Resultados	Observaciones
Laguna anaeróbicas	Laguna anaeróbicas	Laguna anaeróbicas
Carga orgánica volumétrica: $COV = 16,5 * T - 100$	$COV = 83.15 \text{ grDBO} / \text{m}^3 \text{ d}$	Temperatura del ambiente: $T = 11.1^\circ C$
Volumen: $V = \frac{Co * Qd}{COV}$	$V = 793,30 \text{ m}^3$	Carga orgánica del influente: $Co = 1919,2 \text{ mg/L}$
Área: $A = \frac{V}{h}$	$A = 0,032 \text{ ha}$	Profundidad del estanque: $h = 2.5 \text{ m}$
Tiempo de retención hidráulica: $\theta = \frac{V}{Qd}$	$\theta = 39,9 \text{ d}$	
Constante cinética de remoción de coliformes: $Kb = 2,60 * 1,19^{T-20}$	$Kb = 0,553 \text{ d}^{-1}$	
Número de coliformes en el efluente: $N = \frac{No}{1 + Kb * \theta}$	$N = 7.794.145,6 \text{ CF} / 100 \text{ mL}$	No. de coliformes en el influente: $No = 179.722.222,2 \text{ CF}/100 \text{ mL}$ Remoción DBO = 50%

Tabla 51. (Continuación)

Fórmula aplicada	Resultados	Observaciones
Laguna anaeróbicas	Laguna anaeróbicas	Laguna anaeróbicas
<i>Carga masica superficial:</i> $CSM = 350 * (1,107 - 0,002 * T)^{T-25}$	$CSM = 112,90 \text{ kg DBO / ha.día}$	
<i>Área:</i> $A = \frac{CO1 * Qd}{CSM}$	$A = 0,30 \text{ ha}$	Carga orgánica del influente: CO1=959,6mg/L
<i>Volumen:</i> $V = A * h$	$V = 5842,59 \text{ m}^3$	Profundidad del estanque: h =2m.
<i>Tiempo de retención:</i> $\theta = \frac{V}{QD}$	$\theta = 170 \text{ días}$	
$CSR = 10,35 + 0,725 * CSM$	$CSR = 92,21 \text{ kg DBO / ha.día}$	
<i>Eficiencia:</i> $E = 1 - (1 - E1) * (1 - E2)$	$E2 = 92\%$	
<i>Constante cinética de remoción de coliformes:</i> $Kb = 2,60 * 1,19^{T-20}$	$kb = 0,55 \text{ d}^{-1}$	
<i>Número de coliformes en el efluente:</i> $N = \frac{No}{1 + Kb * \theta}$	$N = 47659,78 \text{ CF / 100mL}$	No. de coliformes en el influente: No=7.794.145,6, CF/100mL
Laguna de maduración	Laguna de maduración	Laguna de maduración
<i>Constante cinética de remoción de coliformes:</i> $Kb = 2,60 * 1,19^{T-20}$	$kb = 0,55 \text{ d}^{-1}$	
<i>Número de coliformes en el efluente:</i> $N = \frac{No}{(1 + Kb * \theta)^n}$	$N = 629,70 \text{ CF / 100mL}$	No. de coliformes en el influente: No=47.659,78 CF/100mL n=2(número de lagunas)
<i>Volumen:</i> $V = \theta * Qd$	$V = 481,22 \text{ m}^3$	Tiempo de retención: $\theta=14$ días
<i>Área:</i> $A = V / h$	$A = 0,048 \text{ ha c / lag.}$	Profundidad del estanque: h=1m

Eficiencia del sistema = 96%

Área requerida=0,72ha

Según la anterior tabla se determina que:

- ✓ El área sugerida para la construcción de la planta involucra amplias zonas superiores a las zonas proyectadas, cuya superficie proporciona las condiciones aptas para la construcción de estos sistemas.
- ✓ Las altas cargas orgánicas y la baja temperatura sugieren mayores áreas con mayores tiempos de retención.

✓ La elevada concentración de coliformes eleva los costos ya que implica la construcción de lagunas de maduración.

✓ La construcción de estos sistemas requieren zonas apartadas de las instalaciones a causa de problemas de olores.

✓ La eficiencia se cumple pero implica un sistema que trabaje con lagunas en series y con un área total no inferior a 0,72ha

d. Criterios para considerar en el diseño de un biodigestor: Los siguientes son los aspectos a tener en cuenta en el diseño, planificación y construcción de un biodigestor:

- Factores humanos:

- Idiosincrasia.

- Necesidad, la cual puede ser sanitaria, energía y de fertilizantes.

- Recursos disponibles de tipo económicos, materiales de construcción, mano de obra, utilización del producto y área disponible.

- Disponibilidad de materia prima, si se cuentan con desechos agrícolas, desechos pecuarios, desechos domésticos, desechos urbanos y desechos industriales.

- Factores biológicos:

- Enfermedades y plagas tanto humanas como pecuarias y agrícolas.

- Factores físicos:

- Localización, la ubicación si es en zona urbana, rural o semi-urbana y la geografía aspectos como la latitud, longitud y altitud.

– Climáticos dentro de estos aspectos están las temperaturas máximas y mínimas, la precipitación pluvial, la humedad ambiental, la intensidad solar, los vientos su intensidad y dirección.

– Vías de acceso.

– Topografía, teniendo en cuenta el declive del suelo: si es plano, ondulado, o quebrado.

– Suelos con sus características como la textura, estructura, nivel freático y capacidad agrológica.

• Factores de construcción:

– Técnicas de construcción si es de tierra compactada, cal y canto o ladrillo (barro cocido, suelo-cemento, silico-calcáreo), planchas prefabricadas, ferrocemento, concreto y módulos prefabricados.

• Factores utilitarios:

– Función principal, si se construye de manera experimental, demostrativa o productiva.

– Usos, si el uso es de tipo sanitario, energético, fertilizante, integral.

– Organizativo si el biodigestor se va a construir a escala domestica, para grupo familiar, comunitario o empresas.

– Capacidad, si es pequeño de 3 a 12 m³ / digestor; si es mediano de 12 a 45 m³ digestor y si es grande de 45 a 100 m³ / digestor.

– Operación de la instalación contemplando aspectos como el funcionamiento de el pretratamiento, la mezcla, la carga, y controles de pH, obstrucciones de líquidos, sólidos y gases: las descargas de efluentes tanto liquidas como gaseosas y de lodos; el almacenamiento de los líquidos, sólidos y gases; la aplicación de líquidos por bombeo, por tanques regadores o arrastre por riego; los

sólidos que están disueltos en el agua y los sólidos en masa y por ultimo los gases utilizados para la cocción, iluminación e indirectamente en los motores.

Tecnología empleada en la digestión anaeróbica:

Tabla 52. Tecnología empleada en la digestión anaerobia⁸⁰.

<i>Clasificación</i>	<i>Tecnología</i>
1. Carga	a) Sistema Batch (por tandas). b) Sistema continuo o semi-continuo.
2. Intensidad de mezcla	a) Mezcla completa. b) Mezcla parcial o nula.
3. Manejo del sustrato	a) Contacto anaeróbico b) U.A.S.B.: (Upflow Anaerobic Sludge Blanket) c) Lecho fluidizado. d) Filtro anaeróbico.
4. Manejo bioquímico	a) Una etapa b) dos etapas

La alternativa más adecuada para el tratamiento de lodos dada la naturaleza del sustrato y la producción de gas, para el funcionamiento de los motores de la PTAR corresponde a un sistema fácil de construir, con reducidos costos de construcción operación y mantenimiento, como el Biodigestor tipo Hindú y un sistema de campana para recolección de gas y suministro a las instalaciones.

- **Resultados del proceso de análisis.** El análisis determina que los sistemas seleccionados por el SELTAR no son viables, por lo tanto se plantea la posibilidad de trabajar con un sistema que suministre el grado de confiabilidad moderado de acuerdo con el nivel bajo proyectado y con bajos costos, con base en los factores de influencia presentados a continuación, y a su vez bajo parámetros de eficiencia de remoción establecidos en la Norma RAS 2000.

⁸⁰ ROMERO ROJAS, Principios de Operación y Mantenimiento de PTAR, Op. Cit., p. 181

Tabla 53. Factores de influencia en la selección de procesos de tratamiento⁸¹

Factor	Ponderación
<u>CONFIABILIDAD</u>	
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Resistencia a cargas choque de materiales orgánicos y tóxicos. <ul style="list-style-type: none"> - Lagunas de estabilización facultativa. - Lagunas aireadas. - Filtros percoladores. - Lodos activados. ✓ Sensibilidad de operación intermitente <ul style="list-style-type: none"> - Lagunas de estabilización facultativa. - Lagunas aireadas. - Filtros percoladores. - Lodos activados. ✓ Destreza operativa del personal <ul style="list-style-type: none"> - Lagunas de estabilización facultativa. - Lagunas aireadas. - Filtros percoladores. - Lodos activados. 	<p>Máxima Buena Moderada Mínima</p> <p>Mínima Mínima Moderada Máxima</p> <p>Mínima Baja Moderada Máxima</p>
<u>COSTOS</u>	
<ul style="list-style-type: none"> ✓ Requerimientos del terreno <ul style="list-style-type: none"> - Lagunas de estabilización facultativa. - Lagunas aireadas. - Filtros percoladores. - Lodos activados. ✓ Costo de Capital <ul style="list-style-type: none"> - Lagunas de estabilización facultativa - Lagunas aireadas - Filtros percoladores - Lodos activados. ✓ Costos de operación y mantenimiento <ul style="list-style-type: none"> - Lagunas de estabilización facultativa. - Lagunas aireadas. - Filtros percoladores. - Lodos activados 	<p>Máxima Máxima Moderada Moderada</p> <p>Mínima Moderada Moderada Máxima</p> <p>Mínima Moderada Moderada Máxima</p>

⁸¹ ROMERO ROJAS, Principios de Operación y Mantenimiento de PTAR, Op. Cit., p. 181

Tabla 54 Eficiencia en la remoción de constituyentes.⁸³

Unidades de tratamiento	Eficiencia en la remoción de constituyentes, porcentaje						
	DBO	DQO	SS	P	N Org.	NH ₃ -N	Patógenos
Rejillas	Desp. ⁸²	Desp.	Desp.	Desp.	Desp.	Desp.	Desp.
Desarenadores	0-5	0-5	0-10	Desp.	Des.	Des.	Desp.
Sedimentación primaria	30-40	30-40	50-65	10-20	10-20	0	Desp.
Lodos activados (convencional)	80-95	80-95	80-90	10-25	15-20	8-15	Desp.
Filtros percoladores							Desp.
Alta tasa, roca	65-80	60-80	60-85	8-12	15-50	8-15	
Super tasa, plástico	65-85	65-85	65-85	8-12	15-50	8-15	
Cloración	Desp.	Desp.	Desp.	Desp.	Desp.	Desp.	100
Reactores UASB	65-80	60-80	60-70	30-40	---	---	Desp.
Reactores RAP	65-80	60-80	60-70	30-40	---	---	Desp.
Filtros anaerobios	65-80	60-80	60-70	30-40	---	---	Desp.
Lagunas de oxidación							
Lagunas anaerobias	50-70	---	20-60	---	---	---	90-99,99
Lagunas aireadas	80-95	---	85-95	---	---	---	90-99,99
Lagunas facultativas	80-90	---	63-75	30	---	---	90-99,99
Lagunas de maduración	60-80	---	85-95	---	---	---	90-99,99
Ultravioleta	Desp.	Desp.	Desp.	Desp.	Desp.	Desp.	100

De acuerdo a la anterior información, con un previo análisis de las eficiencias en remoción, costos de la planta y otros parámetros mencionados en estas tablas, se determino que para suministrar un sistema que permita dar cumplimiento con las normas descritas en el Dec.1594/84 este deberá contar con los siguientes elementos (Figura 36):

- Dos sedimentadores Primarios
- Un tanque de igualamiento
- Un filtro percolador
- Un sedimentador secundario
- Tanque de cloración
- Biodigestor

⁸² Todos los valores marcados con DESP. Se asimilan como despreciables.

⁸³ MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO. Reglamento técnico del sector de agua potable RAS –2000: tabla E.4.2. Bogotá D.C. Noviembre 2000. P. A77.

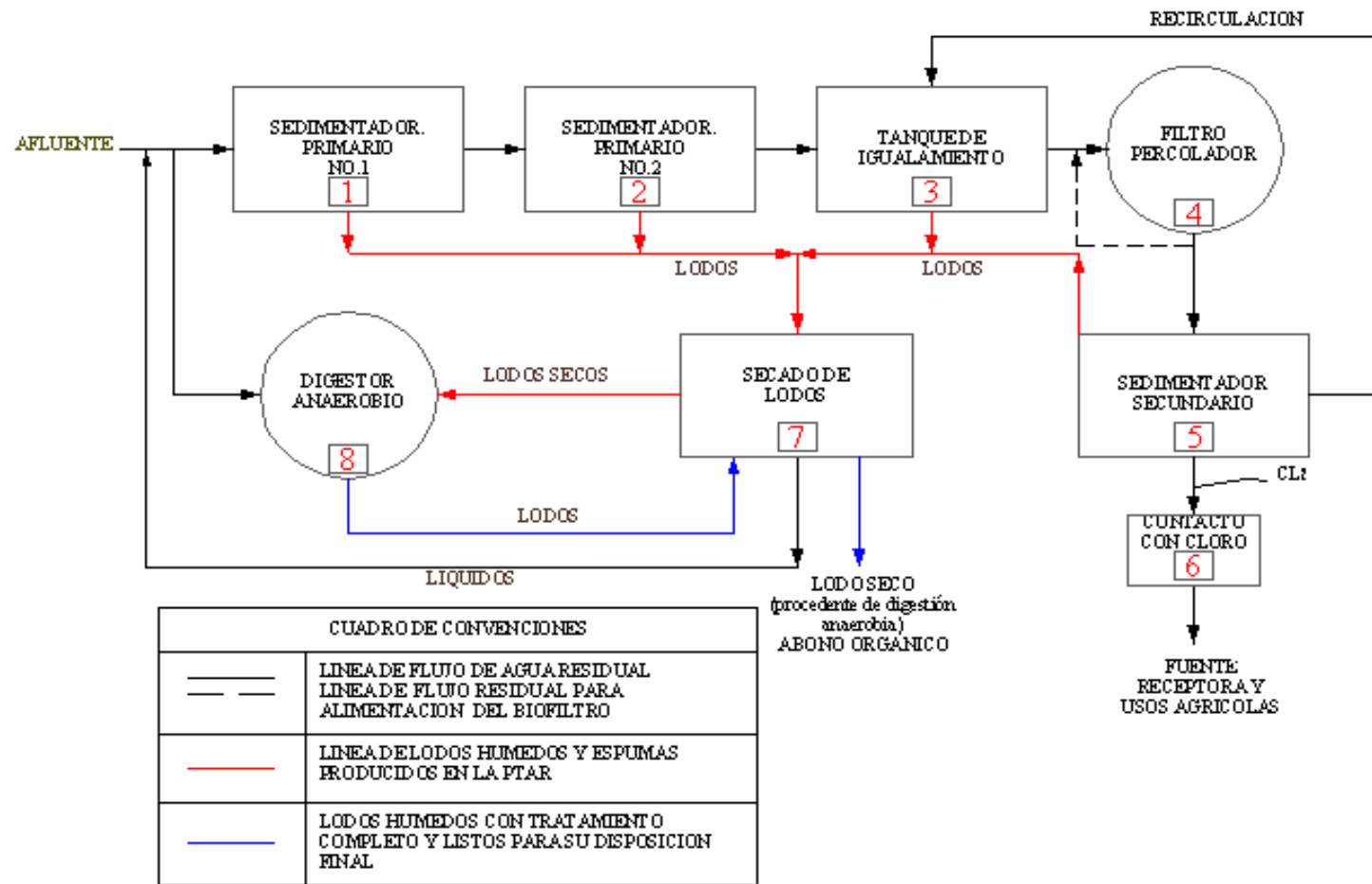


Figura 36. Esquema del sistema punto 2

7.2 MEMORIAS DE CÁLCULO PLANTA DE TRATAMIENTO PUNTO DE DESCARGA ESTABLOS DE PORCINOS

Para la determinación de caudales se tomaron datos referentes a población equivalente contenidos...en la sección 7.2.1.5.1...

- Determinación de caudales: Si estimamos un crecimiento alrededor del 20% para la industria pecuaria utilizando los caudales aforados con base a DBO_5 ambos datos con probabilidad de ocurrencia del 99,9% tenemos:

$$Q_{aporte-industria} = \frac{Dotación * población futura * C.Ret}{86400}$$

$$Q_{aporte-industria} = \frac{100L/hab/dia * 599hab * 0,70}{86400seg} = 0,485L/seg$$

$$Q_{medio} = Q_{prom. qforqdo} + Q_{inf} + Q_{con.err}$$

$$Q_{medio} = 0,485L/seg + 0,009L/seg + 0,114L/seg = 0,61L/seg$$

$$Q_{medio} = Q_{prom. qforqdo} * 1,20 + Q_{inf} + Q_{con.err} = 0,65L/seg * 1,20 + 0,009L/seg + 0,114L/seg \\ = 0,903L/seg$$

Con las anteriores consideraciones se estimó el caudal medio con base al caudal promedio aforado durante este proyecto de investigación.

$$Q_{MH} = \frac{0,70 * 2206hab * 100L/hab/dia}{86400seg} = 1,80L/seg$$

$$Q_{INF} = 0,05L/seg/ha * 0,18ha = 0,009L/seg$$

$$Q_{CEF} = 2L/seg/ha * 0,057ha = 0,114L/seg$$

$$Q_{DISEÑO} = Q_{MH} + Q_{INF} + Q_{CEF} = 1,80L/seg + 0,009L/seg + 0,114L/seg = 1,93L/seg$$

✓ Pretratamiento: Las aguas residuales producidas en los establos de porcinos serán vertidas desde las instalaciones hacia la planta de tratamiento, lo cual implica que los procesos de pretratamiento mencionados anteriormente no se tengan en cuenta. Excepto en el caso de las grasas parámetro en consideración para la elección de la infraestructura del tratamiento primario.

Se recomienda realizar las labores de limpieza de los establos de forma consecutiva durante las 5 horas proyectadas para facilitar los procesos de recolección y tratamiento posterior del agua.

- Estructuras de medición:

Vertedero triangular de pared delgada:

Datos generales:

Localización: en la entrada del sedimentador primario 1

Tipo de vertedero: vertedero con contracción parcial

Angulo de escotadura (θ): 90°

Qdiseño: 0,90l/seg

Altura desde el fondo del canal hasta la abertura de la lámina (p1):10cm

Ancho del canal (b1): 50cm

Coefficiente efectivo de descarga (Ce):0,6

Altura de la lámina de agua (h):

$$h = \sqrt[2.5]{\frac{Q_{\text{diseño}}}{C_e * \tan\left(\frac{\theta}{2}\right)}}$$

$$h = \sqrt[2.5]{\frac{0.90\text{L/seg} * 1 \text{ m}^3/1000\text{L}}{0.6 * \tan\left(\frac{90^\circ}{2}\right)}} = 0.07430\text{m}$$

Aplicando la siguiente fórmula se tiene el rango de caudales según la altura en el vertedero:

$$Q = C_e * \tan\left(\frac{\theta}{2}\right) * h^{2.5}$$

En donde:

Q=caudal aforado (m/seg).

Tabla 55. Datos Altura Vs, caudal vertedero triangular.

h (cm)	Q (l/seg)
6	0,529
6,5	0,646
7	0,778
7,5	0,924
8	1,086
8,5	1,264
9	1,45
9,5	1,669
10	1,897
10,5	2,144
11	2,408
11,5	2,691
12	2,993
12,5	3,315
13	3,656
13,5	4,018
14	4,4
14,5	4,804
15	5,229

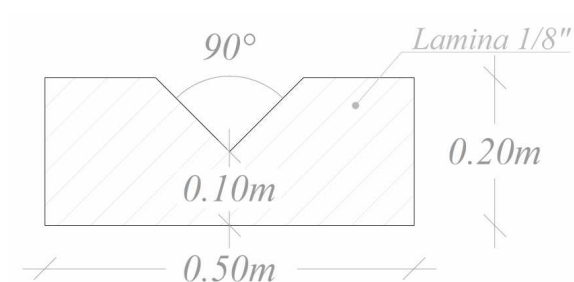


Figura 37. Detalle vertedero triangular 1.

✓ Tratamiento primario: Básicamente consiste en dos decantadores primarios tipo rectangular, provistos con equipos de sustracción de fangos.

Objetivos:

1. Lograr una mayor remoción a través de la disposición de dos sedimentadores o superior a la generada por un solo sedimentador. DBO₅ (30-40%), DQO (30-40%) y SS (50-65%).

2. Eliminación de grasas, aceites, espumas y demás materiales flotantes más ligeros que el agua.

3. Reducir el área para depósito de lodos con el uso de equipo mecánico y la eficiencia de los procesos de sedimentación.

✓ Datos generales de Diseño:

$$Q_{\text{medio}} = 0,903 \text{ lps} = 16,25 \text{ m}^3/\text{día} = 3,25 \text{ m}^3/\text{hora}^{84}$$

$$Q_{\text{pico de diseño}} = 1,91 \text{ lps} = 34,37 \text{ m}^3/\text{día} = 6,87 \text{ m}^3/\text{hora}$$

Tiempo de detención = 60min.

$$SS_{\text{prom}} = 5356,29 \text{ mg/L}$$

“Los tanques que proporcionan menores detenciones (30 a 60 minutos) con menor eliminación de sólidos suspendidos son utilizados con frecuencia en el tratamiento preliminar antes de las unidades de tratamiento biológico.”⁸⁵

Parámetros de diseño para sedimentador primario y secundario: Los parámetros de diseño utilizados se pueden ver en la tabla 56.

Tabla 56. Parámetros de diseño sedimentador primario y secundario

<i>Fórmula aplicada</i>	<i>Resultados</i>	<i>Observaciones</i> ⁸⁶
<i>Área superficial:</i> $\text{Area sup.} = \frac{Q_{\text{medio}}}{TDS}$ $\text{Area sup.} = \frac{Q_{\text{pico}}}{TDS}$	$\text{Area Sup.} = 2,36 \text{ m}^2$ $\text{Area sup.} = 2,54 \text{ m}^2$	Tasa de desbordamiento superficial: $TDS(Q_{\text{medio}}) = 33 \text{ m}^3 / \text{m}^2 / \text{día}$ $TDS(Q_{\text{pico}}) = 65 \text{ m}^3 / \text{m}^2 / \text{día}$
<i>Volumen:</i> $\text{Volúmen} = Q_{\text{pico}} * TRH$	$\text{Volúmen} = 6,875 \text{ m}^3$ Profundidad: $h = 2 \text{ m}$ Sección del tanque: $b = 1,15 \text{ m}$ $L = 3,0 \text{ m}$	Tiempo de retención hidráulico: $TRH = 1 \text{ hora}$ $2 \text{ m} \leq h \leq 5 \text{ m}$ $1,5 \text{ m} \leq \frac{L}{b} \leq 15 \text{ m}$

⁸⁴ Para efectos de cálculo se considera la duración de las actividades de lavado como cinco horas

⁸⁵ METCALF-EDDY. Tratamiento y Depuración de Aguas Residuales Unidades de tratamiento antes de las unidades de tratamiento biológico

⁸⁶ MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO. Reglamento técnico del sector de agua potable RAS 2000: Título E. Bogotá D.C. Noviembre 2000. P. E54.

Tabla 56. (Continuación)

Fórmula aplicada	Resultados	Observaciones⁸⁷
<i>Carga sobre el vertedero:</i> $qu = Q_{pico} / b$	$qu = 30m^3 / día / ml$	$qu \leq 133m^3 / m / día$
<i>Velocidad horizontal:</i> $Vel.horizontal = \frac{Q_{pico}}{A.superficial}$	$Vel.horizontal = 0,56mm / seg$	$Vel.horizontal \leq 2mm / seg$
<i>Cantidad de S.S. de fango primario:</i> $k = Qd * SS * R * 10^{-5}$	$k1 = 92.06kg / día$ $k2 = 46.03kg / día$	
<i>Volumen diario de fango primario:</i> $V = \frac{k}{10 * C}$	$V1 = 2,30m^3 / día$ $V2 = 1,15m^3 / día$	$R1 = 50\%(reducción SS)$ $R2 = 50\%(reducción SS)$ $C = 4\%$
<i>Dimensiones de las estructuras de salida</i> <i>Altura de la lamina de agua:</i> $h = \left(\frac{Qd}{1,84 * Lc} \right)^{\frac{2}{3}}$	$h = 3,63cm.$	$Lc = 0,15m.$
<i>Velocidad de entrada:</i> $V = \frac{Qd}{A}$	$V = 0,35m / seg$	
<i>Alcance horizontal:</i> $Xs = 0,36 * V^{\frac{2}{3}} + 0,6 * H^{\frac{4}{7}}$	$Xs = 0,27m \approx 0,30m$	
<i>Dimensiones del canal de entrada al sedimentador</i> <i>No.2</i> <i>Area:</i> $A = b * y$	$A = 5,25 * 10^{-3} m^2$	Ancho del canal (b)=0,15m Prof.la lamina de agua (y)=3,5cm
<i>Perímetro mojado:</i> $P = y * 2 + b$	$P = 0,22m$	
<i>Radio hidráulico:</i> $R_H = \frac{Area}{Perimetro mojado}$	$R_H = 0,024m$	
$A * R_H^{\frac{2}{3}} = \frac{n * Q}{S^{\frac{1}{2}}}$	$A * R_H^{\frac{2}{3}} = 4,3 * 10^{-4}$	Factor n de Manning =0.016 S=0,5%
<i>Esfuerzo cortante:</i> $\tau = 1000 * R_H * S$	$\tau = 0,12kg / m^2$	

Profundidad de almacenamiento de lodos: Aunque cada sedimentador estará provisto de un sistema mecánico se destinara $1,04m^3$ para lodos en caso de fallas o procesos de mantenimiento de los equipos.

⁸⁷ MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO. Reglamento técnico del sector de agua potable RAS 2000: Titulo E. Bogotá D.C. Noviembre 2000. P. E54.

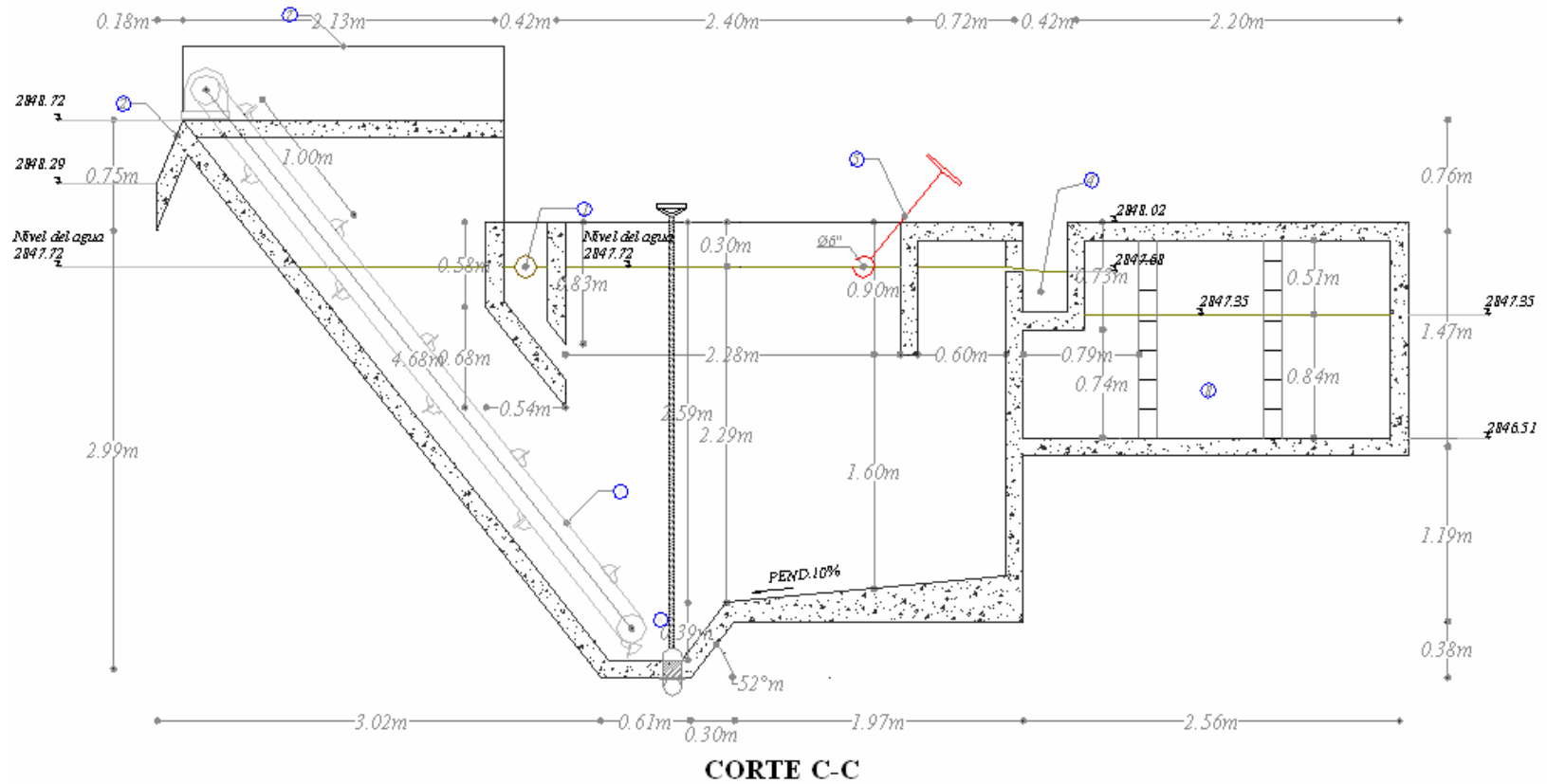


Figura 38. Sedimentador y Tanque de Igualamiento.

✓ Tanque de igualamiento:

– Objetivos:

1. Proveer un flujo continuo (promedio) durante las 5 horas.
2. Mejorar la eficiencia de los procesos posteriores.
3. Reducir costos ya que permite trabajar con caudales promedio.

– Parámetros de diseño:

1. Se evaluó el caudal durante el día de mayor aforo (7 de Mayo del 2007).
2. Para obtener caudales proyectados se multiplico estos valores por 1,24 como factor de crecimiento más porcentaje de infiltraciones y conexiones erradas.

Tabla 57. Tabla de caudales de durante un día hacia el tanque de igualamiento

Periodo	Caudal (m ³ /seg)	Flujo Acumulado (m ³)	Vol. en el tanque al final del periodo(m ³)
0	0	0	0
1-2	0,0018	6,47	1,68
2-3	0,0018	12,95	3,36
3-4	0,0018	19,57	5,18
4-5	0,0001	19,79	0,60
5-6	0,0012	23,99	0,00
Prom.	0,0013		

– **Dimensiones del tanque (ver figura 38)**

$$Q_{prom} = 1,3L / seg$$

$$Volúmen = 5,18m^3$$

$$b = 2,10m$$

$$h = 1,00m$$

$$L = 2,50m$$

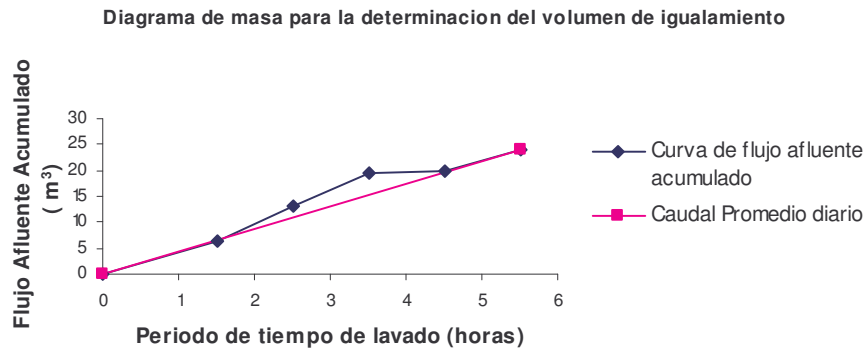


Figura 39. Diagrama de masa para la determinación del volumen de igualamiento

Nota: La estructura contara con tres pantallas localizadas para lograr la mezcla entre las aguas residuales procedentes de sedimentación primaria y tratamiento secundario.

✓ Tratamiento secundario: todos los datos con respecto a parámetros de diseño se resumen en la tabla 58.

Parámetros de diseño

$$DBO_{\text{soluble}} = 940,37 \text{ mg/l}$$

$$Q_{\text{pd}} = 1,3 \text{ lps} = 23,4 \text{ m}^3/\text{día} = 4,68 \text{ m}^3/\text{hora}$$

$$\frac{DBO_5}{DQO} = 0,67 > 0,4$$

Tabla 58. Diseño Filtro percolador

Fórmula aplicada	Resultados	Observaciones⁸⁸
<i>Carga orgánica:</i> $W = DBO_{so\ luble} * Qpd$	$W = 22,56kg / día$	
<i>Recirculación:</i> $R = \frac{Qr}{Qpd}$	$R = 1$	$Qr = Qpd$
<i>Factor de recirculación del filtro:</i> $F = \frac{1 + R}{(1 + 0,1 * R)^2}$	$F = 1,65$	
<i>Volumen del filtro:</i> $V = \frac{W}{F} * \left(\frac{0,443 * E}{1 - E} \right)^2$	Eficiencia Requerida: $E = 0,60$ Eficiencia Suministrada ⁸⁹ : $E = 0,69$ $V = 13,27m^3$	
<i>Área superficial:</i> $Area\ sup. = V/h$	Área sup.(A) = $6,63m^2$ Diámetro del tanque: $\phi = 3,0m$	$h = 2,0m$
<i>Carga orgánica volumétrica:</i> $COV = \frac{W}{V}$	$COV = 1,70\ kgDBO / m^3 * día$	
<i>Carga orgánica superficial:</i> $COS = \frac{W}{A}$	$COS = 3,40\ kgDBO / m^2 * día$	
<i>Carga hidráulica superficial:</i> $CHS = \frac{(1 + R) * Q}{A}$	$CHS = 10,36m^3 / m^2 * día$	
<i>Carga hidráulica volumétrica:</i> $CHV = \frac{(1 + R) * Q}{V}$	$CHV = 5,18m^3 / m^3 * día$	

⁸⁸ Dirección General de Agua Potable y Saneamiento Básico, Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS – 2000 título E. Bogotá D.C., Noviembre de 2000.P. E68.

⁸⁹ Eficiencia mayor al 50% de remoción solo se logra a través de un sedimentador secundario.

✓ Detalles partes del filtro goteador⁹⁰:

1. *Características del medio filtrante:*

Tipo de material: Rocas y medios similares

Tabla 59⁸⁴. Granulometrías de los medios de roca o similares.

Tamiz	Porcentaje por peso
Pasando tamiz de 11,4cm (4 ½")	100% por peso
Retenido en tamiz de 7,62 cm (3")	95 – 100% por peso
Pasando por tamiz de 5,08cm (2")	0 - 2% por peso
Pasando por tamiz de 2,54 cm (1")	0 - 1% por peso

Tamaño de las partículas: Piedra colocada a mano. Las dimensiones máxima de la piedra serán 12.7 cm (5") y las dimensiones mínimas de piedra, 7.62 cm (3").

Forma de las partículas: casi cúbica

Profundidad del lecho: 1,80m

Especificaciones: La escoria de roca o cualquier medio filtrante no debe contener más de un 5% por peso de materia cuya dimensión mayor sea tres veces su dimensión menor. No contendrá material delgado alargado y achatado, polvo, barro, arena o material fino.

Factor de forma (ϕ): 0,70 (triturado)⁹¹

Porosidad (ϵ): 0,48 (triturado)

2. *Sistema recolector o drenaje:*

Tipo de drenaje: falso fondo con viguetas prefabricadas.

⁹⁰ Dirección General de Agua Potable y Saneamiento Básico, Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS – 2000 título E. Bogotá D.C., Noviembre de 2000.P. E72.

⁹¹ CEPIS y CINARA, Diseño de Plantas de Tecnología Apropiada. La Paz. Diciembre de 1997.

Tabla 60⁸⁴. Tamaños típicos de grava de soporte.

Posición	Espesor (cm.)	Tamaño (mm.)
1 ^o (fondo)	10	25,4-50,0
2 ^a	5,0	12,7 – 25,4
3 ^a	5,0	6,4-12,7
4 ^a	10	3,2-6,4
5 ^a	5,0	6,4-12,7
6 ^a	5,0	12,7-25,4
7 ^a	10	25,4-50,0

✓ Parámetros de diseño:

Características del agua:

Temperatura del agua: 16°C

Peso específico del agua (γ_w): 0,971 gf/cm³

Viscosidad absoluta (μ): 1,13858E-05 gf.s/cm²

Tiempo de retención mínima (θ) = 20min

Características del medio poroso:

Dimensión menor de la partícula (L_m): 2,54cm

Dimensión mayor de la partícula (L_M): 11,4cm

✓ Determinación del Diámetro nominal (D_N):

$$D_N = \frac{1,24}{\frac{1,19}{L_M} + \frac{0,35}{L_m}} = \frac{1,24}{\frac{1,19}{11,4cm} + \frac{0,35}{2,54cm}} = 5,120cm$$

Gradiente de velocidad (G):

$$G = \left(\frac{2,1 * 10^5}{\theta} \right)^{1/1.3} = \left(\frac{2,1 * 10^5}{20 \text{ min} * 60 \text{ seg} / 1 \text{ min}} \right)^{1/1.3} = 53,14s^{-1}$$

Velocidad aparente en la sección (v):

De la siguiente ecuación se despeja la velocidad:

$$a * v^2 + b * v^3 - \frac{\mu}{\gamma_w} * \epsilon * G^2 = 0$$

Donde:

$$a = \frac{0,162 * (1 - \varepsilon)^2}{\varphi^2 * D_n^2 * \varepsilon^3} = \frac{0,162 * (1 - 0,48)^2}{0,7^2 * (5,12 \text{ cm})^2 * (0,48)^3} = 0,03083$$

$$b = \frac{0,018 * (1 - \varepsilon)}{\varphi * D_n * \varepsilon^3} = \frac{0,018 * (1 - 0,48)}{0,7 * 5,12 * (0,48)^3} = 0,02361$$

$$0,3083 * v^2 + 0,02361 * v^3 - \frac{1,1386 * 10^{-5} \text{ grf} \cdot \text{s} / \text{cm}^2}{0,971 \text{ gr} / \text{cm}^3} * 0,48 * (53,14 \text{ s}^{-1})^2 = 0$$

$$v = 0,59 \text{ cm} / \text{seg}$$

✓ Diseño de la estructura:

Φ orificio de salida: 1"

Área de orificios sobre la cara superior de la viga = 15% de la área superficial del filtro.

$$\text{Área de orificios requerida} = 0,15 * \text{Área superficial filtro} = 0,15 * 6,63 \text{ m}^2 = 0,9945 \text{ m}^2$$

✓ Número de orificios: Para cumplir con lo anterior se hace necesario incorporar al sistema tanto ventanas laterales así como tuberías que conectan con el exterior por lo tanto:

$$\text{Número de orificios} = \frac{0,11 * \text{Área superficial filtro}}{\text{Área de orificio asumido}} = \frac{0,11 * 6,63 \text{ m}^2}{0,0005067 \text{ m}^2 / \text{orificio}} = 1439 \text{ orificios}$$

$$\text{Área de ventanas laterales} = 0,4 \text{ m} * 0,25 \text{ m} * 2 \text{ unidades} = 0,20 \text{ m}^2$$

$$\text{Área de tuberías de ventilación} = 4 * \left(\frac{6 \text{ pul} * 0,0254 \text{ m} / 1 \text{ pul}}{4} \right)^2 * \pi = 0,073 \text{ m}^2$$

Área total de ventilación = área de orificios + área de ventanas laterales + área tuberías de ventilación

$$\text{Área Total de ventilación} = 0,730 \text{ m}^2 + 0,20 \text{ m}^2 + 0,073 \text{ m}^2 = 1,003 \text{ m}^2$$

Por facilidad de construcción las ventanas laterales corresponderán a dos tuberías del sistema de drenaje que se comunican con el exterior en el pozo de succión de la bomba.

Distribución:

Se localizaran 4 orificios por fila cada 10cm intercalados con 5 orificios cada 10cm.

Caudal unitario:

$$Q_o = \frac{v * \text{area sup erficial del filtro}}{\text{No. de orificios}} = \frac{0,59 \text{ cm/seg} * 1\text{m}/100 * 6,63\text{m}^2}{1439\text{orificios}} = 2,72 * 10^{-5} \text{ m/seg.orificio}$$

3. Distribuidores:

Tipo de aspersores: Considerando que las dimensiones del tanque son relativamente pequeñas, se determino incluir un sistema fijo de distribución de agua residual sin movimiento rotatorio, ya que cada orificio contara con accesorios que permitirán mayor cobertura y alcance al momento de llevar a cabo la distribución del agua en el filtro.

✓ Parámetros de diseño:

$$Q_{\text{diseño}} = 1,3 \text{ L/seg} * 2 = 2,67 \text{ L/seg}$$

$$\phi_{\text{tub.horizontal}} = 1,5\text{pul}$$

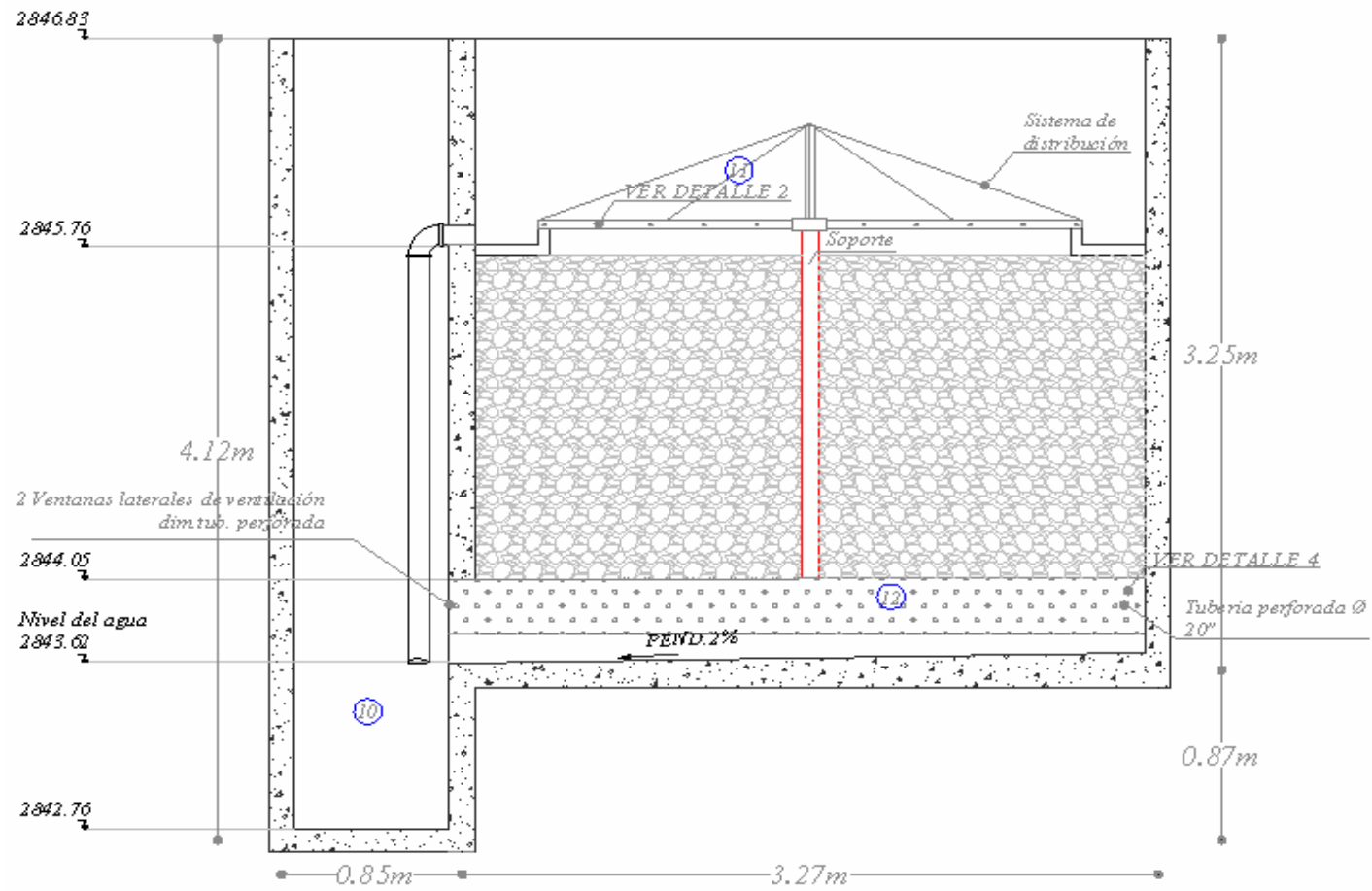
Tabla 61. Diseño sistema de distribución.

<i>Fórmula aplicada</i>	<i>Resultados</i>	<i>Observaciones</i>
<i>Caudal de descarga por orificio:</i> $q_n = 2.45 * C * D^2 * \sqrt{2 * g * h_n}$	$q_n = 1,73 \text{ gal / orif. min}$	C=0,63 para orificios perforados con taladro Ø del orificio (D)=0,25 pul. Cabeza hidráulica sobre los orificios (hn)=5ft.
<i>Caudal por tubería lateral:</i> $Q_u = q_n * \text{No. de orificios}$	$Q_u = 8,66 \text{ gal / min.tub}$	No. De orificios=5 c/rama
<i>Caudal total:</i> $Q_{\text{total}} = Q_u * \text{No.de ramales}$	$Q_{\text{Total}} = 34,64 \text{ gal / min}$ $Q_{\text{Total}} = 131,06\text{L/ min}$	No. de ramales=4

Tabla 61. (Continuación).

<i>Fórmula aplicada</i>	<i>Resultados</i>	<i>Observaciones</i>
<p><i>Duración de dosificación:</i></p> $D_d = \frac{Q_{diseño}}{Qu * No. de ramales * No. de dosis}$	$D_d = 12,20 \text{ min}$	No. de dosis=30
<p><i>Volumen de descarga:</i></p> $Vd = \frac{Q_{diseño}}{No. de dosis * No. ramales * No. de orificios}$	$Vd = 79,95L / \text{orificio.dosis}$	

Nota: Se diseñaran el sistema de bombeo para un caudal de 2,18l/seg.



CORTE G-G

Figura 40. Filtro percolador.

✓ **Sedimentador secundario:**

Tabla 62. Sedimentador secundario.

Fórmula aplicada	Resultados	Observaciones⁹²
<p><i>Area superficial:</i></p> $Area\ superficial = \frac{Q_{pico}}{TDS}$	$A.Superficial = 4,18m^2$	$TDS(Q_{pico}) = 44m^3 / m^2 / día$ $Q_{pico} = 2.67L/seg$
<p><i>Volumen del sedimentador:</i></p> $Volúmen = Q_{pico} * TRH$	$Volúmen = 7,85m^3$ $h = 2,00m$ $b = 1,40 m$ $L = 3.00 m$	$TRH = 1hora$ $2m \leq h \leq 5m$ $1,5m \leq \frac{L}{b} \leq 15m$ $qu \leq 133m^3 / m / día$
<p><i>Velocidad horizontal:</i></p> $Vel.horizontal = \frac{Q_{pico}}{A.superficial}$	$Vel.horizontal = 0,52mm / seg$	$Vel.horizontal \leq 2mm / seg$
<p><i>Volumen de fangos:</i></p> $V = \frac{k}{10 * C}$	$Vol.fangos = 0,56m^3$	<i>Reducción de SS</i> $R1 = 15\%$ $C = 4\%$
<p><i>Producción de fangos:</i></p> $P.Fangos = Pf * DBOe\ lim\ inada$	$P.Fangos = 11,15kgSSV$	<i>Producción de fangos:</i> $P.F = 0,5kgSSV / KgDBO_5e\ lim\ inada$ $DBO_{Seiminada} = 22,30kg/día$

✓ Relación de recirculación: Como ya se mencionó el valor de recirculación para este tipo de filtro de tasa alta corresponde a 1, aun así el crecimiento biológico y las características del sistema implica una continua dosificación del filtro para impedir el descenso en la población microbológica por ello los sistemas que proporcionan la recirculación funcionaran de forma intermitente para garantizar la eficiencia del filtro, los parámetros, el diseño y selección del sistema de bombeo se encuentran en el (anexo H).

✓ División del caudal: Se utilizara una válvula con orificio de recirculación y flotador de bola este mecanismo distribuirá una parte del caudal hacia el tanque de igualamiento para ser mezclado con el agua residual procedente de los sedimentadores y la otra hacia el tanque de desinfección.

⁹² Dirección General de Agua Potable y Saneamiento Básico, Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS – 2000 titulo E. Bogota D.C., Noviembre de 2000.P. E65.

✓ Desinfección:

Parámetros diseño:

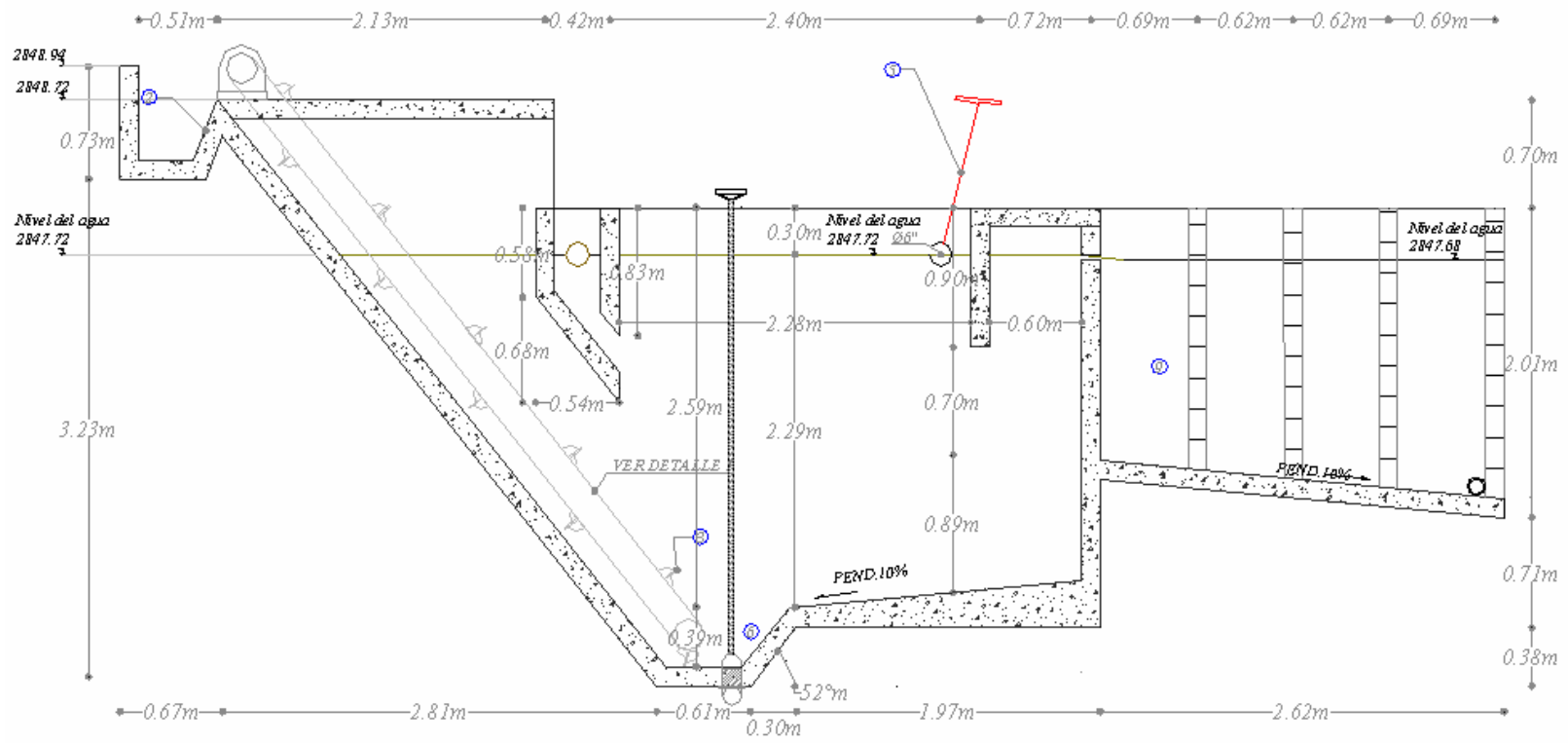
$$Q_{\text{diseño}} = 1.33 \text{ L / seg.}$$

Tabla 63. Diseño tanque de desinfección.

<i>Fórmula aplicada</i>	<i>Resultados</i>	<i>Observaciones⁹³</i>
<i>Volumen:</i> $Vol. = Qd * tc$	$Volumen = 2,40m^3$ $L = 2,50m$ $h = 1,0m$ $b = 1,0m$	Tiempo de contacto (tc)=30min.
<i>Ancho del tabique:</i> $At = 1.05 * hsum * sep.tabique$	$Ancho Tabique = 0,5m$	$Sep.tabiques = 0,5m$ $Hsum=1,0m$
<i>Velocidad horizontal:</i> $Vh = hsum * At * Qd$	$Vh = 0,16m / min$	$2 \leq Vh \leq 4m / min$

Nota: El fondo el tanque se asignara una pendiente superior al 30% para el arrastre de sólidos, ya que por su bajo caudal no cumple con la velocidad horizontal mínima.

⁹³ Dirección General de Agua Potable y Saneamiento Básico, Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS – 2000 titulo E. Bogota D.C., Noviembre de 2000.Pág. E142.



CORTE E-E

Figura 41. Sedimentador secundario y tanque de desinfección.

Tecnología aplicada: Existe gran variedad de tecnologías sin embargo las condiciones de la zona, la facilidad de operación, mantenimiento y la disponibilidad de los suministros en la ciudad determinaron como alternativa el sistema dosificador de hipoclorito de sodio. Hoy en día el mercado nos ofrece dosificadores prefabricados como lo es el de la marca EPEX (Ver figura 12.), el cual esta compuesto por un tanque de carga constante, en el cual se lleva a cabo la mezcla de hipoclorito de sodio (líquido o sólido).

Esa acción de dosificación se realiza por medio de un tubo de abasto de pequeño diámetro, el cual, dentro del tanque se mueve verticalmente, gracias a un flotador y una manguera flexible a la que está conectado.

La solución de cloro sale por un pequeño orificio que tiene el tubo de abasto; este orificio se encuentra a una distancia sumergida siempre igual desde el nivel superior de la solución. Por esta razón el principio de trabajo o de salida de la solución aplicándose es el de carga hidráulica constante. Estas concentraciones pueden variar en concentración desde 3 hasta 5% de cloro disponible, por lo general este producto químico esta disponible en el comercio y contiene de 25 a 35% de cloro disponible en peso, las soluciones de hipoclorito tal como se usan en las soluciones de tratamiento de aguas se diluyen en concentraciones de 0,5 a 1% en peso, para lo cual se deben realizar las respectivas pruebas en el laboratorio para llevar a cabo una correcta dosificación del reactivo en cuestión.

Características del sistema:

- Es un medio de cloración adaptable a muchas situaciones.
- El recipiente para almacenar la solución es de plástico.
- Las soluciones de cloro a utilizar por lo general se hacen con hipoclorito de calcio o hipoclorito de sodio.

Las concentraciones de las mezclas deben realizarse bajo estudios de calidad de agua.

Preparación de la solución de Hipoclorito de Sodio:

La solución se prepara en el tanque, para esto es necesario conocer el caudal diario que llega al tanque:

$$\text{Volumen máximo diario} = 1.33 \frac{L}{s} * \frac{1m^3}{1000L} * \frac{86400s}{1día} = 114,91m^3 / dia$$

El hipoclorito a aplicar será:

$$Cl = \frac{Qe * Cd * Ta * Fc}{\%Cd}$$

Donde:

Cl: Cloro a aplicar (lb)

Qe: Caudal de entrada (gpm)

Cd: Concentración deseada (mg/l) entre 4 y 8 ppm para agua residual

Ta: Periodo de aplicación (días)

Fc: Factor de conversión = 0,012

%Cd: Porcentaje de concentración del cloro (%), tomado como el 70%, como especificación del fabricante.

Reemplazando:

$$Cl = \frac{21,08 \text{ gpm} * 5 \text{ mg/l} * 4 \text{ días} * 0,012}{0,70} = 7,23 \text{ lb} \cong 115,65 \text{ onzas}$$

Por lo tanto se debe aplicar 7,23 libras o 115,65 onzas de hipoclorito de sodio cada 4 días, al tanque para llevar a cabo la desinfección del agua residual, para llevar esto a cabo llenamos un poco más de la mitad un balde con agua procedente de la línea de conducción y le agregamos la cantidad que calculamos de hipoclorito sodio. Luego, mezclamos por lo menos 20 minutos, hasta que se disuelva perfectamente el hipoclorito de sodio con el agua.

Cuando la solución se encuentra bastante clara o transparente, se pasa o cuela con una manta antes de agregársela al hipoclorador. El sedimento que queda en el balde se vota. Cada vez que se prepara la solución, la manta debe lavarse y guardarse.

Se debe ajustar el goteo cada vez que se aplica el cloro para asegurar que el contenido del hipoclorador se vacíe de manera constante, hasta que sea la próxima aplicación de cloro. Para llevar a cabo esto se utiliza la siguiente fórmula:

$$Goteo = \frac{Vh * 0,694}{Ta}$$

Donde:

Goteo = Goteo en ml/mín

Vh = Volumen del hipoclorador (Lt)

Ta = Tiempo de aplicación (días)

Reemplazando tenemos:

$$Goteo = \frac{250Lt * 0,694}{4días} = 43,37 \cong 44ml / mín$$

Es decir aproximadamente 880 gotas por minuto.

Cuando es la primera vez que se realiza la cloración, el período de contacto entre la solución y el agua almacenada dentro del tanque debe ser de por lo menos 2 horas, luego podrá ser distribuida.

Cabe anotar que se deben realizar los ensayos correspondientes a cloro residual, una vez se haya implementado el sistema para poder tener en cuenta la cantidad de cloro que se agrega al tanque, es decir puede aumentar o disminuir, según las características del efluente.

✓ Diseño del biodigestor:

-Parámetros de diseño:

1. Temperatura:

*Temperatura promedio del ambiente*⁹⁴: 12,2 °C

⁹⁴TORRES MARTINEZ, Francisco Javier. Contribución al conocimiento del clima del altiplano de pasto -dpto. de Nariño- Colombia y su influencia en tres cultivos. San Juan de Pasto 1983, 61 p. Tesis (Ingeniero Agrónomo). Universidad de Nariño. Facultad de Ciencias Agronómicas.

*Temperatura del líquido de estercolera*⁹⁵: 14 -16 °C

Con la anterior información se estimaron los costos y se determino realizar el diseño en una temperatura ambiente de 15 °C, ya que según los ensayos y observaciones en el campo las temperaturas se aproximaban a los 16 °C, además se ubicará en un sector aledaño a los establos y enterrado para conservar la temperatura.

Temperatura de diseño: 15° C

Tiempo de retención dentro de la cámara del biodigestor: 60 días⁹⁶

2. Tipo de sustrato:

Tabla 64. Existencia por especie de cerdos.⁹⁷

Especie	Tipo	Número	Peso wi (kg)
<i>cerdos</i>	Reproductores	1	170
	Cerdas gestantes	32	160
	Cerdas Lactantes	4	140
	Cerdas ceba	53	70
	Cerdos Lactantes	34	3
	Cerdos precebos	83	15
	Cerdos levante	36	25
	Descartes	1	180

Periodo de permanencia en los establos: 24 horas.

$$\sum(wi * No.deanimales) = 11987kg.$$

$$0,02 * \sum(wi * No.deanimales) = 0,02 * 11987kg = 239,74kg./ día$$

⁹⁵ MEDICIONES In situ realizadas para esta investigación. Botana, Junio de 2007.

⁹⁶ CHAUR BERNAL. Jairo. El Biogás. Instituto Colombiano Agropecuario ICA.2001.P.10.

⁹⁷ Inventario de programas. Granja Experimental Botana. Universidad de Nariño. Abril del 2007.

2% P.V. según tabla No.2⁹⁸

Proporción de estiércol - agua: 1:1

3. Carga diaria:

$$Carga\ diaria = sustrato + agua = 239,7kg / día + 239,7kg / día = 479,5kg / día$$

4. Volumen mínimo del biodigestor:

$$Vol.\ min = Carga\ diaria * tiempo\ de\ retención = 479,5kg / día * 60días = 28768,8kg = 28768,8L$$

$$Vol.\ real = vol.\ min * factor\ de\ crecimiento = 28768,8L * 1,20 = 34522,56L = 34,53m^3$$

5. Producción de biogás:

Porcentaje de material sólido orgánico (%MSO) = 12 %⁹⁸

Producción de biogás=350(L/Kg. de MSO)

Por lo tanto:

$$MSO = 0,12 * 34522,56L / 60días = 69,04kg / día$$

Producción total de biogás:

$$P.\ total = 350L / kg\ de\ MSO * 69,04kg / día = 24165,79L / día = 1006,91L / hora$$

6. Usos del gas: Según los procesos y albergue de diferentes especies se determino el consumo tanto actual como futuro.

Tabla 65. Uso del gas

<i>Usos del biogás:</i>	<i>Consumo de gas</i>	<i>unidad</i>
Calefacción para lechones o cría de levante(1)	0,25	m3/hora
Calefacción para cría de pollos(1)	0,15	m3/hora
Cocina general(2)	600	L/hora
Lámparas(2)	70	L/hora

(1) Fuente UPME Marzo 2003

(2) Fuente IIT

⁹⁸ CHAUR BERNAL. Jairo. El Biogás. Instituto Colombiano Agropecuario ICA.2001.P.11.

Tabla 66. Proyección de consumos a futuro.

Usos del biogás:	Periodo							
	7:30-9:00 a.m.	9:00-9:30 a.m.	9:30-12:00 a.m.	12:00-2:30 p.m.	2:30-4:00 p.m.	4:00-5:00 p.m.	5:00-6:00 p.m.	6:00p.m.-7:30a.m.
Calefacción para lechones o cría de levante	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Calefacción para cría de pollos	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Cocina general	✓		✓		✓		✓	
Lámparas con mantilla							✓ opcional	

✓ Volumen de almacenamiento de gas:

Tabla 67. Volumen de almacenamiento de gas.

Periodo horas	Producción de gas		
	Requerido m ³ /hora	Producido m ³ /hora	Excedente m ³ /hora
12-1	0,4	1,01	0,61
1-2	0,4	1,01	0,61
2-3	0,4	1,01	0,61
3-4	0,4	1,01	0,61
4-5	0,4	1,01	0,61
5-6	0,4	1,01	0,61
6-7:30	0,4	1,01	0,61
7:30-8	1,6	1,01	-0,59
8-9	1,6	1,01	-0,59
9-9:30	0,4	1,01	0,61
9:30-10	1,6	1,01	-0,59
10-11	1,6	1,01	-0,59
11-12	1,6	1,01	-0,59
12-1	0,4	1,01	0,61
1-2	0,4	1,01	0,61
2-2:30	0,4	1,01	0,61
2:30-3	1,6	1,01	-0,59
3-4	1,6	1,01	-0,59
4-5	0,4	1,01	0,61
5-6	2,2	1,01	-1,19
6-7	0,4	1,01	0,61
7-8	0,4	1,01	0,61
8-9	0,4	1,01	0,61
9-10	0,4	1,01	0,61
10-11	0,4	1,01	0,61
11-12	0,4	1,01	0,61
Σ	20,6	26,18	
		-20,6	
Diferencia		5,58	

Volumen de almacenamiento del biogás:

$$V_{ab} = 5,58m^3 * 1,22 = 6,81m^3$$

Este volumen corresponde al suministro durante las horas en que no se requiera una mayor producción a la suministrada, por lo tanto se diseñará una campana para almacenar el exceso de gas de manera que compense las necesidades, y a la vez pueda almacenar de manera provisional.

✓ *Geometría de la campana:*

$$\text{Diametro}(\phi) = 2,5m(\text{asumido})$$

$$\text{Altura del cilindro} = \frac{\text{Vol.gas}}{\left(\frac{\pi * \phi^2}{4}\right)} = \frac{6,81m^3}{4,91m^2} = 1,387m \approx 1,40m$$

Tubería de salida de conducción y distribución de gas:

Se utilizara tubería de PVC de 3/4pul instalada en la parte superior de la campana.

Relación volumen biodigestor/volumen campana:

$$\text{Vol.total} / \text{Vol.gas} = 34,53m^3 / 6,81m^3 = 5,07$$

✓ Tipo de planta de producción de biogás: Según el instituto de Investigaciones Tecnológicas (IIT), en su informe concluye “se cree conveniente, y así lo ha demostrado la evaluación preliminar, trabajar con el modelo Hindú, cuya versatilidad, facilidad de construcción u operación se adapta bien a las condiciones encontradas en el campo. El equipo básico correspondiente al modelo Hindú adoptado en Colombia, esencialmente corresponde al sistema convencional con algunas modificaciones constructivas”.

Además de lo anterior se señalan las siguientes ventajas:

✓ Fácil manejo y operación.

✓ La presión del gas es constante e independiente del volumen almacenado.

✓ Se puede conocer la cantidad de gas almacenado a través del nivel de la campana. Con las anteriores consideraciones se optó por diseñar un biodigestor tipo Hindú.

✓ Geometría del biodigestor:

Diametro del biodigesto $r(\phi) = 4,5\text{ m}$ (asumido).

$h_1 = 1,7\text{ m}$ (asumido)

$$Vol .1 = \frac{\pi * \phi^2}{4} * h_1 = \frac{\pi * (4,5\text{ m})^2}{4} * 1,7\text{ m} = 27,04\text{ m}^3$$

$h_2 = 0,83\text{ m}$ (segun plano)

$$Vol .2 = h_2^2 * \pi * \left(\frac{\phi}{2} - \frac{h_2}{3} \right) = (0,83\text{ m})^2 * \pi * \left(4,5\text{ m} / 2 - 0,83\text{ m} / 3 \right) = 5,50\text{ m}^3$$

$h_3 = 0,15 * \phi = 0,15 * 4,5\text{ m} = 0,675\text{ m} \approx 0,70\text{ m}$

$$Vol .3 = \left(\frac{\phi}{2} \right)^2 * \pi * h_3 / 3 = \left(\frac{4,5\text{ m}}{2} \right)^2 * \pi * 0,70\text{ m} / 3 = 3,71\text{ m}^3$$

$$Vol .total = Vol .1 + Vol .2 + Vol .3 = 27,04\text{ m}^3 + 5,50\text{ m}^3 + 3,71\text{ m}^3 = 36,25\text{ m}^3 \text{ } \rangle 34,53\text{ m}^3$$

✓ Dimensiones tanque de carga:

Se debe considerar para diseño, un área suficiente para mezcla y almacenamiento provisional, de dos veces la carga diaria.

Carga diaria = sustrato + agua = 479,5kg./ dia

Vol. tan que = 1m³

✓ Dimensiones tanque de descarga: Para una capacidad de 2 veces la carga diaria se estima el siguiente volumen:

Vol. tan que = 1m³

✓ Tuberías de carga y descarga: Actualmente las instalaciones de programa de porcinos cuentan con tuberías de 6" Que conducen las aguas hasta el biodigestor de polietileno, por ello se ha decidido coincidir con el mismo diámetro utilizado para la entrada y salida del estiércol, y así se evita obstrucciones en el sistema.

✓ Accesorios adicionales a las instalaciones:

– *Trampa de condensado*: La disminución de la temperatura al salir del biodigestor y al circular a través de la tubería, ocasiona la condensación de la humedad, fenómeno que puede obstruir la tubería, para ello es necesario instalar trampas de agua para ser fácilmente extraída.

– *Trampa de ácido sulfhídrico (H₂S)*:

Método de caja seca: consiste en el uso de viruta de hierro dentro de un recipiente por el que se hace pasar el biogás. En este momento se presenta una reacción de H₂S con el hierro transformándose en sulfuro férrico (Fe₂S), sustancia no perjudicial. Además este sistema sirve como **trampa de llama** lo que evita el reflujó de la misma hacia el biodigestor.

– *Quemador campana*: Es de uso general y tiene un espaciador de llama de los que usan las estufas de propano.

Recomendaciones:

1. El área del agujero de entrada de aire primario y la del tubo de mezcla debe ser el doble del área total de los orificios del espaciador.

2. El área total del cuello del quemador debe ser equivalente a 2/3 del área total de los orificios del espaciador.

3. El diámetro del agujero del inyector de gas puede variar entre 2 y 3 mm.

4. Se recomienda dejar un espacio de 4 cm. entre espaciador de llama y recipientes en el caso de cocción de alimentos, ya que a esta altura la llama alcanza su máxima temperatura.

– *Sistema de lavado*: En caso de reparación en donde sea necesario realizar una descarga del material alojado se evacuará a través una motobomba que se comunica hacia la zona de escurrimiento o almacenamiento y de este último hacia PTAR.

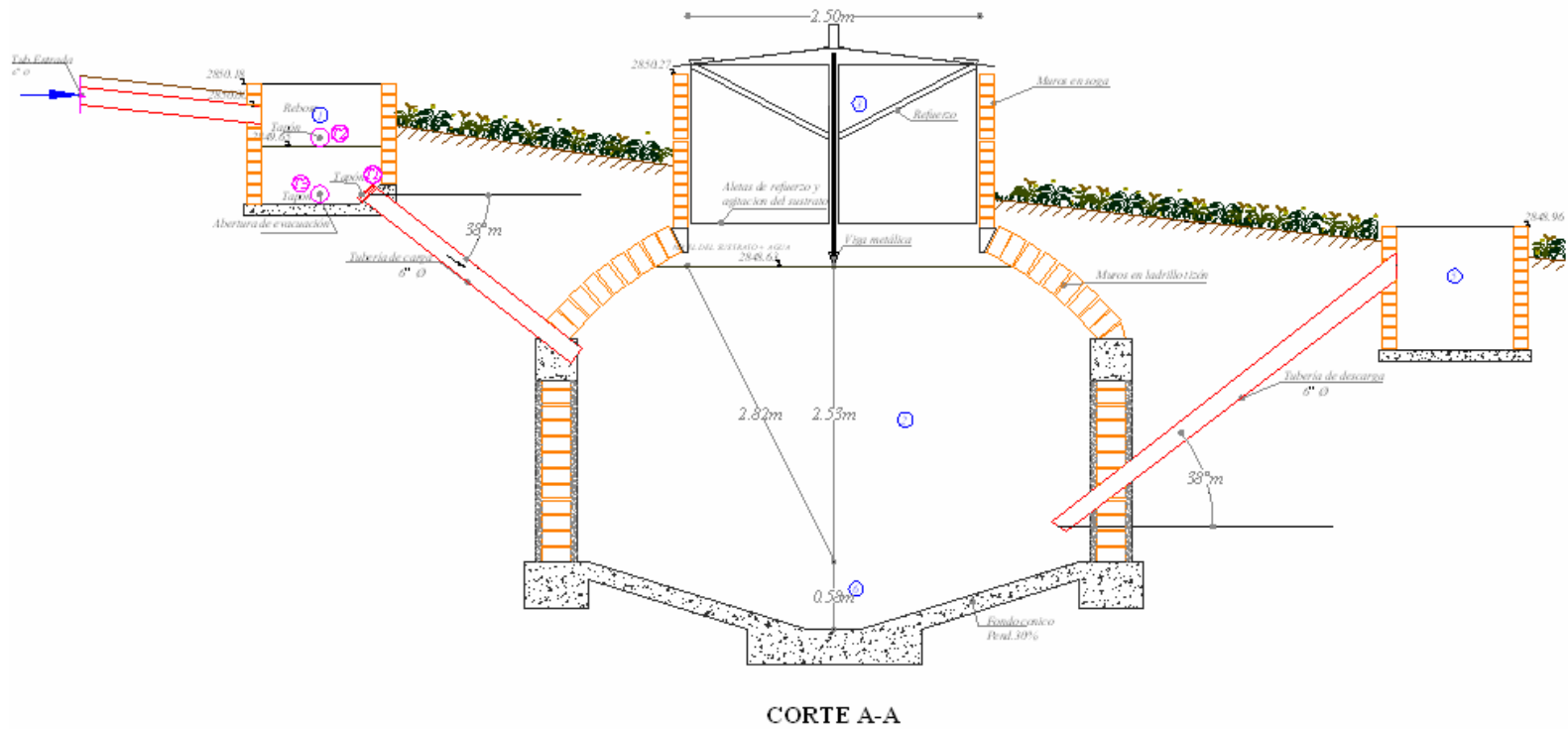


Figura 42. Biodigestor.

7.2.1 Eficiencia de los procesos seleccionados. Se evaluaron estos parámetros con respecto a los resultados (valores promedios) determinados mediante el análisis de las aguas negras en el laboratorio:

Sólidos Suspendidos: 5013,71mg/L

DBO₅ Soluble: 1105, 71 mg/L

DQO Soluble: 1501, 57 mg/L

Tabla 68. Porcentajes de remoción para requerimiento de vertimientos.

Parámetros \ Nivel de tratamiento	Tratamiento Primario: Sedimentadores en serie	Tratamiento Secundario: Filtro percolador + decantador	% de Remoción del sistema	Características del efluente (mg/L)
SS	75%	15%	90%	501,38
DBO ₅	51%	34%	85%	165,86
DQO	51%	29%	80%	300,31

✓ Manejo de lodos:

– Lecho de secado: El lecho de secado corresponde a una amplia área diseñada para la disposición final de los lodos, el diseño de esta unidad se debe a la necesidad de adecuar los lodos y espumas para que sean transportados hacia el biodigestor, de esta manera se logra reducir el contenido de agua para su disposición final.

Tabla 69. Producción de lodos

Sector de producción de lodo de la PTAR	Eficiencia	SST	Masa Lodo primario	Contenido de sólidos	Volumen producido
	%	(Kg./m ³)	(Kg./día)	(%)	(m ³ /día)
<i>Lodos primarios</i>					
Sedimentador primario No.1	0,5	5,356	92,055	4	2,301
Sedimentador primario No.2	0,5	2,678	46,028	4	1,151
<i>Lodos secundarios</i>					
	Factor de conversión de la biomasa	DBO removida	Masa Lodo primario	Contenido de sólidos	Volumen producido
	(Kg./Kg.)	(Kg./m ³)	(Kg./día)	fracción decimal	(m ³ /día)
Sedimentador secundario	0,5	0,649	7,782	4,5	0,173
				Σ	3,625

$$h = 0,50m$$

$$Area = \frac{vol.diario}{h} = \frac{3,625m^3/día}{0,50m} = 7,25m^2/día$$

Con el propósito de mejorar la eficiencia de los procesos posteriores y de aprovechar las instalaciones existentes se prevé realizar algunas modificaciones al área actual de secado y disposición de estiércol, para convertirlo en área de secado para lodos húmedos de $32.28m^2$, de los cuales $6.25m^2$ serán para los lodos procedentes de uso domestico y cárnicos, los $26 m^2$ restantes se destinaran para los lodos producidos los establos de porcinos.

Según la anterior información el tiempo de disposición de lodos comprendería alrededor de 3,5 días. Para luego incorporar los lodos a la siguiente etapa de digestión.

Además se destinó una zona independiente con un área de $20,33m^2$ para reducir la humedad de los lodos con tratamiento completo procedentes del biodigestor.

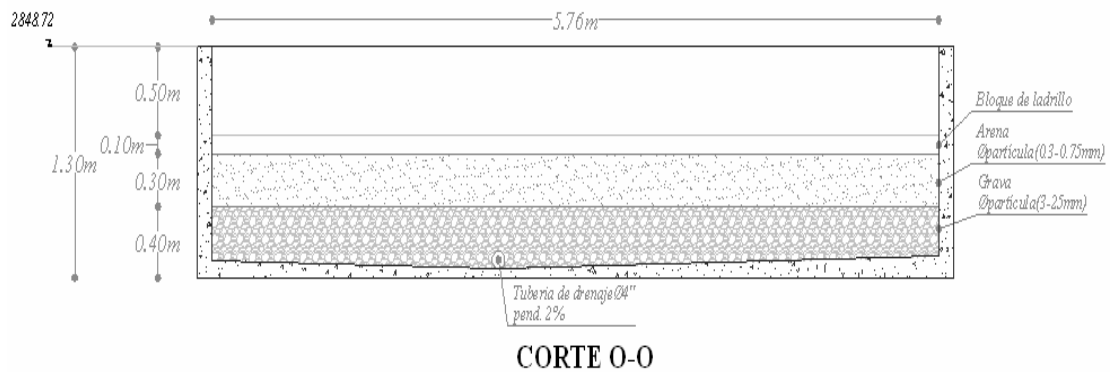


Figura 43. Lecho de secado.

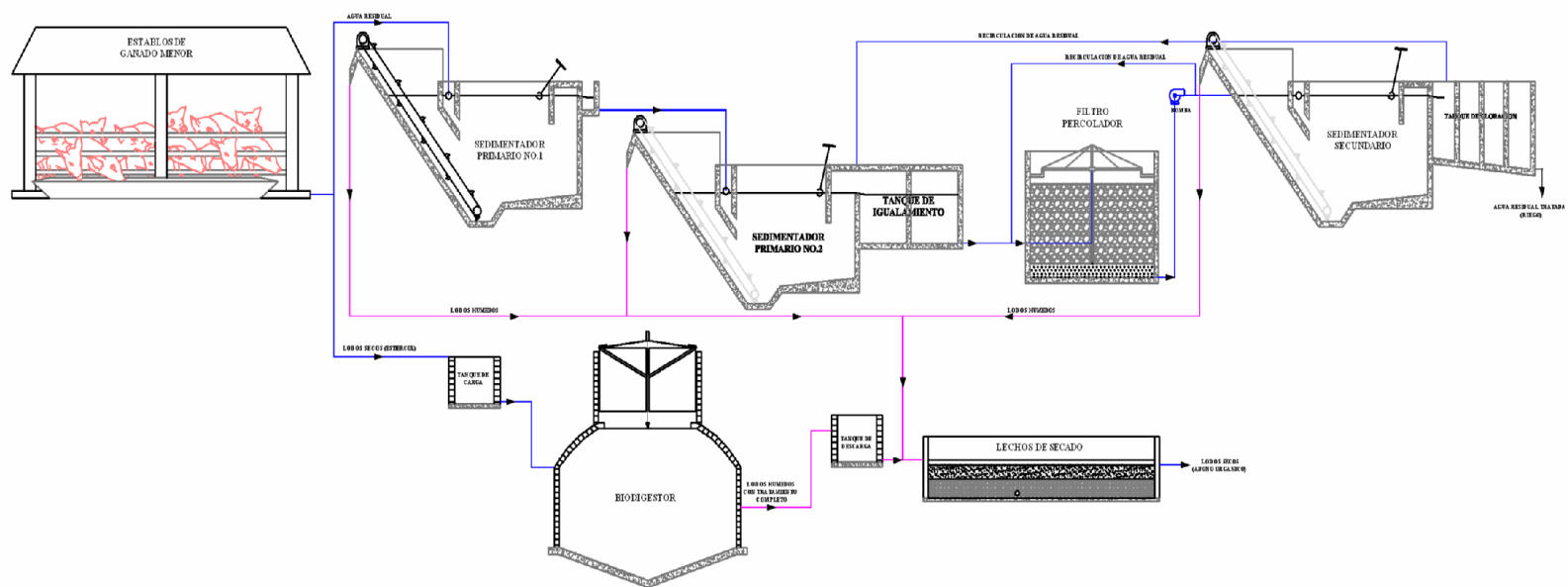


Figura 44. Perfil planta de descarga establos de porcinos.

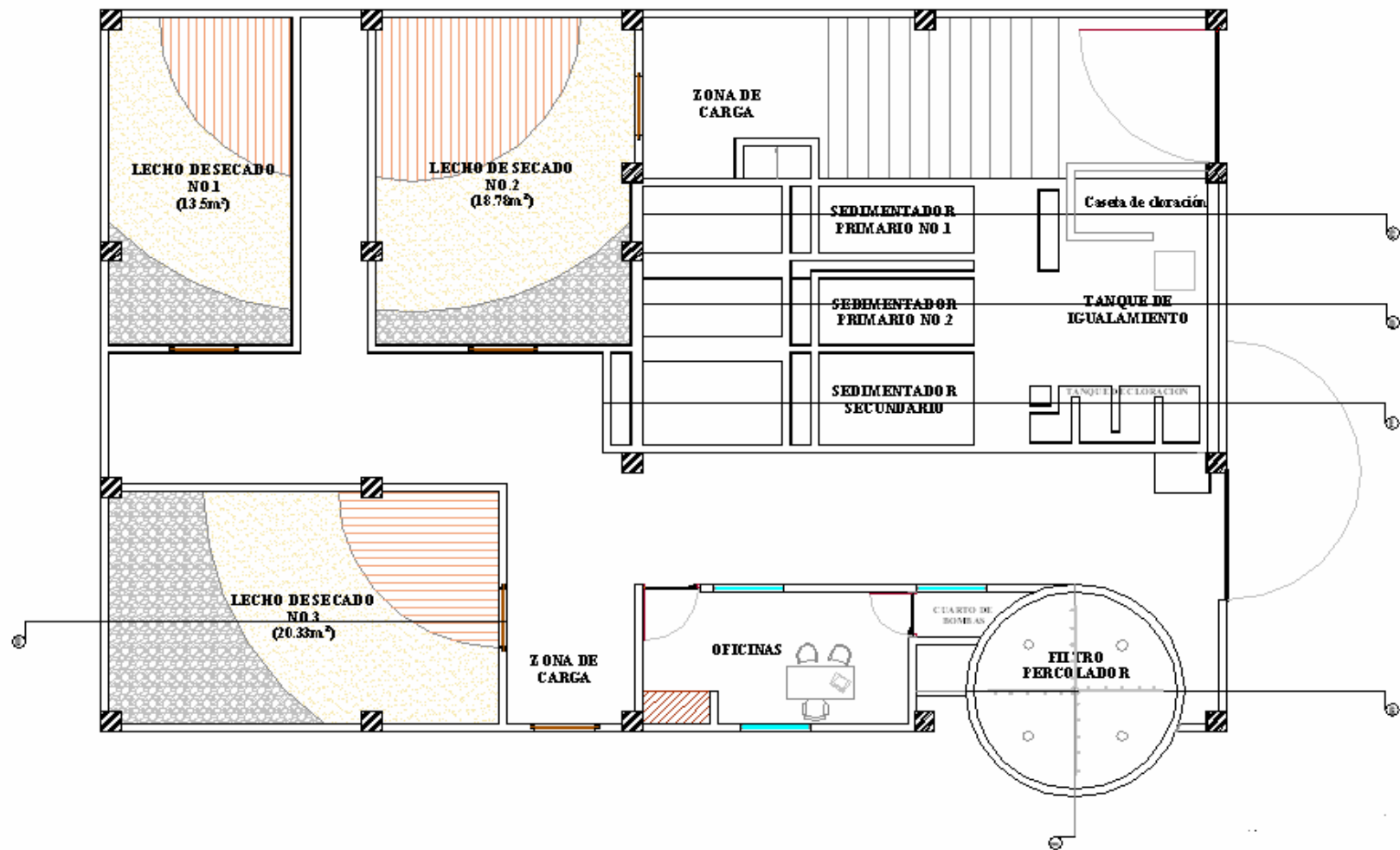


Figura 45. Planta de tratamiento de estable de porcinos.

7.3 MEMORIAS DE CÁLCULO TRATAMIENTO AGUAS RESIDUALES INSTITUCIONALES E INDUSTRIALES (PLANTA DE PROCESOS CARNICOS)

✓ **Habitante equivalente:** Para el cálculo de la población equivalente se ha considerado el agua residual de tipo institucional e industrial, de acuerdo a los aforos registrados en la tabla 10.

$$Q_{(\text{alcantarillado-sanitario})} = (0,553 \text{ L/seg} * 60\text{seg} / 1 \text{ min} * 60 \text{ min} / 1\text{hora} * 9\text{horas} / \text{día}) / 1000 \text{ L} / \text{m}^3 = 17,92 \text{m}^3 / \text{día}$$

$$DBO_{5(\text{alcantarillado-sanitario})} = 438,53 \text{ mg} / \text{L}$$

$$DBO_{5(\text{aporte-habitante})} = 50 \text{ g} / \text{hab-día} (\text{recomendada})$$

$$Hab - equivalente = \frac{Q_{(\text{alcantarillado-sanitario})} * DBO_{5(\text{alcantarillado-sanitario})}}{DBO_{5(\text{aporte-habitante})}}$$

$$Hab - equivalente = \left(\frac{(17,92 \text{m}^3 / \text{día} * 438,53 \text{ mg} / \text{L}) / 1000}{50 \text{ g} / \text{hab-día}} \right)$$

$$Hab - equivalente = 157,12 \text{hab.}$$

Esta población corresponde a los 50 individuos entre personal y estudiantes, a su vez cuantifica la población equivalente por el uso de aguas en los procesos de la planta de cárnicos. La población futura se proyecta a continuación con un crecimiento de 50% a nivel institucional y 20% como margen de desarrollo industrial.

$$P_f = 50 \text{hab} * 1,50 + 108 \text{hab} * 1,20 = 205 \text{hab.}$$

✓ **Determinación de caudales:**

$$Q_{HM} = \frac{0,7 * 204 \text{hab} * 100 \text{L} / \text{hab} / \text{día}}{86400 \text{seg}} = 0,17 \text{L} / \text{seg}$$

$$Q_{INF} = 0,05 \text{L} / \text{seg} / \text{ha} * 0,296 \text{ha} = 0,0148 \text{L} / \text{seg}$$

$$Q_{CEF} = 2 \text{L} / \text{seg} / \text{ha} * 0,037 \text{ha} = 0,074 \text{L} / \text{seg}$$

$$Q_{DISEÑO} = Q_{HM} + Q_{INF} + Q_{CEF} = 0,17 \text{L} / \text{seg} + 0,0148 \text{L} / \text{seg} + 0,074 \text{L} / \text{seg} = 0,26 \text{L} / \text{seg}$$

Sin embargo estas fórmulas aplicadas para la población equivalente obtenida con caudales y cargas orgánicas promedios da como resultado 0,26 l/seg (0,28 l/seg

caudal promedio aforado para condiciones actuales), por esto se decidió calcular el Q medio con base en el Q obtenido con caudales y cargas orgánicas promedios

$$Q_{medio} = Q_{prom.} * 1,20 + Q_{inf} + Q_{con.err} = 0,28 * 1,20L / seg + 0,0148L / seg + 0,074L / seg \\ = 0,42L / seg$$

✓ Pretratamiento: Las aguas residuales producidas en las instalaciones de productos cárnicos serán vertidas a unas trampas de grasas ubicadas fuera de las instalaciones, para posteriormente ser llevadas a la planta de tratamiento.

Objetivos:

1. Lograr los procesos de digestión y sedimentaron de lodos en el mismo tanque.
2. Eliminación de sólidos suspendidos y material flotante.
3. Almacenamiento de olidos suspendidos y material flotante.
4. Acondicionar las aguas residuales para disposición superficial.

✓ **Estructuras de medición:**

Vertedero triangular de pared delgada:

Datos generales:

Localización: en la estrada del poso séptico 1

Tipo de vertedero: vertedero con contracción parcial

Angulo de escotadura (θ): 90°

Qdiseño: 1,50l/seg

Altura desde el fondo del canal hasta la abertura de la lámina (p1):10cm

Ancho del canal (b1): 50cm

Coefficiente efectivo de descarga (Ce):0,6

Altura de la lámina de agua (h):

$$h = \sqrt[2.5]{\frac{Q_{\text{desfío}}}{C_e * \tan\left(\frac{\theta}{2}\right)}}$$

$$h = \sqrt[2.5]{\frac{1,50L/\text{seg} * 1 \text{ m}^3/1000L}{0,6 * \tan\left(\frac{90^\circ}{2}\right)}} = 0,09103\text{m}$$

Aplicando la siguiente fórmula se obtiene el rango de caudales según la altura en el vertedero:

$$Q = C_e * \tan\left(\frac{\theta}{2}\right) * h^{2.5}$$

En donde:

Q: caudal aforado (m/seg).

Tabla 70. Altura Vs. Caudal vertedero triangular.

h (cm)	Q (l/seg)
6	0,529
6,5	0,646
7	0,778
7,5	0,924
8	1,086
8,5	1,264
9	1,458
9,5	1,669
10	1,897
10,5	2,144
11	2,408
11,5	2,691
12	2,993

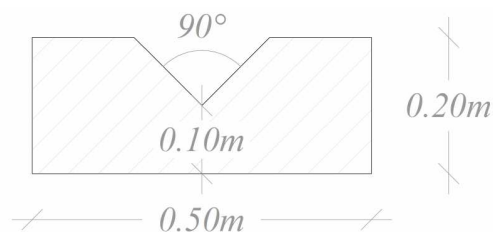


Figura 46. Detalle vertedero triangular

Se aumenta además una cámara de aquietamiento de flujo de 1 m de largo por 50 cm de ancho, además del vertedero en si, construido en su totalidad en lámina metálica de acero inoxidable de 1/8pul.

✓ Tratamiento: Básicamente consiste en dos posos sépticos rectangulares, provistos de un postratamiento con filtro anaerobio.

Objetivos

1. Lograr los procesos de digestión y sedimentaron de lodos en el mismo tanque.
2. Eliminación de sólidos suspendidos y material flotante.
3. Almacenamiento de olidos suspendidos y material flotante.
4. Acondicionar las aguas residuales para disposición superficial.

✓ Datos generales de Diseño: Para los dos tanques sépticos se tomaron los mismos datos de partida es decir en cuanto a población y a valores constantes se refieren obteniendo dos tanques de iguales dimensiones (Ver tablas 71 Y 72).

Tabla 71. Diseño Tanque séptico 1.

Fórmula aplicada	Resultados	Observaciones ¹¹⁴
TANQUE SEPTICO 1	TANQUE SEPTICO 1	TANQUE SEPTICO 1
	Volumen útil ocupantes temporales: $Vuocuptemp. = 13m^3$	Contribución A. R. ocupantes temporales: $Cocuptemp. = 70L / hab / d$
		Contribución A. R. ocupantes permanentes: $Cocup.perm. = 100L / hab / d$ Intervalo de limpieza = 1 año
Volumen Útil: $Vu = 1000 + Nc(C * T + K * L_f)$	Volumen útil ocupantes permanentes: $Vuocupperm. = 2,38m^3$	Periodo de retención por tasa de contribución diaria $T = 0.5dias$

¹¹⁴ Dirección General de Agua Potable y Saneamiento Básico, Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS – 2000 Título E. Bogota D.C., Noviembre de 2000.

Tabla 71. (Continuación).

Fórmula aplicada	Resultados	Observaciones ¹¹⁵
TANQUE SEPTICO 1	TANQUE SEPTICO 1 Volumen útil total: $Vu. = 15,38m^3$	TANQUE SEPTICO 1 Contribución lodo fresco ocupantes temporales: $L_f\text{ ocup.temp.} = 0.3L / hab / d$
		Contribución lodo fresco ocupantes permanentes: $L_f\text{ ocup.perm.} = 1L / hab / d$
Se escogen dos cámaras en serie , las cuales tienen longitudes iguales a:	Longitud total: $L_t = 4m$	
Longitud cámara 1: $L1 = \frac{2}{3} * Vu$	Longitud cámara 1: $L1 = 2.67m$	
Longitud cámara 2: $L2 = \frac{1}{3} * Vu$	Longitud cámara 2: $L2 = 1.33m$	
Dimensiones del tanque:	Ancho: $W = 2m$	
	Altura: $H = 1.8m$	

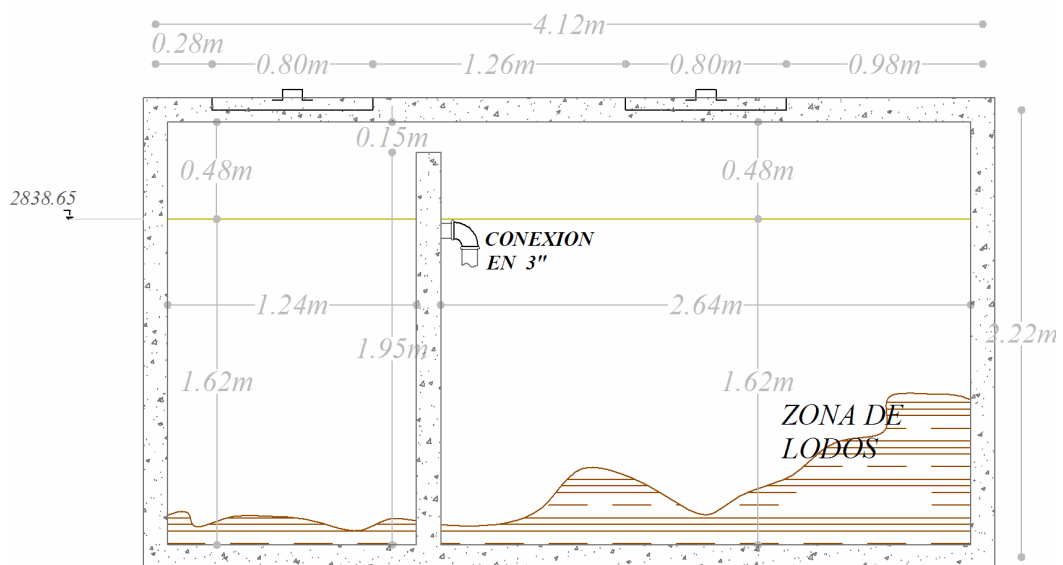
Tabla 72. Diseño Tanque séptico 2.

Fórmula aplicada	Resultados	Observaciones ¹¹⁰
TANQUE SEPTICO 2	TANQUE SEPTICO 2	TANQUE SEPTICO 2
Volumen Útil: $Vu = 1000 + Nc(C * T + K * L_f)$	Volumen útil ocupantes temporales: $Vu\text{ocuptemp.} = 13m^3$	Contribución A. R. ocupantes temporales: $C\text{ocuptemp.} = 70L / hab / d$
		Contribución A. R. ocupantes permanentes: $C\text{ocup.perm.} = 100L / hab / d$
		Intervalo de limpieza = 1 año
		Periodo de retención por tasa de contribución diaria $T = 0.5\text{días}$
	Volumen útil ocupantes permanentes: $Vu\text{ocupperm.} = 2,38m^3$	Tasa de acumulación de lodo digerido $K = 65$
	Volumen útil total: $Vu. = 15,38m^3$	Contribución lodo fresco ocupantes temporales: $L_f\text{ ocup.temp.} = 0.3L / hab / d$

¹¹⁵ Dirección General de Agua Potable y Saneamiento Básico, Reglamento técnico del sector de agua potable y saneamiento básico RAS – 2000 Título E. Bogota D.C., Noviembre de 2000.

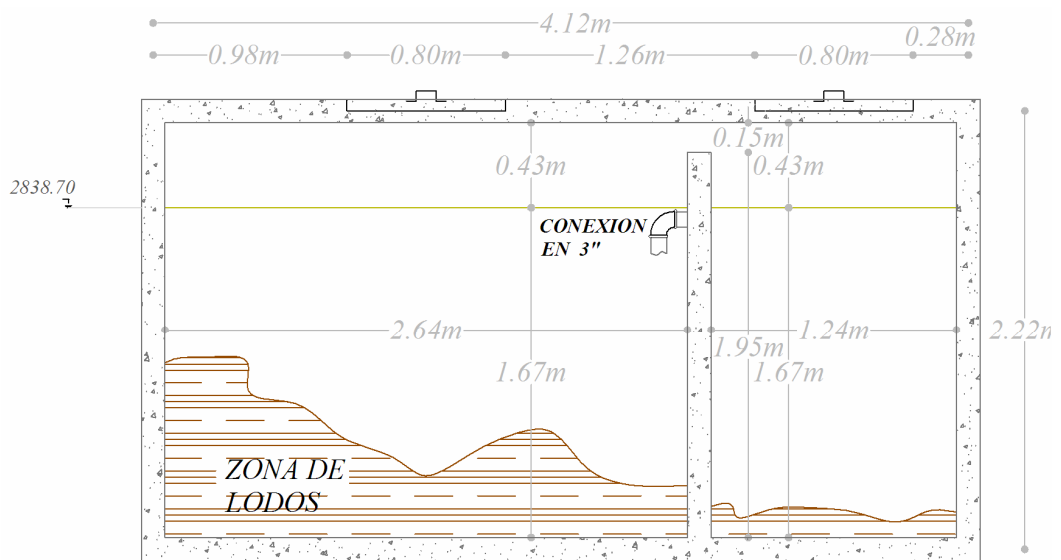
Tabla 72. (Continuación).

Fórmula aplicada	Resultados	Observaciones ¹¹⁰
TANQUE SEPTICO 2	TANQUE SEPTICO 2	TANQUE SEPTICO 2 Contribución lodo fresco ocupantes permanentes: $L_f \text{ ocup.perm.} = 1L / \text{hab} / d$
Se escogen dos cámaras en serie , las cuales tienen longitudes iguales a:	Longitud total: $L_t = 4m$	
Longitud cámara 1: $L1 = \frac{2}{3} * Vu$	Longitud cámara 1: $L1 = 2.67m$	
Longitud cámara 2: $L2 = \frac{1}{3} * Vu$	Longitud cámara 2: $L2 = 1.33m$	
Dimensiones del tanque:	Ancho: $W = 2m$	
	Profundidad efectiva: $H = 1.8m$	



CORTE P-P

Figura 47. Perfil tanque séptico



CORTE J-J

Figura 48. Tanque séptico 2.

- ✓ Post-tratamiento: Consiste en un filtro anaerobio de flujo ascendente el cual recibe las aguas después de haber pasado por los dos tanques sépticos.
- ✓ Datos generales de Diseño: Para el filtro anaerobio, se tomaron parámetros de diseño contenidos en la tabla 73.

Tabla 73. Diseño filtro anaerobio

Fórmula aplicada	Resultados	Observaciones
FILTRO ANAEROBIO	FILTRO ANAEROBIO	FILTRO ANAEROBIO
Tiempo de retención hidráulica: $TRH = \frac{Td1 + Td2}{2}$	$TRH = 5.25 \text{ horas}$	Tiempo de diseño 1: $Td1 = 4h$ Tiempo de diseño 2: $Td2 = 6.5h$
Coeficiente característico del sustrato en digestión: $K = \frac{KTd1 + KTd2}{2}$	$K = 1.2$	Coeficiente característico del sustrato en digestión para $Td1$: $KTd1 = 1.1$ Coeficiente característico del sustrato en digestión para $Td2$: $KTd2 = 1.3$

Tabla 73. (Continuación).

Fórmula aplicada	Resultados	Observaciones
FILTRO ANAEROBIO	FILTRO ANAEROBIO	FILTRO ANAEROBIO
Volumen filtro rectangular: $V = Qd * TRH$	$V = 13.54m^3$	Coeficiente m: m= 0,66
Eficiencia de remoción: $E = 100 * \left(1 - \frac{K}{TRM^M} \right)$	$E = 59.83\%$	Eficiencia del sistema= 80,32% ¹¹⁶
Dimensiones del tanque:	Largo filtro: L = 4 m Ancho filtro: W = 2m Profundidad efectiva: H = 1.50m	

✓ Estructura de entrada: Se utiliza un múltiple difusor diseñado de acuerdo a:

Caudal de diseño (Q): 0,553 l/s
 Longitud del tubo principal: 2,12 m
 Número de laterales: 3
 Ro: 0,0015

El caudal por lateral (ql) será:

$$ql = \frac{Qd}{\#laterales} = \frac{0,553}{3} = 0,181 \text{ l / s / lateral}$$

Se asume una velocidad V = 0,1 m/s para que no se produzca turbulencia.

El área de la sección por cada lateral (Al) será:

¹¹⁶ Eficiencia total del sistema incluyendo los tanques sépticos.

$$Al = \frac{ql}{V} = \frac{0,00018m^3 / s}{0,1m / s} = 0,0018m^2$$

Calculando el diámetro del lateral (dl) tenemos:

$$dl = \sqrt{\frac{4 * Al}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 * 0,0018m^2}{\pi}} = 0,05m = 1,99pul \cong 2pul$$

Teniendo lo anterior se procede al cálculo del diámetro del difusor principal (dp) de la siguiente manera:

$$dp = \sqrt{n} * dl = \sqrt{3} * 2pul = 3,46pul \cong 4pul$$

Se asume una velocidad en los orificios (vo) de 0,07 m/s, a cual debe ser inferior a 0,1 m/s. por lo tanto área de orificios total (Ao) será:

$$Ao = \frac{ql}{V} = \frac{0,00018m^3 / s}{0,07m / s} = 0,0026m^2$$

Distribuyendo lo orificios en las dos caras se tiene:

Área de orificios por cara: $Ac = 0,0013 m^2$
Escogiendo orificios de 3/8" (d) se tiene:

$$n = \frac{Ac * 4}{\pi * d^2} = \frac{0,0013m^2 * 4}{\pi * (0,0095m)^2} = 18,24 \cong 19 \text{ orificios / cara}$$

Donde:

n = número de orificios por cara

Por lo cual se tendría un total de 38 orificios por lateral.

Para el espaciamento (a) se procede de la siguiente manera:

$$a = \frac{L}{n} - d = \frac{4,25}{19} - 0,0095 = 0,21m$$

$$a + d = 0,21 + 0,0095 = 0,22m$$

Donde:

L: longitud del tanque (m)

Por tanto se tiene 19 orificios por cara en cada lateral de 3/8" separados 22 cm. centro a centro.

✓ Estructura de salida: El agua será recogida por un falso fondo compuesto por tubería en cemento de 20" según se indica en los planos, para el diseño de esta se utilizaron las siguientes consideraciones:

Características del agua:

Temperatura del agua: 16°C.

Peso específico del agua (γ_w): 1 gf/cm³.

Viscosidad absoluta (μ): 1,14E-05 gf.s/cm².

Tiempo de retención mínima (θ): 150min.

Características del medio poroso:

Dimensión menor de la partícula (L_m): 4cm.

Dimensión mayor de la partícula (L_M): 7cm.

Determinación del Diámetro nominal (D_N):

$$D_N = \frac{1,24}{\frac{1,19}{L_M} + \frac{0,35}{L_m}} = \frac{1,24}{\frac{1,19}{7cm} + \frac{0,35}{4cm}} = 4,81cm$$

Gradiente de velocidad (G):

$$G = \left(\frac{2,1 * 10^5}{\theta} \right)^{1/1.3} = \left(\frac{2,1 * 10^5}{9.000s} \right)^{1/1.3} = 1,27s^{-1}$$

Velocidad aparente en la sección(v):

De la siguiente ecuación despejamos la velocidad:

$$a * v^2 + b * v^3 - \frac{\mu}{\gamma_w} * \epsilon * G^2 = 0$$

Donde:

$$a = \frac{0,162 * (1 - \varepsilon)^2}{\varphi^2 * D_n^2 * \varepsilon^3} = \frac{0,162 * (1 - 0,66)^2}{0,7^2 * (4,81 \text{ cm})^2 * (0,66)^3} = 0,0057$$

$$b = \frac{0,018 * (1 - \varepsilon)}{\varphi * D_n * \varepsilon^3} = \frac{0,018 * (1 - 0,66)}{0,7 * 4,81 * (0,66)^3} = 0,0063$$

$$0,0057 * v^2 + 0,0063 * v^3 - \frac{1,14 * 10^{-5} \text{ grf.s} / \text{cm}^2}{1 \text{ gr} / \text{cm}^3} * 0,66 * (1,27 \text{ s}^{-1})^2 =$$

$$v = 0,045 \text{ cm} / \text{s}$$

Diseño de la estructura:

Φ orificio de salida: 1"

Número de orificios:

$$\text{Numero de orificios} = \frac{0,11 * \text{Area superficial filtro}}{\text{Area de orificio asumido}} = \frac{0,11 * 9,03 \text{ m}^2}{5,06 * 10^{-4} \text{ m}^2 / \text{orificio}} = 1.960 \text{ orificios}$$

Distribución: Los orificios se ubicaran 53 orificios por cara separados 0,05m entre ejes y 27 orificios en el centro separados 0,1m entre ejes, ubicando 4 medios tubos de cemento de diámetro 20" a lo largo de todo el filtro.

Caudal unitario:

$$Q_o = \frac{v * \text{area superficial del filtro}}{\text{No. de orificios}} = \frac{0,045 \text{ cm} / \text{seg} * 1 \text{ m} / 100 * 9,03 \text{ m}^2}{532 \text{ orificios}} = 7,64 * 10^{-6} \text{ m} / \text{seg.orificio}$$

7.3.1 Eficiencia de los procesos seleccionados. La eficiencia se evaluó con respecto a los resultados determinados mediante el análisis de las aguas negras en el laboratorio (valores promedios):

Sólidos Suspendidos: 308,2 mg/L

DBO₅ Soluble: 438,53 mg/L

DQO Soluble: 692,28 mg/L

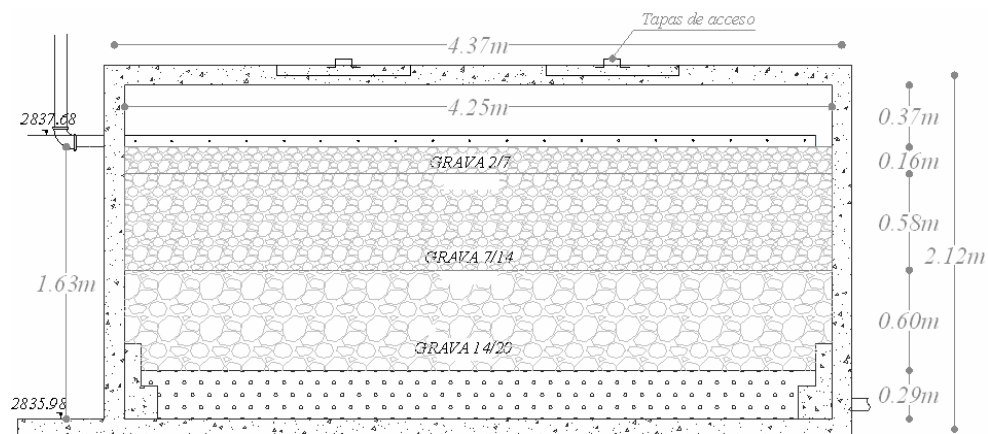


Figura 49. Filtro anaerobio.

Tabla 74. Porcentajes de remoción para requerimiento de vertimientos.

Parámetros \ Nivel de tratamiento	% de Remoción del sistema (2 tanque sépticos+ filtro anaerobio)	Características del efluente (mg/L)
SS	81%	59,66
DBO ₅	80,32%	86,31
G y A	80%	3,49

✓ Manejo de lodos: Los lodos procedentes de estos tanques serán descargados en los lechos de secado de la planta de porcinos, luego de analizar su consistencia se evaluará los efectos para su disposición en el terreno o la extracción de energía a través del biodigestor.

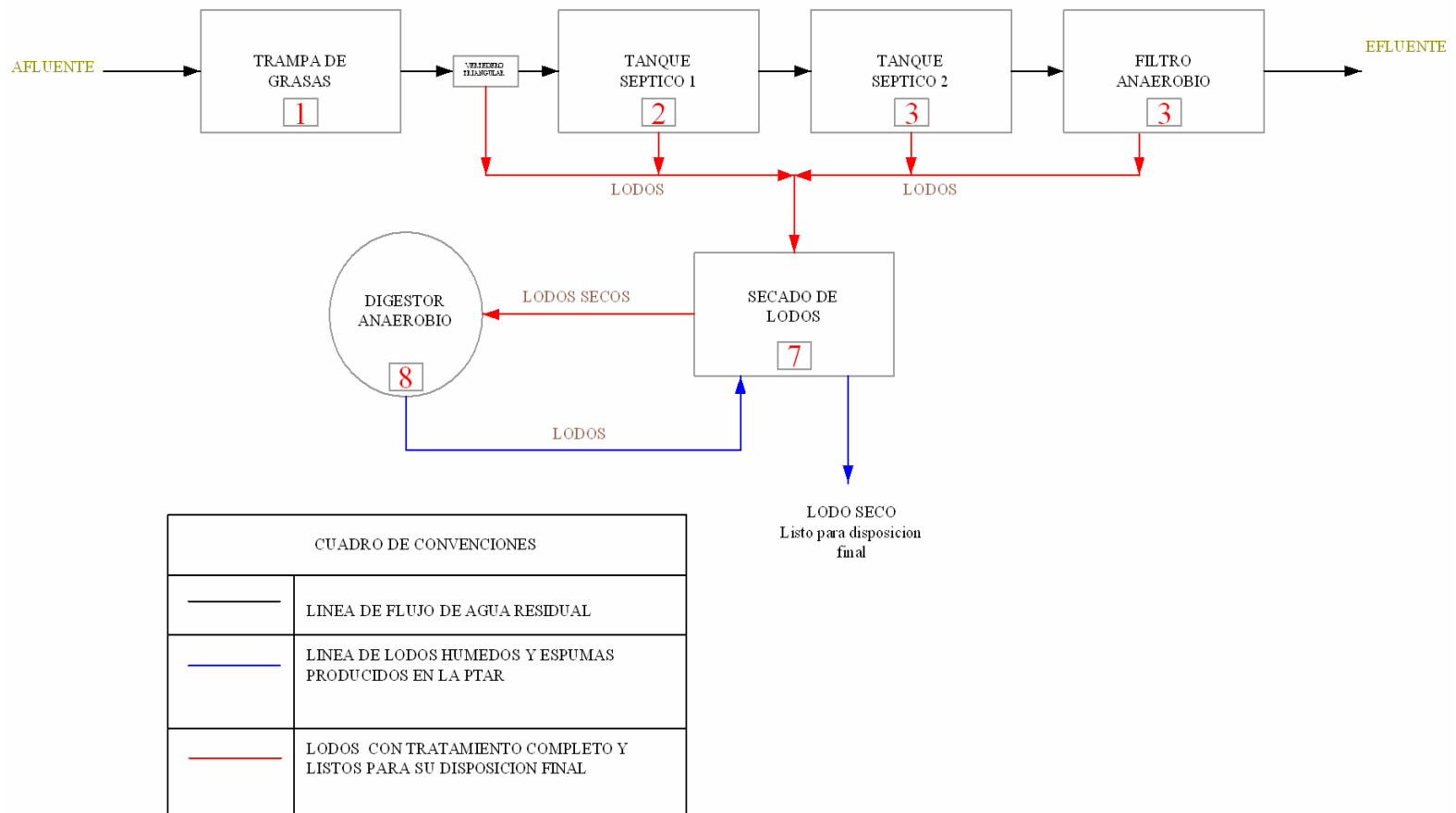


Figura 50. Esquema del sistema tratamiento aguas residuales institucionales e industriales (planta de procesos cárnicos).

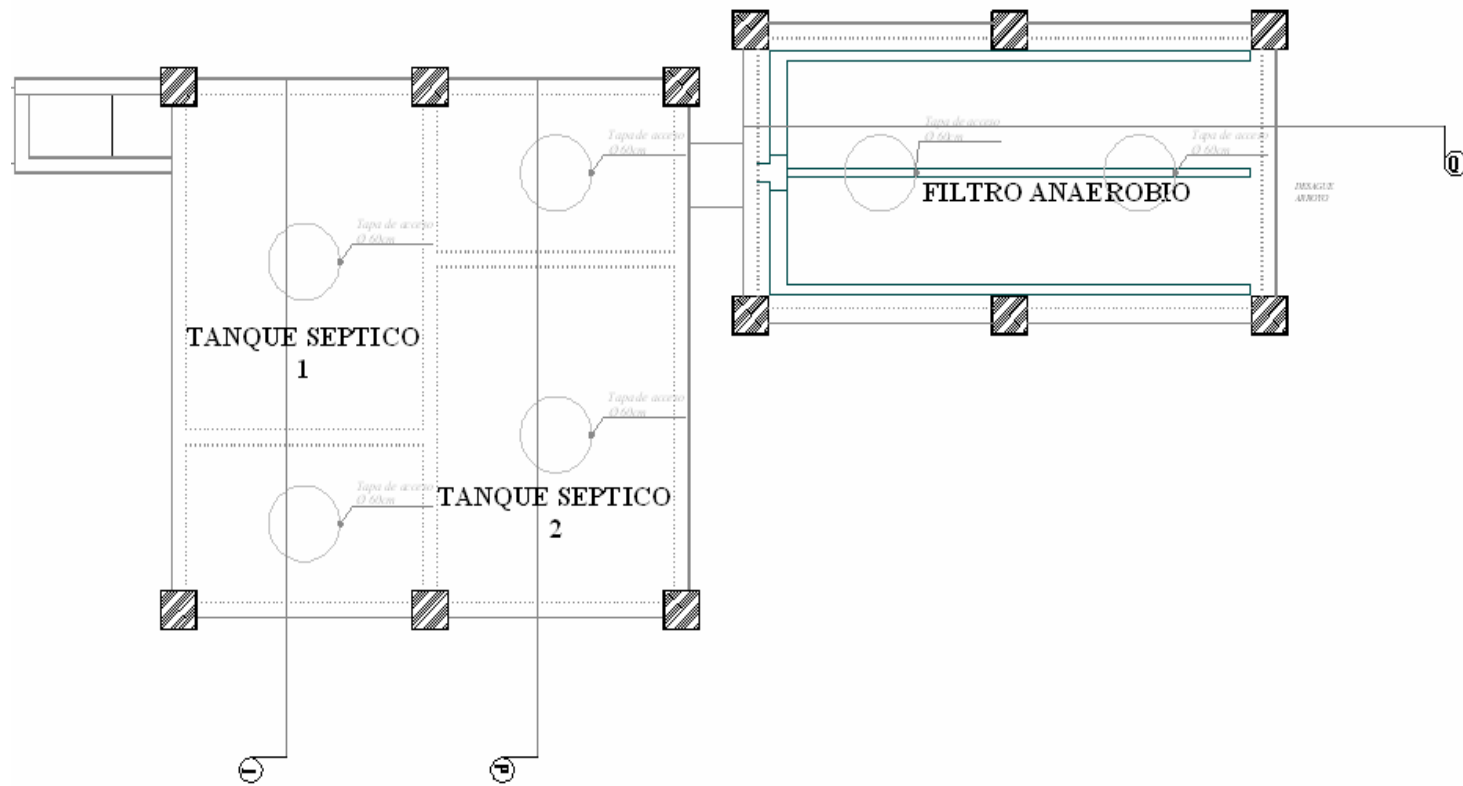


Figura 51. Planta de tratamiento aguas residuales institucionales e industriales (planta de procesos cárnicos).

8. CÁLCULO ESTRUCTURAL

- **Memorias de diseño elementos en concreto reforzado (Anexo planos 7,8 Y 9):**

1. Descripción general de la estructura. Consiste en una serie de estructuras que albergaran las aguas negras procedentes desde las instalaciones de la granja Experimental de Botana, que permiten la recuperación de esta agua.

El sistema estructural transmitirá las cargas producidas por efecto de fuerzas horizontales (sismo y presión del terreno), y las cargas verticales (peso propio, peso del agua y carga viva) desde sus muros, vigas y columnas hacia el suelo a través de losas de cimentación.

2. Código de diseño. El código aplicado en el diseño de los elementos estructurales corresponde a las Normas Colombianas de Diseño y Construcción Sismo Resistente (NSR-98) y Seismic Design of Liquid Containing Concrete Structures (ACI 350.3-01) and Commentary (350.3R-01).

3. Materiales a emplear. Los materiales para el cálculo y diseño de los elementos estructurales son:

Concreto: 3000 psi (210 kg/cm²)

Acero: 60000 psi (4200 kg/cm²)

Densidad del concreto reforzado: 2400 kg/m³

4. Software de modelación. El cálculo se llevo a cabo mediante el programa de modelación SAP2000 Non Linear (Estructural Analisis program). Clasificando las estructuras en elementos SHELL y FRAME.

5. Propiedades del suelo. Las características de los suelos dependerán de la localización de los tanques ya que se han determinado que la construcción se llevara a cabo en dos lugares de la granja.

6. Predimensionamiento de la estructura:

Vigas

Voladizos $l/8$: $1,15\text{m}/8=14\text{cm}$

Losas simplemente apoyadas $l/16$: $4,12\text{m}/16=26\text{cm}$

Losas con un apoyo continuo $l/18,5$: $4,35\text{m}/18,5=24\text{cm}$

Losas con ambos apoyos continuos $l/21$: $4,42\text{m}/21=20\text{cm}$

Muros

Espesor de muros $l/25$: $4,06\text{m}/25=16\text{cm}$

L: longitud no soportada

7. Tipos de carga:

Carga Muerta (D): correspondiente al peso de muros, losa y el volumen de agua que circula por el tanque, así como peso propio de cubiertas y cerchas (Anexo J).

Carga viva (L): se aplico cargas de $0,488 \text{ ton/m}^2$, sobre las cubiertas de concreto de los tanques, el cálculo de las cerchas (Anexo K).

Carga horizontal (H): Empuje del suelo ejercido en muros

$$H = 0,5 * K_a * \gamma * h^2$$

Donde:

H: empuje del suelo (ton/m)

γ : Peso específico del suelo (ton/m^3)

K_a : Coeficiente de empuje activo

h: altura del terreno sobre los muros (m)

Carga Horizontal (F): presión del agua ejercida sobre las paredes:

$$F = 0,5 * \lambda * h$$

Donde:

F: Presión del agua ($\text{ton/m}^2/\text{m}$)

γ : Peso específico del fluido (Ton/m^3)

h: altura del fluido sobre los muros (m)

Carga horizontal (Q): sobre presión ejercida por la acción del sismo. Se considera una carga triangular hacia la corona del tanque:
Según Mononobe y Okabe:

$$Q = 0,5 * \lambda * h^2 * (1 - kv) * Kad$$

Donde:

Q: empuje ocasionado por el sismo (ton/m²/m)

γ : Peso específico del suelo (ton/m³)

h: altura del terreno sobre los muros(m)

Kv: Coeficiente de sismo vertical.

Kad: coeficiente de empuje activo dinámico.

$$Kad = \frac{\cos^2(\phi - \theta - \beta)}{\cos \theta * \cos^2 \beta * \cos(\delta + \beta + \theta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) * \sin(\phi - \theta - \beta)}{\cos(\delta + \beta + \theta) * \cos(i - \beta)}} \right]}$$

Donde:

ϕ =Angulo de fricción interna.

δ = Angulo de fricción interna entre el muro y el suelo.

i= Angulo de inclinación del terreno.

β = Angulo de inclinación del parámetro interior del muro o estribo.

θ =Angulo en función de los coeficientes sísmicos. A partir de la siguiente expresión:

$$\theta = \arctan g \left(\frac{Kh}{1 - kv} \right)$$

Donde:

Kh= Coeficiente del sismo horizontal.

Carga por efecto de viento (V): su efecto sobre la cubierta se aprecia según los cálculos ...en el Anexo K...

Combinaciones de carga

Carga Muerta (D)

Carga viva: (L)

Presiones horizontales: (H)

Sismo en dirección (X: Sx)

Sismo en dirección (Z: Sz)

Ro=3,5

Comb1: D+L
 Comb1: 1,4D+1,7L
 Comb2: 1,05D+1,28L
 Comb3: 1,05D+1,28L+SX/R+0,30SZ/R
 Comb4: 1,05D+1,28L-SX/R+0,30SZ/R
 Comb5: 1,05D+1,28L+SX/R-0,30SZ/R
 Comb6: 1,05D+1,28L-SX/R-0,30SZ/R
 Comb7: 1,05D+1,28L+SZ/R+0,30SX/R
 Comb8: 1,05D+1,28L+SZ/R-0,30SX/R
 Comb9: 1,05D+1,28L-SZ/R+0,30SX/R
 Comb10: 1,05D+1,28L-SZ/R-0,30SX/R
 Comb11: 1,4D+1,7L+1,7H (ó V)

Ecuaciones para el diseño a flexión y cortante de los elementos

La metodología empleada para el diseño de los elementos es el estado límite de resistencia.

Ecuaciones de diseño para elementos a flexión.

$$K = \frac{Mu}{0,9 * b * d^2}$$

Relación de esfuerzos (m):

$$m = \frac{Fy}{0,85 * Fc}$$

Cuantía de acero (ρ):

$$\rho = \frac{1}{m} \left[1 - \sqrt{1 - \frac{2 * K * m}{Fy}} \right]$$

Donde:

Mu: Momento ultimo o momento de diseño (ton.m)

b: Ancho del muro (m)

d: Peralte que se obtiene como la diferencia entre el espesor del muro y el recubrimiento (m).

Ecuaciones e diseño para elementos a cortante (v):

$$\phi_{vc} = \phi * 0,53 * \sqrt{f'c}$$

$$v = \frac{vu}{b * d}$$

Donde:

ϕ_{vc} : Esfuerzo a cortante del concreto (ton/m²)

V: esfuerzo cortante de diseño (ton/m²)

Vu: carga última (ton)

Diseño de zapatas (Anexo M)

Las estructuras contarán con dos tipos de zapatas:

1. Zapatas Corridas: sobre estas descansan muros de mampostería y columnas del biodigestor además de muros de fachadas y lechos de secado.

Cargas muertas (D): Corresponde a las reacciones de los apoyos, generadas por el programa SAP2000 con la aplicación de la carga muerta sobre la estructura.

Cargas vivas (L): generadas por el programa estructural con la aplicación de las cargas en cada apoyo.

Combinación de carga para diseño (CU): es la suma de cargas vivas y muertas más el 10% por peso propio.

Aproximación de las dimensiones de la zapata:

Área de la cimentación (Ac): corresponde al área de aplicación de las cargas que permita verificar la capacidad portante del suelo de cimentación ($q_u=0,97\text{kg/cm}^2$).

$$Ac = \frac{Cu}{qu}$$

Base del cimiento (B): se determina según la siguiente ecuación:

$$B = \frac{Ac}{L}$$

Donde:

L=longitud del cimiento o largo total de el eje de diseño de la zapata corrida.

Carga neta (qn):

$$qn = D + L$$

Carga distribuida (q):

$$q = \frac{qn}{B}$$

El diseño a cortante y a flexión es similar al cálculo de refuerzo en tanques ya mencionado ya que funciona como viga.

2. Zapatas cuadradas: Este tipo de cimentación fue utilizada para columnas de apoyo de cubierta. Se realizo el mismo proceso de datos, y se realizaron chequeos de punzonamiento, falla como viga, flexión y transmisión de esfuerzos

9. MANUAL DE PUESTA EN MARCHA Y OPERACIÓN

9.1 ACUEDUCTO.

En las siguientes tablas se detalla la operación y manejo de las válvulas para el funcionamiento de las diferentes estructuras del acueducto de las dos redes así:

- Red 1 suministro de agua potable:

Tabla 75. Manejo de válvulas acueducto red 1

OPERACIÓN	CIERRE	APERTURA
Operación normal	V4, V2, V3	V1, V5
Lavado de tanque	Compuerta1, V1, V5	V4, V2
Lavado de desarenador	Compuerta1	V3
Lavado T. de desinfección	V18,V20	V19,V21

- Red 2 suministro de agua para riego y consumo:

Tabla 76. Manejo de válvulas acueducto red 2.

OPERACIÓN	CIERRE	APERTURA
Operación normal.	V6, V8, V14,V16, V17	V7, V9, V10, V11, V12
Lavado de desarenador.	V7	V6, V9, V8
Operación y mantenimiento reservorio.	V12	
Lavado tanque de almacenamiento 2.	V13	V14, V16
Toma de agua para red 1		V17

9.2 PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES. En general Para proteger la planta de los animales es importante construir una cerca de alambre o bien de madera, de modo que los animales no puedan entrar donde este se encuentra.

9.2.1 Tanque séptico:

- Los lodos y las espumas acumuladas deben ser removidos en intervalos equivalentes al periodo de limpieza del proyecto es decir a 1 (un) año. Estos intervalos se pueden ampliar o disminuir, siempre que estas alteraciones sean justificadas y no afecten los rendimientos de operación ni se presenten olores indeseables.
- Debe realizarse una remoción periódica de lodos por personal capacitado que disponga del equipo adecuado para garantizar que no haya contacto entre el lodo y las personas.
- Antes de cualquier operación en el interior del tanque, la cubierta debe mantenerse abierta durante un tiempo suficiente (>15 min.) para la remoción de gases tóxicos o explosivos.
- En ningún caso los lodos removidos, pueden arrojarse a cuerpos de agua, ya que para esto se han dispuesto los lechos de secado. Los lodos secos pueden disponerse en rellenos sanitarios o en campos agrícolas.

9.2.2 Filtro anaerobio.

- La evacuación de lodos debe hacerse de manera periódica, es decir cuando el lecho se haya expandido hasta un punto tal que se haya deteriorado la eficiencia en la remoción de los sólidos suspendidos porque los lodos son arrastrados con el efluente.
- Para minimizar los problemas con los olores se recomienda colocar plantas aromatizantes.

Además se deben tener en cuenta la revisión de los siguientes factores:

- Control de pH
- Control de la alcalinidad
- Control de la temperatura

- Control de los ácidos grasos volátiles
- Control en la producción de gas
- Control de la composición del gas (CH₄, CO₂, N₂, H₂S)
- Control de lavado de sólidos suspendidos en el efluente

9.2.3 Sedimentadores.

- Los lodos del tanque van a ser sacados a través de limpieza mecánica, razón por la cual se recomienda hacer funcionar estos equipos 5 horas al día, según la cantidad de lodos que se acumulen. Antes que se descarguen los lodos del tanque, hay que hacer funcionar el mecanismo durante un tiempo suficiente para tener la seguridad de recolectar satisfactoriamente los sólidos sedimentados en la tolva de lodos.
- Los lodos deben descargarse del tanque cuando menos una vez al día. Los lodos primarios generados se pueden disponerse directamente en lechos de secado y después serán enviados al biodigestor. Está igualmente prohibido descargar los lodos en corrientes o cuerpos de agua.
- No se recomienda descargar lodos que contengan una cantidad excesiva de agua. Las natas y grasas deben eliminarse diariamente de la superficie del tanque.
- Deben revisarse los niveles en los vertederos de los efluentes, puesto que un desnivel en estos puede ocasionar un cortocircuito.
- El operador debe tener presente que el equipo mecánico requiere atención y mantenimiento. Las partes móviles deben mantenerse lubricadas; deben reemplazarse las partes débiles o gastadas. Se recomienda seguir al pie de la letra el instructivo que proporciona el fabricante del equipo.

9.2.4 Filtro percolador.

- Los requisitos para un buen rendimiento del filtro percolador son la distribución uniforme de las aguas residuales sobre la superficie y la buena ventilación. Es

conveniente hacer llenar el filtro de agua limpia primero con el fin de activar correctamente el proceso biológico.

- Periódicamente debe controlarse si los tubos de la regadera y sus aberturas están bloqueados y, en caso necesario, deben limpiarse. Esto rige también para todos los otros dispositivos de alimentación (sifones).

- Las acumulaciones de agua sobre la superficie de los filtros deben eliminarse.

- Los canales recolectores del fondo de los filtros deben mantenerse sin depósitos y en caso necesario se enjuagarán.

- Los desarenadores existentes deben vaciarse ocasionalmente y las aberturas para ventilación deben mantenerse libres.

- Al entrar a un filtro percolador cerrado es conveniente observar si la ventilación funciona y si hay entrada de sustancias explosivas o cambios de color en la superficie del material de relleno. Si se diera alguna de estas situaciones, deben notificarse.

- Si hay trastornos dentro de la planta de tratamiento no sólo deben eliminarse sus efectos, sino también sus causas.

- En el caso de obstrucciones y acumulaciones de agua deben tomarse las siguientes medidas:
 - Reforzar la fuerza de empuje, aumentando la carga del filtro.
 - Enjuagar la superficie del filtro con un chorro de agua de alta presión o con una regadera giratoria en reposo que se accione sobre las áreas obstruidas.
 - Aflojar el material de relleno en la superficie con un rastrillo o una herramienta similar (que no sea pesada).
 - Cargar el filtro percolador, bajo dirección técnica, con productos químicos adecuados. Al final, enjuagar fuertemente.

Si ninguna de estas medidas tiene efecto, primero es necesario sacar una parte del material de relleno, lavarlo y volverlo a colocar. Antes de volver a colocarlo hay que repetir varias veces el enjuague del filtro. Si es necesario, se saca todo el material de relleno, se lava y se vuelve a colocar. En este caso deben revisarse el tamaño y la forma de los granos. El material inservible debe ser reemplazado.

- Una cantidad excesiva de moscas en los filtros puede producir molestias. Para evitarlas, se pueden tomar las siguientes medidas:

- Cargar en forma continua y, en caso necesario, aumentar la carga.
- Lavar la superficie con chorros de agua para disminuir la acumulación de biomasa.
- Lavar fuertemente las partes internas de las paredes del filtro que estén libres en su parte superior.
- Aplicar productos químicos adecuados, bajo dirección técnica. Eventualmente, repetir la aplicación para matar las larvas.
- Aplicar insecticidas en la superficie del filtro y en las paredes, bajo dirección técnica (por la toxicidad sólo en casos excepcionales).
- El uso de sustancias químicas puede producir efectos secundarios perjudiciales sobre la biomasa del filtro y del cuerpo receptor. Por tal razón, deben preferirse las primeras medidas mencionadas.
- Al sembrar plantas en el área del filtro pueden reducirse las molestias causadas por las moscas. Es conveniente no plantar árboles con copas anchas, sino árboles bajos por la caída de las hojas y el peligro subsecuente de formación de acumulaciones de agua u obstrucciones en la superficie del filtro.

9.2.5 Lechos de secado de lodos.

- Se recomienda agregar un kilogramo de alumbre por cada 800 a 2500 L. de lodo para aumentar el desprendimiento de gases. Debe tenerse en cuenta la humedad de los lodos que se apliquen, la superficie del lecho disponible, así como la necesidad de espacio para almacenamiento en los digestores. Una capa delgada se seca más rápidamente, y permite la más rápida remoción del lodo.

- La superficie del lecho debe mantenerse limpia y libre de todos los lodos que se hayan descargado anteriormente. Nunca deben descargarse los lodos sobre otros ya secos o parcialmente secos. Una vez descargados los lodos de un digestor, las tuberías de lodos deben escurrirse bien y hacer circular agua por ellas. Esto no solo evita el taponamiento de las tuberías, sino también el desarrollo de grandes presiones originadas por los gases emanados de los lodos que queden dentro. Por este motivo, debe evitarse encender fósforos, cigarrillos o cualquier fuego, cuando se abran las válvulas de lodos.

- Se recomienda retirar los lodos dependiendo del tratamiento subsecuente de molida o picado, la necesidad de descargar los digestores, y, el contenido de humedad de los lodos que estén en los lechos. La torta que tenga un contenido de humedad de 60 a 70 %, puede retirarse con palas o rastrillos. Se recomienda retirar el lodo con carretillas de mano, tendiendo tabloncillos sobre el lecho, a modo de andén.

- Después de retirar los lodos, el lecho debe prepararse para la siguiente carga.

9.2.6 Biodigestor.

- EL efluente será recogido por tuberías de 6" en el extremo del biodigestor por donde salen los líquidos ya fermentados, pasando a un lecho de secado en donde estos se depositan y son aprovechados como biofertilizante.

- Es importante mencionar que el efluente no tiene organismos que causen contaminación o enfermedades, además las semillas de malezas y huevos de parásitos e insectos se han destruido durante el proceso de fermentación. El biofertilizante puede aplicarse a pastos y cultivos.

- Si el efluente del biodigestor tiene un mal olor fuerte, es posible que se le este suministrando mas de 50 kg de boñiga o poniendo más agua de la indicada y la salida del efluente sea muy rápida sin que se complete el proceso de fermentación.

Esto puede afectar también la producción de gas.

- Para el mantenimiento del biodigestor se deben tomar en cuenta dos aspectos muy importantes: su alimentación y la protección del medio ambiente.

- Una vez que el biodigestor está instalado se encuentra listo para ser alimentado. Debe alimentarse diariamente.
- Si todo funciona bien el biodigestor comenzará a producir gas a los 30 días.
- Es muy importante alimentarlo todos los días y con la misma cantidad de boñiga y agua, porque de esto depende que produzca la cantidad de biogás esperada.

En las siguientes tablas se detalla la operación y manejo de las válvulas para el funcionamiento de la PTAR de los diferentes puntos así:

- Planta de tratamiento punto de descarga establo de porcinos:

Tabla 77. Manejo de válvulas punto de descarga establo de porcinos.

OPERACIÓN	CIERRE	APERTURA
Carga del biodigestor	T3	T2,T1
Operación normal PTAR	T1,T5,T6,V2,V4	T2,T3,T4,C1,T7,V1,V3,V5,V6,V7
Mantenimiento de biodigestor	T1	Operación normal de procesos
Lavado sedimentador 1	T4,C1	T5,V5
Lavado sedimentador 2	T6	C1,V6
Operación de mantenimiento o reparación de biofiltro	V1	V2
Lavado sedimentador secundario	V3	V4,V7

Nota: Se han construido cajas de inspección en los lechos de secado en caso de presentarse problemas de obstrucción.

- Planta de tratamiento aguas residuales institucionales e industriales (planta de procesos cárnicos):

Tabla 78. Manejo de válvulas punto de descarga aguas residuales institucionales e industriales (planta de procesos cárnicos):

OPERACIÓN	CIERRE	APERTURA
Operación normal PTAR	V9,V10,V11,V12,V14	V8,V15,V13
Lavado pozos séptico 1	V8	V9,V11
Lavado pozo séptico 2	V15	V10,V12
Evacuación lodos filtro anaerobio	V13	V14

10. PRESUPUESTO

Para el cálculo del presupuesto general de las estructuras se hizo un análisis de precios unitarios descritos en el Anexo N, tomando en cuenta también los datos correspondientes a salario mínimo descritos...en el numeral 1.1.12.1...

Tabla 79. Presupuesto general.

UNIVERSIDAD DE NARIÑO
GRANJA EXPERIMENTAL "BOTANA"

"Optimización del sistema de abastecimiento de agua, diseño del sistema de alcantarillado sanitario y de la planta de tratamiento de agua residual de la granja experimental Botana de la Universidad de Nariño".

PRESUPUESTO DE OBRA					
1. PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL					
ITEM	DESCRIPCION	UND	CANT.	V.UNITARIO	V.TOTAL
1,0	PRELIMINARES				
1,1	LOCALIZACION Y REPLANTEO	M2	243,24	639,01	155433,77
1,2	DESCAPOTE	M3	24,32	705,02	17146,03
2,0	EXCAVACION MANUAL				
2,1	EXCAVACION EN MATERIAL COMUN	M3	196,94	14100,35	2776922,93
2,1	CARGUE DEL MATERIAL	M3	221,26	1880,05	415979,13
3,0	ESTRUCTURAS EN CONCRETO REFORZADO (3000PSI)				
3,1	SOLADO EN CONCRETO CICLOPEO	M3	3,26	139716,06	455474,36
3,2	ZAPATA 0.70 X 0.70 X 0.20	UN	8	45077,69	360621,51
3,3	ZAPATA 1,5 X 1,5 X 0,25	UN	1	117675,42	117675,42
3,4	VIGA DE CIMENTACION 0.25 X 0.25	ML	60,85	62580,98	3808052,47
3,5	ZAPATA CORRIDA 0.40X0.55	ML	16,81	112317,47	1888056,74
3,60	MUROS ESTRUCTURALES	M2	103,86	127931,39	13286954,64
3,70	LOSA DE FONDO CONICO	M2	17,78	72348,59	1286357,95
3,80	TAPA DE CCTO REFORZADO PARA CUBIERTA E=0,15M	M2	28,51	47719,19	1360474,17
3,90	TAPA DE CCTO REFORZADO PARA FONDO E=0,20M	M2	28,51	61237,64	1745885,20
3,10	VIGA .035X0.35	ML	16,81	62832,33	1056211,46
3,11	VIGA 20X20 (T1)	ML	8,96	64879,37	581319,12
3,12	VIGA 20X20(T7)	ML	7,48	52540,99	393006,60
3,13	VIGA DE CONFINAMIENTO 0.12*0.15	ML	49,69	36075,38	1792585,43
3,14	COLUMNA 0.25X0.25	ML	36,54	66112,61	2415754,61
3,15	COLUMNA 0.20X0.20	ML	54,18	35370,25	1916360,14
4,0	MAMPOSTERIA				
4,1	MURO EN TIZON	M2	101,3	37413,39	3789976,13
4,2	MURO EN ZOGA	M2	140,53	24716,25	3473374,87
5,0	ACABADOS				
5,1	REPELLO DE MUROS	M2	345,69	8001,87	2766165,46
5,2	IMPERMEABILIZACION	M3	5,1854	93433,20	484483,84

Tabla 79. (Continuación)

ITEM	DESCRIPCION	UND	CANT.	V.UNITARIO	V.TOTAL
6,0	MATERIAL GRANULAR DE FILTROS Y LECHOS DE SECADO				
6.1	LECHO DE GRAVA	M3	51,97	30000,00	1559100,00
6.2	LECHO DE ARENA	M3	15,77	22000,00	346940,00
6.3	TUBERIA EN CEMENTO PARA FALSO FONDO 20"	UN	50	15000,00	750000,00
7,0	CUBIERTA Y ACCESORIOS PARA SU INSTALACION				
7.1	CUBIERTA	M2	111,32	25871,67	2880033,93
7.2	CERCHAS EN PERFIL C 160*60-2MM	GB	1	1500000,00	1500000,00
8,0	INSTALACIONES SANITARIAS				
8.1	RED SANITARIA	GB	1	16776881,77	16776881,77
8.2	TANQUE DE CARGA Y DESCARGA	UN	2	125264,19	250528,37
9,0	PISOS				
9.1	PISOS EN CONCRETO SIMPLE E=0,07	M3	4,7534	139493,90	663070,30
10,0	SISTEMA DE BOMBEO Y MECANISMOS DE DISPOSICION DE LODOS				
10.1	SIST. BOMBEO Y SIST. DE CIRCULACION DE LODOS	GB	1	4839891,84	4839891,84
11,0	INSTALACIONES PARA SUMINISTRO DE GAS				
11.1	SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO Y REDES	GB	1	906994,90	906994,90
12,0	INSTALACIONES ELECTRICAS				
12.1	SISTEMA ELECTRICO	GB	1	150000,00	150000,00
13,0	CARPINTERIA METALICA				
13.1	INSTALACIONES PARA OPERACIÓN DEL EQUIPO	GB	1	338992,58	338992,58
14,0	SISTEMA DE CLORACION				
14.1	SISTEMA DE CLORACION ESTABLO PORCINOS	GB	1	580000,00	580000,00
15,0	SISTEMA DE MEDICION				
15.1	VERTEDEROS DE AFORO LAMINA 1/8"	UN	2	88328,59	176657,18

COSTO DIRECTO = 78063362,84

PRESUPUESTO DE OBRA					
2. ALCANTARILLADO SANITARIO					
ITEM	DESCRIPCION	UND	CANT.	V.UNITARIO	V.TOTAL
1,0	PRELIMINARES				
1.1	LOCALIZACION Y REPLANTEO	M2	140	639,01	89461,96
1.2	DESCAPOTE	M3	45	705,02	31725,79
2,0	EXCAVACION MANUAL				
2.1	EXCAVACION EN MATERIAL COMUN	M3	204	14100,35	2876471,40
2.2	CARGUE DEL MATERIAL	M3	249	1880,05	468131,62
3,0	POZOS DE INSPECCION				
3.1	23.1 POZOS DE INSPECCION TIPO 1-2-4-2A-2B	GB	1	2826284,12	2826284,12
3.2	23.2 POZO DE INSPECCION 3	GB	1	956608,92	956608,92
4,0	RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO				
4.1	INST.TUBERIAS SANITARIAS	UN	50	398461,13	19923056,50

COSTO DIRECTO = 27171740,31

Tabla 79. (Continuación)

PRESUPUESTO DE OBRA					
3. SISTEMA DE ACUEDUCTO					
ITEM	DESCRIPCION	UND	CANT.	V.UNITARIO	V.TOTAL
1.0	BOCATOMA 1				
1,1	MURO EN TIZON	M2	4	37413,39	149653,55
1,2	REPELLO DE MUROS	M2	23,52	8001,87	188203,92
1,3	IMPERMEABILIZACION	M3	0,705	93433,20	65870,41
1,4	DEMOLICION ESTRUCTURAS	M3	3,72	15000,00	55800,00
1,5	REMOCION DEL MATERIAL	M3	3,72	1880,05	6993,77
1,6	TAPA DE CCTO REFORZADO PARA CUBIERTA Y FONDO E=0,15M	M2	2	47719,19	95438,38
1,7	TAPA METALICA 0,6*0,8 M	UN	2	60000,00	120000,00
2.0	BOCATOMA 2				
2,1	MURO EN TIZON	M2	14	37413,39	523787,42
2,2	REPELLO DE MUROS	M2	43,26	8001,87	346160,77
2,3	TAPA DE CCTO REFORZADO PARA CUBIERTA Y FONDO E=0,15M	M2	14	47719,19	668068,69
2,4	REJILLA EN VARILLA DE ACERO 1/2"	Un	1	40000,00	40000,00
2,5	REPELLO DE MUROS TANQUE ALMACENAMIENTO	M2	9	8001,87	72016,80
2,6	IMPERMEABILIZACION TANQUE ALMACENAMIENTO	M3	0,14	93433,20	13080,65
2,7	CANALETA CON ORIFICIOS	UN	1	70000,00	70000,00
3.0	REPARACION DE ESTRUCTURAS				
3,1	REPARACION DE CAJAS DE VALVULAS	UN	3	95233,21	285699,64
3,2	REPELLO DE MUROS	M2	3	97777,78	293333,33
4.0	INSTALACIONES HIDRAULICAS				
4,1	LLAVE DE PASO 1 1/2"	UN	9	23873,00	214857,00
4,2	LLAVE DE PASO 2"	UN	4	37398,00	149592,00
4,3	INST. HIDRAULICA GLOBAL	GB	1	1000000,00	1000000,00
4,4	VERTEDEROS DE AFORO LAMINA 1/8"	UN	4	88328,59	353314,37
4,5	CAMBIO TUBERIA 3" CONDUCCION TRAMO A - J RDE 32,5	ML	161,88	23641,16	3827031,39
5.0	SISTEMA DE CLORACION				
5,1	CASETA DE CLORACION	Un	1	960716,59	960716,59
5,2	SISTEMA DE CLORACION	GB	1	580000,00	580000,00

COSTO DIRECTO = 10079618,68

COSTO TOTAL DIRECTO = 115314721,80

AUI(%) = 17297208,27

COSTO TOTAL = 132611930,1

11. RECOMENDACIONES

Buscar alternativas de financiamiento para la ejecución del proyecto, para el correcto funcionamiento de las estructuras propuestas.

Conservar la reserva forestal, para mitigar los efectos causados por los cambios climáticos.

Realizar un adecuado y permanente mantenimiento teniendo en cuenta los manuales de operación y puesta en marcha, tanto de las estructuras existentes como de las proyectadas.

Evitar el paso de animales o circulación de personas diferentes al personal calificado, que puedan ocasionar daños en las estructuras.

Implementar alternativas de captación de las aguas lluvias para la incorporación de sistemas de consumo.

Aprovechar el agua lluvia en las áreas de cultivo profundizando zanjas, para evitar el ingreso de estas aguas en el sistema de alcantarillado sanitario.

Evitar el ingreso de sustancias que inhiban los procesos biológicos que se llevan a cabo en la planta que trata las aguas procedentes de los establos de porcinos.

Reutilizar las aguas tratadas en métodos diferentes a la aspersion de frutales y anegación de hortalizas y verduras.

Utilizar un tipo de riego que además de economizar agua evite la contaminación de los alimentos que se consumen crudos.

Realizar un mantenimiento total al reservorio, en el cual se incluya taponamiento de grietas, chequeo de niveles y verificación de fugas para evitar desperdicio.

Realizar un plan de adecuación de los suelos en la granja, utilizando el lodo listo para disposición final proveniente de la planta de procesos cárnicos.
Implementar un sistema el cual permita utilizar el biogás proveniente del biodigestor para la generación de energía.

Incluir sistemas de medición (caudal, presión y toma de muestras), para posteriores análisis, tanto en las estructuras de agua potable, como también en las proyectadas para el tratamiento del agua residual.

Modificar los diámetros del tramo A-J según los parámetros obtenidos al calcular dicho tramo utilizando la ecuación de Colebrook – White.

Realizar pruebas de caracterización de aguas residuales, una vez implementados los sistemas propuestos para el uso y reutilización en el sector agrícola.

12. CONCLUSIONES.

La administración del recurso de agua es un proceso integral, con la incorporación de tecnologías tanto para el suministro, como para el tratamiento y disposición de las aguas negras producidas por el uso agropecuario y consumo humano. Por ello la Universidad de Nariño, como institución educativa debe promover proyectos e impulsar el desarrollo de la sociedad en pro de la calidad de vida y del medio ambiente.

Con la optimización del sistema de abastecimiento de agua y alcantarillado sanitario, se pretende cubrir las necesidades básicas de funcionamiento de la Granja Experimental BOTANA de la Universidad de Nariño, mejorar la calidad del agua de consumo e implementar sistemas que permitan un adecuado manejo, disposición y mantenimiento de las instalaciones, con base en la normatividad existente.

El proceso de selección de la tecnología para tratamiento de agua residual proyectado, proporciona las herramientas necesarias para la implementación de un sistema, el cual aproveche los residuos sólidos como resultado de las actividades de la granja, generando mecanismos para la reutilización de los lodos y la adecuada disposición de estos mismos.

BIBLIOGRAFIA

CHAUR BERNAL, Jairo. Boletín didáctico No. 32. El Biogás. Bogotá: Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural: PRODUMEDIOS, 2001.

CRITES, Ron y TCHOBANOGLOUS, George. Sistema de Manejo de Aguas Residuales para Núcleos Pequeños y Descentralizados. Bogotá, 2001. 1043 p.

DÍAZ CHAUCANES, Andrés Fernando y GUSTIN GENIO, José Luís. Sistema Aerobio de Lechos Bacterianos para el tratamiento de Aguas Residuales Urbanas FAIGII, 2001. 198 p.

DEPARTAMENTO DE SANIDAD DE NUEVA YORK. Manual de Tratamiento de Aguas Negras. Nueva York: Limusa, 1983. 295 p.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TECNICAS Y CERTIFICACIÓN. Papel: formatos. Bogotá: ICONTEC, 1976. 16 p.

INTERNACIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Information and Documentation. Bibliographic referents. Part 2. Electronic Documents or Parts Thereof. Gêneve: ISO, 1997, 18p. (ISO 690-2).

LÓPEZ CUALLA, Ricardo Alfredo. Elementos de diseño para acueductos y alcantarillados. 2 ed. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería, 2003. 521 p.

METCALF & EDDY. Tratamiento y depuración de las aguas residuales. Madrid: Labor, 1995. 837 p.

MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO. Reglamento técnico del sector de agua potable RAS –2000. Bogotá D.C. Noviembre 2000. 1850 p.

MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO Y MINISTERIO DEL INTERIOR. Normas Sismorresistentes NSR-98. Bogotá D.C. Enero 1998. 1146 p.

MORALES ERAZO, Marcell. Sistema Aerobio de Lechos Bacterianos para tratamiento de aguas residuales urbanas, 2001. 178 p.

RAMIREZ, Julio and GRIDER, Amy. Estructural Concrete Design: W.F. Chen, 1995.

ROMALHO, R. S. Tratamiento de aguas residuales. 2 ed. Québec (Canadá): Reverte, 1983. 697 p.

ROMERO, Freddy Hernán y SERNA, José Ignacio. Acueductos Teoría y Diseño. Medellín: Universidad de Medellín, 1993. 572 p.

ROMERO ROJAS, Jairo Alberto. Acuitratamientos por Lagunas de Estabilización. 2 ed. Bogota: Escuela Colombiana de Ingeniería, 1994. 271 p.

ROMERO ROJAS, Jairo Alberto. Tratamiento de Aguas Residuales, Teoría y Principios de Diseño. Bogota: Escuela Colombiana de Ingeniería, 1999. 1217 p.

SALAZAR CANO, Roberto. Acueductos. San Juan de Pasto: Editorial Universitaria, 2003.

_____ Teoría y Diseño de los Tratamientos de Aguas Residuales. San Juan de Pasto: Editorial Universitaria, 2002. 341 p.

_____ Instalaciones Hidrosanitarias en Edificios. San Juan de Pasto: Editorial Universitaria, 1999. 277 p.

_____ Alcantarillados. San Juan de Pasto: Editorial Universitaria. Febrero 2000.

VEGA B, Daniel. Estructuras de medición de caudal (Vertederos de pared delgada rectangular y triangular). Cochabamba: Centro Andino para gestión y uso del agua, 2004. 37p.

FUENTES DE INFORMACION ELECTRONICAS.

ALMEIDA DE SOUZA, Marco Antonio. Metodología de análisis de decisiones para seleccionar alternativas de tratamiento y uso de aguas residuales [en línea], Brasilia – DF (Brasil): Universidad de Brasilia, Dpto. de Ingeniería civil. Abril 1997. Disponible en Internet: <<http://www.cepis.ops oms.org/eswww/proyecto/repidisc/publica/hdt/hdt068.html>>

AYRES, Rachel M and MARA, Duncan. Analysis of Wastewater for Use in Agriculture: a Laboratory Manual of Parasitological and Bacteriological Techniques [online]. Geneva (England), Department of Civil Engineering (University of Leeds). 1996. Disponible en internet: <http://www.who.int/water_sanitation_health/wastewater/labmanual.pdf>

BOTERO, Raul y PRESTON Thomas R. Biodigestor de bajo costo: Manual para su instalación operación y utilización [en línea]. Colombia, 1987. Disponible en Internet: <http://www.google.com.co/search?sourceid=navclient&ie=UTF8&rlz=1T4AMSA_en__CO255&q=Biodigestor+de+bajo+costo%2e+Manual+para+su+instalacion%2c+operaci%c3%b3n+y+utilizaci%c3%b3n%2c+Raul+Botero+Botero+y+Thomas+R%2e+Preston%2e1987>.

CASTRO de ESPARZA, María Luisa y BENAVIDES, Livia. Aspectos químicos en la clonación de aguas residuales [online]. Perú, Universidad Peruana Cayetano Heredia. Junio 1987. Disponible en Internet: <<http://www.bvsde.paho.org/eswww/proyecto/repidisc/publica/hdt/hdt39/hdt39.html>>.

ESCUELA DE AGRICULTURA DE LA REGIÓN TROPICAL HÚMEDA (EARTH). Manual para la descripción y el mantenimiento del sistema de descontaminación productiva del las aguas residuales provenientes de las actividades pecuarias [en línea]. Costa Rica, Diciembre 2003, ISSN: 1659-2751. Disponible en Internet: http://usi.earth.ac.cr/tierratropical/archivos-deusuario/Edicion/23_v211_Nimukunda.pdf.> FUNDACIÓN HÁBITAT. Biodigestores: Una alternativa a la autosuficiencia energética y de biofertilizantes [en línea]. Quindío, Abril de 2005. Disponible en Internet:<<http://imagenes.tupatrociniio.com/imgbbdd/documentos/biodigestores.doc>>

HERRERA, Christian y PERALTA, José Maria. Manejo de Purines Porcinos y Tecnologías Aplicables [en línea], Colombia. Disponible en Internet:

<http://www2.sag.gob.cl/Recursos-Naturales/manejo_purines_cerdo/pdf/Capitulo1.pdf> Instituto Costarricense de Electricidad (ICE). ¿Cómo Instalarlo en su Finca?, Programa Agroconservación UCSARA UMC UEN Pisa [en línea]. Costa Rica, 2006. Disponible en Internet: <http://www.engormix.com/s_articles_view.asp?art=981&AREA=POR.>

MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL. Decreto número 475 [en línea]. Colombia. Marzo 1998. Disponible en Internet: <http://publicacion05.unipamplona.edu.co/hidroinformatica/portal/home_1/rec/arc_640.pdf.>

_____ Decreto número 3100 [en línea]. Colombia. Octubre 2003. Disponible en Internet: <http://www.google.es/search?q=decreto+3100&btnG=Buscar&hl=es&lr=lang_es&rlz=1B3GGGL_esCO255CO256>

_____ Selección de la Tecnología para tratamiento de Aguas residuales SELTAR [en línea], Colombia. Disponible en Internet: <<http://www.minambiente.gov.co/sias/Seltec/index.html>>

MONTANARO, Roberto. Producción de Biogás en granjas porcinas en confinamiento [en línea]. 2007. Disponible en Internet: <http://www.engormix.com/produccion_biogas_granjas_porcinas_s_articulos_1420_POR.htm>

ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. Especificaciones técnicas para el diseño de tanques sépticos [en línea]. Lima (Perú). Centro panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente División de Salud y ambiente. 2003. Disponible en Internet: <http://www.emagister.com/cursosgratis/cursos_gratis/solicitudes/index.cfm?id_centro=57953030052957564866666952674548&id_curso=65460080050465505765667068654553&id_puente=65460080050454695154544955484553&id_búsqueda=1109746&id_segmento=3&id_categ=32&id_tipo_curso=16&thumbnail=/cursos_gratis/pcurso/images/thunmedpdf.gif&id_solic_emag=39074761&mail=d850328@hotmail.com&isRegistrado=YES&alta_push=0>

ANEXOS

Anexo A. Resolución 407, concesión de aguas.



Expediente 2348.

RESOLUCIÓN No. 407

Por la cual se autoriza una concesión de aguas

EL SUBDIRECTOR DE CONOCIMIENTO Y EVALUACIÓN AMBIENTAL DE LA CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE NARIÑO "CORPONARIÑO", EN USO DE SUS FACULTADES LEGALES Y EN ESPECIAL DE LAS CONFERIDAS EN EL DECRETO 3455/83, RESOLUCIÓN 481/88 Y LEY 99/93 Y

CONSIDERANDO

Que el señor JAIRO MUÑOS HOYOS identificado con cédula de ciudadanía número 12'956.559 de Pasto, actuando en calidad de Rector de la Universidad de Nariño, solicitó una concesión de aguas de la fuente de uso público denominada "CUENCA LA NEGRA", vereda Botana del municipio de "PASTO".

Que la Sección de Aguas, mediante Concepto Técnico No. 449-2006, manifiesta que no encuentra inconveniente de orden técnico para que se conceda una cantidad de UNO PUNTO CERO NUEVE (1,09) Lt/sg, equivalente al 100 % del caudal total aforado.

Que a la solicitud se le dio el trámite ordenado por los Decretos 2811/74, 1541/76 y el Acuerdo 008/86.

Que dado el caudal solicitado y/o su destino, NO se requiere autorización por parte del Ministerio de Salud, según decreto 1544/1984. Que de conformidad a lo dispuesto en la ley 99/93 corresponde a la Corporación administrar las aguas de uso público en el área de su jurisdicción.

RESUELVE

ARTÍCULO PRIMERO: Otorgar la concesión de aguas a nombre del señor JAIRO MUÑOS HOYOS identificado con cédula de ciudadanía número 12'956.559 de Pasto, actuando en calidad de Rector de la Universidad de Nariño, una cantidad de UNO PUNTO CERO NUEVE" (1,09) Lt/seg, equivalente al 100% del caudal total aforado en las fuente o afloramientos hídricos denominados Cuenca La Negra, ubicada en la vereda Botana del municipio de Pasto, para beneficio de la Granga de la Universidad de Nariño. Su destino es para uso doméstico de 2 familias (0,05 l.p.s.) y uso agropecuario (1,04 l.p.s.) para mantenimiento de 400 animales entre ganado vacuno y especies menores y riego de 5 hectáreas con cultivos temporales. Los que serán captados con los siguientes condicionamientos, de acuerdo al Art. 37 del Decreto 1541/78.

El suministro de aguas para satisfacer concesiones esta sujeto a la disponibilidad del recurso, por tanto, el estado no es responsable cuando por causas naturales no puede garantizar el caudal concedido. En caso de escasez, todas serán abastecidas a prorrata o por turnos. Los interesados deben asumir costos de protección del recurso hídrico.

Todos los reboses deben retornar al cauce natural, sin deterioro en su calidad para el posterior aprovechamiento y conservación del ecosistema.

Los usuarios se deberán comprometer a proteger y reforestar las áreas adyacentes al nacimiento y las orillas del corredor *protector de la fuente*.

De igual manera deberá denunciar ante CORPONARIÑO a aquellas personas que realicen quemas, talas, contaminaciones y todo tipo de atentados en contra de los recursos naturales y el medio ambiente.

Se deberá hacer un uso técnico y racional al agua. CORPONARIÑO se reserva el derecho a modificar parcial o totalmente los términos de la resolución, de acuerdo a las prioridades de tipo social, ecológico o económico que la entidad pueda establecer o al desarrollo de algún plan de ordenamiento que en la cuenca se adelante.

ARTÍCULO SEGUNDO: La vigencia de este permiso será de cinco (5) años a partir de la ejecutoria de la resolución, plazo que podrá ser prorrogado a solicitud de los interesados dentro del último año de vigencia, salvo razones de interés social o conveniencia pública.

ARTÍCULO TERCERO: La presente resolución no implica imposición de servidumbres. Si fuere necesario, deberá tramitarse esta mediante justicia ordinaria por los interesados.

ARTÍCULO CUARTO: Este permiso queda sujeto al cumplimiento de las normas vigentes sobre la materia y de las que se promulgan al respecto en un lapso de cinco (5) años.

ARTÍCULO QUINTO: Los permisionarios deben cancelar por aprovechamiento de agua la suma que CORPONARIÑO liquide, de conformidad con el Decreto 155 de 2004.

ARTÍCULO SEXTO: Serán causales de caducidad de permiso y de imposición de sanciones, las conductas previstas en los artículos 238 y 239 del Decreto 1541/78.

ARTÍCULO SÉPTIMO: El encabezamiento y parte resolutive de esta providencia deberá publicarse por parte del interesado en el Boletín Oficial de la Corporación, dentro de los diez (10) días siguientes a su ejecutoria.

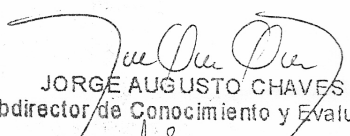
ARTÍCULO OCTAVO: Contra esta providencia, proceden los recursos de reposición y apelación, de los cuales debe hacer uso dentro de los cinco (5) días hábiles siguientes a la notificación de la misma.


ARTÍCULO NOVENO: La presente rige a partir de su expedición.

Dado en San Juan de Pasto,

13 0 NOV 2006

NOTIFIQUESE, PUBLIQUESE Y CÚMPLASE


JORGE AUGUSTO CHAVES MENDEZ
Subdirector de Conocimiento y Evaluación Ambiental

Proyectó y Elaboró: Edezar Benavides. 

Anexo B. Requerimiento ambiental.



0.3.3.2

San Juan de Pasto,

09 OCT 2006

3208

Doctor
JAIRO MUÑOZ HOYOS
Rector Universidad de Nariño
Pasto, Nariño

Asunto: Requerimiento Ambiental
Exp. No. Vtos 091 "Universidad de Nariño"

Cordial saludo:

Para su conocimiento y fines pertinentes, nos permitimos requerirle la presentación en un término de sesenta (60) días, de un Plan de Ingeniería de acuerdo al Artículo Segundo del Auto No. 220 del 4 de octubre de 2006 y los Términos de Referencia que se anexan al presente.

Atentamente,


JORGE AUGUSTO CHAVES MENDEZ
Subdirector de Conocimiento y Evaluación Ambiental

Anexo: Auto y Términos

Copia: Archivo

Elizabeth L.

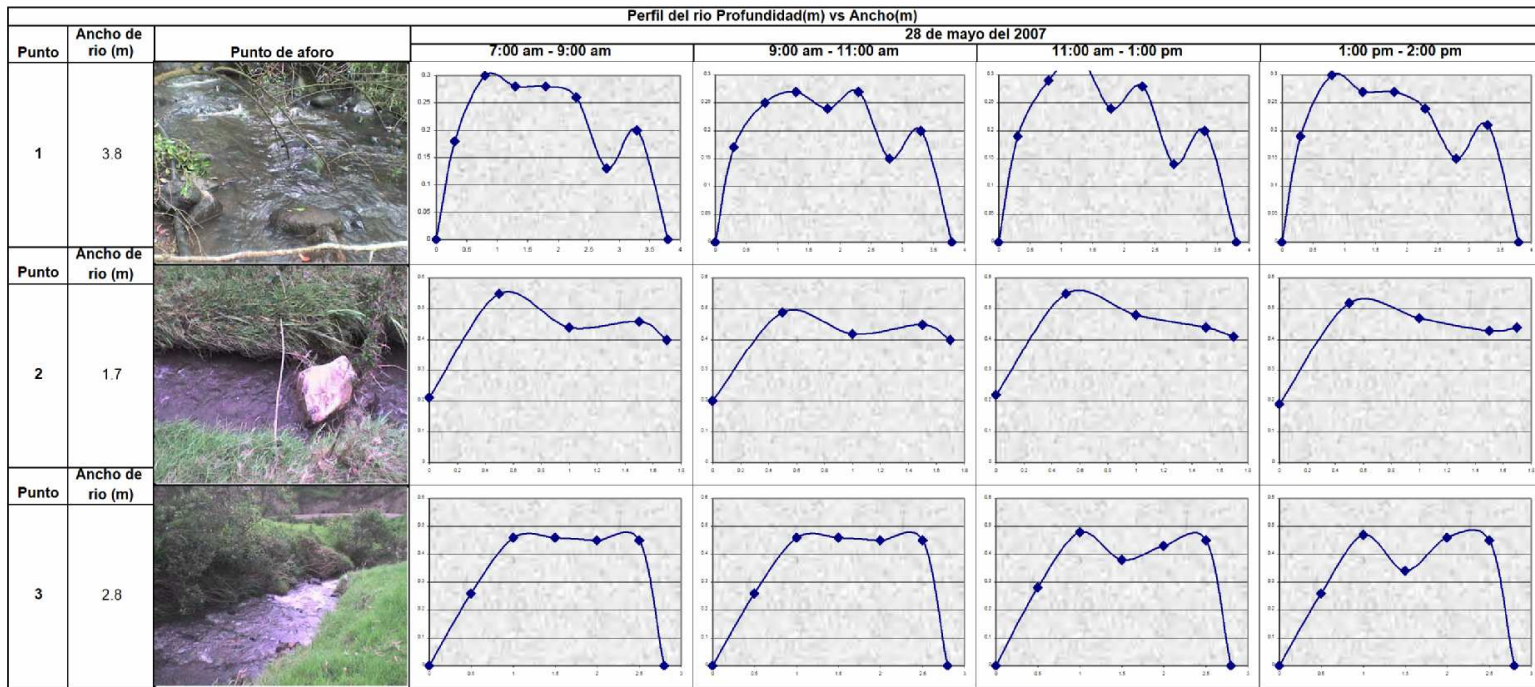
Anexo C. Determinación del caudal de la fuente receptora.

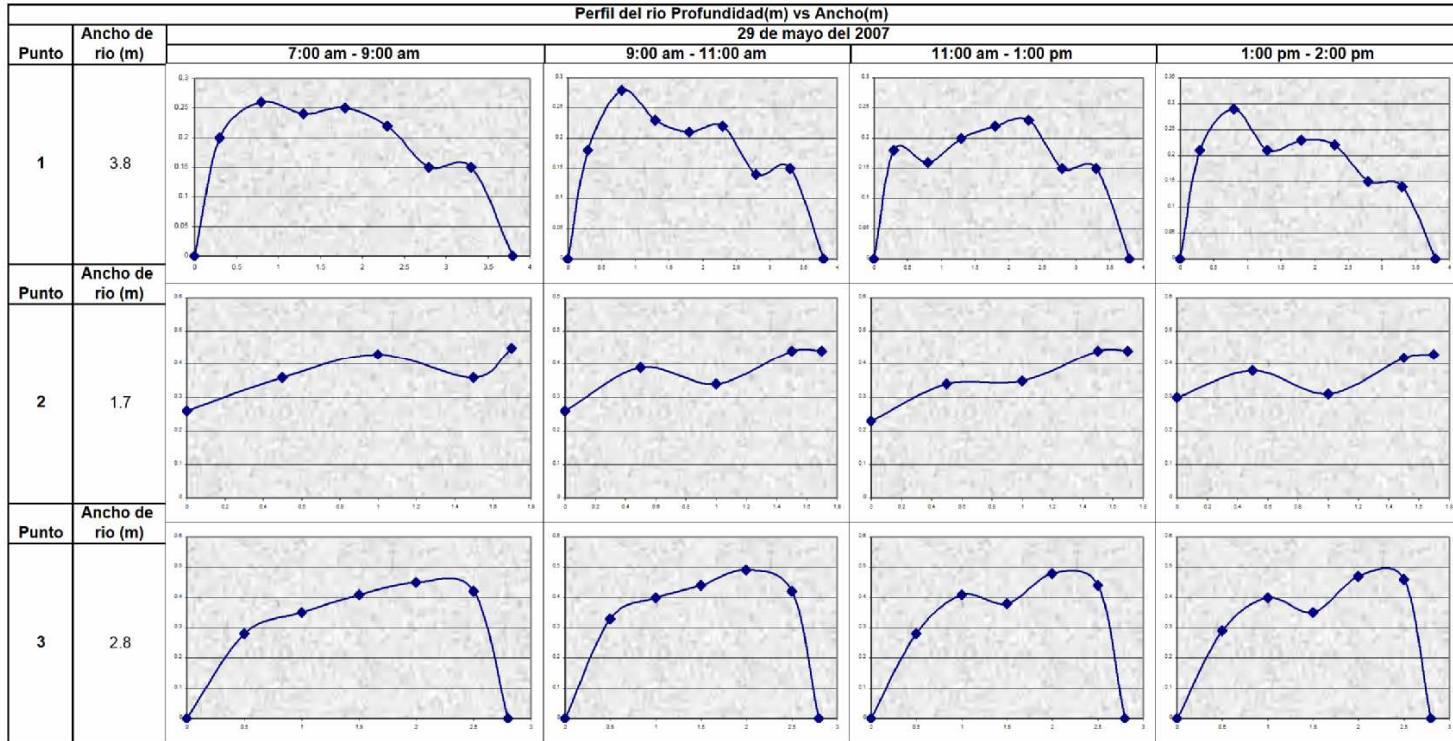
UNIVERSIDAD DE NARIÑO-SEDE BOTANA
ANÁLISIS PARA AGUA RESIDUAL
DETERMINACIÓN DE CAUDAL EN LA FUENTE RECEPTORA

DESCRIPCIÓN				PERFIL DEL CUERPO RECEPTOR (RIO)									Area	VELOCIDAD FLOTADOR			Caudal	DETALLES						
Fecha	Punto	Ancho de río (m)	Hora	DISTANCIA x (m)									m ²	T (seg)	Dis x(m)	VEL (m/s)	Q m ³ /seg							
				0	0.3	0.8	1.3	1.8	2.3	2.8	3.3	3.8												
28-05-07	1	3.8	7-9	0	0.18	0.3	0.28	0.28	0.26	0.13	0.2	0	0.7972	4.3	1.8	0.4186047	0.3337116	$y = -0.0212x^6 + 0.2318x^5 - 0.964x^4 + 1.9315x^3 - 2.02x^2 + 1.1319x - 0.0055$						
			9-11	0	0.17	0.25	0.27	0.24	0.27	0.15	0.2	0	0.7138	3.2	1.25	0.390625	0.2788281	$y = -0.018x^6 + 0.1989x^5 - 0.8425x^4 + 1.7252x^3 - 1.8288x^2 + 1.0184x - 0.0029$						
			11-1	0	0.19	0.29	0.33	0.24	0.28	0.14	0.2	0	0.8223	1.6	1.25	0.78125	0.6424219	$y = -0.0151x^6 + 0.1628x^5 - 0.6738x^4 + 1.3793x^3 - 1.5668x^2 + 1.0177x - 0.0019$						
			1-3	0	0.19	0.3	0.27	0.24	0.15	0.21	0	0.8108	2.2	1.25	0.5681818	0.4606818	$y = -0.0194x^6 + 0.2123x^5 - 0.8915x^4 + 1.832x^3 - 1.9978x^2 + 1.1521x - 0.0045$							
	2	1.7	7-9	DISTANCIA(x)m									m ²	T(seg)	Disx(m)	VEL(m/s)	m ³ /seg							
			9-11	0	0.5	1	1.5	1.7	-	-	-	-							0.8038	2.5	2.5	1	0.8038	$y = -0.8204x^4 + 3.2347x^3 - 4.3162x^2 + 2.132x + 0.21$
			11-1	0.2	0.49	0.42	0.45	0.4											0.7494	3	2.5	0.8333333	0.6245	$y = -0.6759x^4 + 2.6411x^3 - 3.4988x^2 + 1.7536x + 0.2$
			1-3	0.22	0.55	0.48	0.44	0.41											0.8109	3.1	2.5	0.8064516	0.6539516	$y = -0.4157x^4 + 1.8204x^3 - 2.8031x^2 + 1.6584x + 0.22$
	3	2.8	7-9	DISTANCIA(x)m									m ²	T(seg)	Disx(m)	VEL(m/s)	m ³ /seg							
			9-11	0	0.5	1	1.5	2	2.5	2.8	-	-							1.0338	5.5	2.45	0.4454545	0.4605109	$y = -0.0628x^6 + 0.3379x^5 - 0.4485x^4 - 0.2462x^3 + 0.5223x^2 + 0.3573x - 2E-10$
			11-1	0	0.26	0.42	0.45	0.44	0.43	0									0.9937	5.9	2.45	0.4152542	0.4126381	$y = -0.1005x^6 + 0.7082x^5 - 1.8283x^4 + 2.149x^3 - 1.3572x^2 + 0.8488x - 1E-10$
			1-3	0	0.28	0.48	0.38	0.43	0.45	0									0.9858	8.8	2.45	0.2784091	0.2744557	$y = 0.086x^6 - 0.9915x^5 + 4.0069x^4 - 7.0846x^3 + 5.1473x^2 - 0.6841x - 1E-10$
29-05-07	1	3.8	7-9	DISTANCIA(x)m									m ²	T(seg)	Disx(m)	VEL(m/s)	m ³ /seg							
			9-11	0	0.3	0.8	1.3	1.8	2.3	2.8	3.3	3.8							0.7179	1.8	1.25	0.6944444	0.4985417	$y = -0.0173x^6 + 0.2009x^5 - 0.899x^4 + 1.9608x^3 - 2.1942x^2 + 1.1981x - 0.0019$
			11-1	0	0.18	0.28	0.23	0.21	0.22	0.14	0.15	0							0.7518	2.8	1.25	0.4464286	0.335625	$y = -0.0081x^6 + 0.0962x^5 - 0.4578x^4 + 1.1235x^3 - 1.5108x^2 + 1.0174x - 0.0039$
			1-3	0	0.18	0.16	0.2	0.22	0.23	0.15	0.15	0							0.5882	2.3	1.25	0.5434783	0.3196739	$y = -0.025x^6 + 0.2904x^5 - 1.2859x^4 + 2.6889x^3 - 2.693x^2 + 1.1885x + 0.0006$
	2	1.7	7-9	DISTANCIA(x)m									m ²	T(seg)	Disx(m)	VEL(m/s)	m ³ /seg							
			9-11	0.26	0.36	0.43	0.36	0.45											0.6249	2.9	2.5	0.862069	0.5387069	$y = 0.6367x^4 - 2.0568x^3 + 1.9109x^2 - 0.3209x + 0.26$
			11-1	0.26	0.39	0.34	0.44	0.44											0.6581	2.5	2.5	1	0.6581	$y = -0.5459x^4 + 2.0778x^3 - 2.5213x^2 + 1.0695x + 0.26$
			1-3	0.23	0.34	0.35	0.44	0.44											0.6235	3	2.5	0.8333333	0.5195633	$y = -0.3457x^4 + 1.277x^3 - 1.5106x^2 + 0.6992x + 0.23$
	3	2.8	7-9	DISTANCIA(x)m									m ²	T(seg)	Disx(m)	VEL(m/s)	m ³ /seg							
			9-11	0	0.5	1	1.5	2	2.5	2.8	-	-							0.9544	6.4	1.25	0.1962564	0.1574359	$y = -0.1082x^6 + 0.8565x^5 - 2.6651x^4 + 4.1253x^3 - 3.3406x^2 + 1.4819x - 1E-10$
			11-1	0	0.33	0.4	0.44	0.49	0.42	0									1.0603	7.6	1.25	0.1644737	0.1743914	$y = -0.0579x^6 + 0.4399x^5 - 1.3946x^4 + 2.363x^3 - 2.3539x^2 + 1.3936x - 1E-10$
			1-3	0	0.29	0.4	0.35	0.47	0.46	0									0.9717	8.8	1.25	0.1420455	0.1380256	$y = 0.081x^6 - 0.858x^5 + 3.1807x^4 - 5.064x^3 + 3.1217x^2 - 0.0613x - 2E-10$

RIO(1): 100 mts. Antes del vertimiento
 RIO(2): Punto de vertimiento
 RIO(3): 100 mts. Despues del vertimiento

Anexo D. Perfil del río profundidad (m) Vs. Ancho (m).






Anexo E. Análisis para agua residual muestra compuesta de puntos de descarga y cuerpo receptor

UNIVERSIDAD DE NARIÑO-SEDE BOTANA ANÁLISIS PARA AGUA RESIDUAL MUESTRA COMPUESTA									
								Temperatura ambiente: 18°C	
FECHA:		7 de Mayo del 2007							
TIEMPO:		Seco							
PUNTO DE MUESTREO:		Punto No.1							
Hora	Volumen (L)	Tiempo (seg)	Caudal (L/seg)	Σcaudal (L/seg)	Qprom (L/seg)	volumen (L)	ph	T° °c	Conductiv (µS)
7-8	3.600	8.460	0.426	0.426	0.426	0.222	6.81	14	
8-9	2.360	5.200	0.454	0.879	0.440	0.229	6.85	14	
9-10	0.880	2.240	0.393	1.272	0.424	0.206	6.8	14	
10-11	1.110	2.100	0.529	1.801	0.450	0.261	6.85	14	
11-12	0.860	3.270	0.263	2.064	0.413	0.142	8.32	14	
12-1	1.000	2.810	0.356	2.420	0.403	0.196	6.82	16	
1-2	0.830	4.400	0.189	2.608	0.373	0.112	6.56	16	
2-3	1.080	5.500	0.196	2.805	0.351	0.124	6.48	16	
3-4	1.800	2.400	0.750	3.555	0.395	0.422	7.3	16	
Σ						1.915			
Dif.						0.085			
Σ						2.000			
Formulas aplicadas: $Vol.alicuota = \frac{2L * Q_i}{\# muestras * Q_{prom}}$ Qpunto1+ Qpunto2 = 7.689 LPS % Muestra integrada: 46.23									
OBSERVACIONES: Durante las horas de la mañana se observo la presencia de sangre procedente del sacrificio de animales.									

UNIVERSIDAD DE NARIÑO-SEDE BOTANA ANÁLISIS PARA AGUA RESIDUAL MUESTRA COMPUESTA									
								Temperatura ambiente: 18°C	
FECHA:		7 de Mayo del 2007							
TIEMPO:		Seco							
PUNTO DE MUESTREO:		Punto No.2							
Hora	Volumen (L)	Tiempo (seg)	Caudal (L/seg)	Σcaudal (L/seg)	Qprom (L/seg)	volumen (L)	ph	T° °c	Conductiv (mS)
7-8									
8-9									
9-10									
10-11	0.570	14.400	0.040	0.040	0.040	0.333	6.71	16	
11-12	1.870	1.290	1.450	1.489	0.745	0.649	6.74	16	
12-1	2.000	1.350	1.481	2.971	0.990	0.499	6.74	16	
1-2	1.250	25.280	0.049	3.020	0.755	0.022	6.83	16	
2-3	1.250	1.330	0.940	3.960	0.792	0.396	7.2	18	
3-4	0.630	3.620	0.174	4.134	0.689	0.084	7.43	16	
Σ						1.983			
Diferencia						+ 0.017			
Σ						2.000			
Formulas aplicadas: $Vol.alicuota = \frac{2L * Q_i}{\# muestras * Q_{prom}}$ Qpunto1+ Qpunto2 = 7.689 LPS % Muestra integrada: 53.77									
OBSERVACIONES: Durante las 3 primeras no hubo presencia de flujo de agua debido al retraso de las actividades de lavado.									

UNIVERSIDAD DE NARIÑO-SEDE BOTANA
ANALISIS PARA AGUA RESIDUAL
MUESTRA COMPUESTA



Temperatura ambiente: 16°C

FECHA: 8 de Mayo del 2007
 TIEMPO: Seco
 PUNTO DE MUESTREO: Punto No.1


Hora	Volumen (L)	Tiempo (seg)	Caudal (L/seg)	Σcaudal (L/seg)	Qprom (L/seg)	volumen (L)	ph	T° °c	Conductiv (µS)
7-8	0.500	3.230	0.155	0.155	0.155	0.333	7.8	14	
8-9	0.600	3.710	0.162	0.317	0.158	0.341	7.07	14	
9-10	0.874	3.340	0.262	0.578	0.193	0.453	6.84	14	
10-11	0.580	3.490	0.166	0.744	0.186	0.298	6.56	16	
11-12	0.750	1.930	0.389	1.133	0.227	0.572	6.42	16	
12-1	0.410	1.880	0.218	1.351	0.225	0.323	6.55	16	
1-2									
2-3									
3-4									
Σ						2.319			
Diferencia						+ -0.319			
Σ						2.000			

Formulas aplicadas:

$$Vol.alicuota = \frac{2L * Q_i}{\# muestras * Q_{prom}}$$
 Qpunto1+ Qpunto2 = 2.333 LPS
 % Muestra integrada: 57.92

OBSERVACIONES:
 Durante las horas de la tarde se suspendieron las mediciones a causa de presencia de lluvias.

UNIVERSIDAD DE NARIÑO-SEDE BOTANA
ANALISIS PARA AGUA RESIDUAL
MUESTRA COMPUESTA



Temperatura ambiente: 16°C

FECHA: 8 de Mayo del 2007
 TIEMPO: Seco
 PUNTO DE MUESTREO: Punto No.2


Hora	Volumen (L)	Tiempo (seg)	Caudal (L/seg)	Σcaudal (L/seg)	Qprom (L/seg)	volumen (L)	ph	T° °c	Conductiv (mS)
7-8									
8-9	0.375	25.090	0.015	0.015	0.015	0.400	7.02	16	
9-10	0.900	13.940	0.065	0.080	0.040	0.650	7.14	16	
10-11	0.690	2.980	0.232	0.311	0.104	0.893	6.43	16	
11-12	0.850	1.940	0.438	0.749	0.187	0.936	6.84	16	
12-1	1.100	4.730	0.233	0.982	0.196	0.474	6.5	16	
1-2									
2-3									
3-4									
Σ						3.352			
Diferencia						+ -1.352			
Σ						2.000			

Formulas aplicadas:

$$Vol.alicuota = \frac{2L * Q_i}{\# muestras * Q_{prom}}$$
 Qpunto1+ Qpunto2 = 2.333
 % Muestra integrada: 42.08

OBSERVACIONES:

UNIVERSIDAD DE NARIÑO-SEDE BOTANA
ANALISIS PARA AGUA RESIDUAL
MUESTRA COMPUESTA



Temperatura ambiente: **16°C**

FECHA: 14 de Mayo del 2007
 TIEMPO: Seco
 PUNTO DE MUESTREO: Punto No.1


Hora	Volumen (L)	Tiempo (seg)	Caudal (L/seg)	Σcaudal (L/seg)	Qprom (L/seg)	volumen (L)	ph	T° °c	Conductiv (µS)
7-8	1.150	2.900	0.397	0.397	0.397	0.222	6.38	16	300
8-9	0.800	1.900	0.421	0.818	0.409	0.229	6.58	14	264
9-10	1.000	2.000	0.500	1.318	0.439	0.253	6.64	16	263
10-11	0.960	2.000	0.480	1.798	0.449	0.237	6.77	16	269
11-12	1.040	2.000	0.520	2.318	0.464	0.249	6.68	16	290
12-1	0.600	2.300	0.261	2.578	0.430	0.135	6.84	18	266
1-2	0.620	2.500	0.248	2.826	0.404	0.136	6.86	16	280
2-3	0.766	1.700	0.451	3.277	0.410	0.244	6.89	16	306
3-4	0.910	2.400	0.379	3.656	0.406	0.207	6.78	16	270
Σ						1.914			
Diferencia						+ 0.086			
Σ						2.000			

Formulas aplicadas:

$$Vol_{aliquota} = \frac{2L * Q_i}{\# muestras * Q_{prom}}$$
 Qpunto1+ Qpunto2 = 4.864 LPS
 % Muestra integrada: 75.17

OBSERVACIONES:

UNIVERSIDAD DE NARIÑO-SEDE BOTANA
ANALISIS PARA AGUA RESIDUAL
MUESTRA COMPUESTA



Temperatura ambiente: **16°C**

FECHA: 14 de Mayo del 2007
 TIEMPO: Seco
 PUNTO DE MUESTREO: Punto No.2


Hora	Volumen (L)	Tiempo (seg)	Caudal (L/seg)	Σcaudal (L/seg)	Qprom (L/seg)	volumen (L)	ph	T° °c	Conductiv (mS)
7-8									
8-9									
9-10	0.860	2.300	0.374	0.374	0.374	0.286	6.64	16	2.63
10-11	0.415	6.200	0.067	0.441	0.220	0.087	6.77	16	2.69
11-12	1.230	1.900	0.647	1.088	0.363	0.510	6.68	16	2.9
12-1	0.455	7.500	0.061	1.149	0.287	0.060	6.84	18	2.66
1-2*									
2-3	0.550	10.300	0.053	1.202	0.200	0.076	6.89	16	3.06
3-4	0.240	41.800	0.006	1.208	0.173	0.010	6.78	16	2.7
Σ						1.028			
Diferencia						+ 0.972			
Σ						2.000			

Formulas aplicadas:

$$Vol_{aliquota} = \frac{2L * Q_i}{\# muestras * Q_{prom}}$$
 Qpunto1+ Qpunto2 = 4.864 LPS
 % Muestra integrada: 24.83

OBSERVACIONES:
 * No hay presencia de caudal

UNIVERSIDAD DE NARIÑO-SEDE BOTANA
ANALISIS PARA AGUA RESIDUAL
MUESTRA COMPUESTA



Temperatura ambiente: 17°C

FECHA: 15 de mayo del 2007
 TIEMPO: seco
 PUNTO DE MUESTREO: Punto No.1

Hora	Volumen (L)	Tiempo (seg)	Caudal (L/seg)	Σcaudal (L/seg)	Qprom (L/seg)	volumen (L)	ph	T° °c	Conductiv (μS)
7-8	0.507	3.10	0.164	0.164	0.164	0.222	7.97	15	1719
8-9	0.519	2.20	0.236	0.399	0.200	0.262	7.95	16	309
9-10	0.380	2.40	0.158	0.558	0.186	0.189	8.02	17	938
10-11	0.532	2.60	0.205	0.762	0.191	0.239	7.76	17	988
11-12	0.510	2.10	0.243	1.005	0.201	0.268	8.01	17	-
12-1	0.690	2.40	0.288	1.293	0.215	0.297	7.87	17	1372
1-2	0.375	3.00	0.125	1.418	0.203	0.137	7.68	16	929
2-3	0.550	3.90	0.141	1.559	0.195	0.161	7.91	18	381
3-4	0.850	1.90	0.447	2.006	0.223	0.446	7.85	18	1140
Σ						2.221			
Diferencia						-0.221			
Σ						2.000			


Formulas aplicadas:

$$Vol.alicuota = \frac{2L * Q_i}{\#muestras * Q_{prom}}$$
 Qpunto1+ Qpunto2 = 3.742 LPS
 % Muestra integrada: 0.54

OBSERVACIONES:

Los datos obtenidos en conductividad no concuerdan con los datos anteriores observados ya que a falta de equipo las mediciones se llevaron a cabo el dia posterior al aforo por lo tanto no se tendran en cuenta.

UNIVERSIDAD DE NARIÑO-SEDE BOTANA
ANALISIS PARA AGUA RESIDUAL
MUESTRA COMPUESTA



Temperatura ambiente: 17°C

FECHA: 15 de mayo del 2007
 TIEMPO: seco
 PUNTO DE MUESTREO: Punto No.2


Hora	Volumen (L)	Tiempo (seg)	Caudal (L/seg)	Σcaudal (L/seg)	Qprom (L/seg)	volumen (L)	ph	T° °c	Conductiv (mS)
7-8									
8-9									
9-10									
10-11	1.500	1.60	0.938	0.938	0.938	0.400	7.48	16	6.36
11-12	0.660	2.00	0.330	1.268	0.634	0.208	7.82	15	6.16
12-1	0.150	27.30	0.005	1.273	0.424	0.005	8.14	17	5.04
1-2	1.590	5.30	0.300	1.573	0.393	0.305	7.97	17	5.44
2-3	1.290	7.90	0.163	1.736	0.347	0.188	7.98	18	5.57
3-4									
Σ						1.107			
Diferencia						0.893			
Σ						2.000			

Formulas aplicadas:

$$Vol.alicuota = \frac{2L * Q_i}{\#muestras * Q_{prom}}$$
 Qpunto1+ Qpunto2 = 3.742 LPS
 % Muestra integrada: 0.46

OBSERVACIONES:

UNIVERSIDAD DE NARIÑO-SEDE BOTANA
ANALISIS PARA AGUA RESIDUAL
MUESTRA COMPUESTA



Temperatura ambiente: 15°C

FECHA: 16 de mayo del 2007
 TIEMPO: seco
 PUNTO DE MUESTREO: Punto No.1


Hora	Volumen (L)	Tiempo (seg)	Caudal (L/seg)	Σcaudal (L/seg)	Qprom (L/seg)	volumen (L)	ph	T° (°c)	Conductiv (µS)
7-8	0.420	2.50	0.168	0.168	0.168	0.222	7.17	16	374
8-9	0.375	3.10	0.121	0.289	0.144	0.186	7.21	16	333
9-10	0.570	2.50	0.228	0.517	0.172	0.294	7.12	16	323
10-11	0.480	2.00	0.240	0.757	0.189	0.282	7.09	16	300
11-12	0.770	2.10	0.367	1.124	0.225	0.363	7.2	17	337
12-1	0.964	2.00	0.482	1.606	0.268	0.400	7.12	17	294
1-2	0.350	2.40	0.146	1.751	0.250	0.130	7.04	18	326
2-3	0.634	1.90	0.334	2.085	0.261	0.284	7.13	17	381
3-4	0.668	1.80	0.371	2.456	0.273	0.302	7.02	17	328
Σ						2.463			
Diferencia						-0.463			
Σ						2.000			

Formulas aplicadas:

$$Vol.alicuota = \frac{2L * Q_i}{\#muestras * Q_{prom}}$$
 Qpunto1+ Qpunto2 = 4.485 LPS
 % Muestra integrada: 0.55

OBSERVACIONES:
 Presencia de lloviznas por periodos de 10 a 15 minutos en horas de la mañana

UNIVERSIDAD DE NARIÑO-SEDE BOTANA
ANALISIS PARA AGUA RESIDUAL
MUESTRA COMPUESTA



Temperatura ambiente: 15°C

FECHA: 16 de mayo del 2007
 TIEMPO: seco
 PUNTO DE MUESTREO: Punto No.2

Hora	Volumen (L)	Tiempo (seg)	Caudal (L/seg)	Σcaudal (L/seg)	Qprom (L/seg)	volumen (L)	ph	T° (°c)	Conductiv (mS)
7-8									
8-9	1.010	4.00	0.253	0.253	0.253	0.400	7.47	16	5.38
9-10	1.212	1.40	0.866	1.118	0.559	0.619	7.02	16	3.92
10-11	0.400	2.10	0.190	1.309	0.436	0.175	7.47	16	3.04
11-12	0.480	4.00	0.120	1.429	0.357	0.134	7.36	17	4.77
12-1	1.200	2.00	0.600	2.029	0.406	0.592	7.41	18	4.06
1-2									
2-3									
3-4									
Σ						1.920			
Diferencia						0.080			
Σ						2.000			

Formulas aplicadas:

$$Vol.alicuota = \frac{2L * Q_i}{\#muestras * Q_{prom}}$$
 Qpunto1+ Qpunto2 = 4.485 LPS
 % Muestra integrada: 0.45

OBSERVACIONES:

UNIVERSIDAD DE NARIÑO-SEDE BOTANA
ANALISIS PARA AGUA RESIDUAL
MUESTRA COMPUESTA



Temperatura ambiente: 16°C

FECHA: 18 de mayo del 2007
 TIEMPO: seco
 PUNTO DE MUESTREO: Punto No.1


Hora	Volumen (L)	Tiempo (seg)	Caudal (L/seg)	Σcaudal (L/seg)	Qprom (L/seg)	volumen (L)	ph	T° °c	Conductiv (μS)
7-8	0.305	3.00	0.102	0.102	0.102	0.250	7.24	16	327
8-9	0.355	3.80	0.093	0.195	0.098	0.239	7.17	15	314
9-10	0.360	3.50	0.103	0.298	0.099	0.259	7.1	15	294
10-11	0.450	3.60	0.125	0.423	0.106	0.296	7.14	15	317
11-12	0.495	2.60	0.190	0.613	0.123	0.388	7.15	14	273
12-1	0.515	2.10	0.245	0.859	0.143	0.428	7.16	15	270
1-2	0.430	2.30	0.187	1.046	0.149	0.313	7.18	15	282
2-3	0.405	2.40	0.169	1.214	0.152	0.278	7.15	15	280
3-4									
Σ						2.451			
Diferencia						-0.451			
Σ						2.000			

Formulas aplicadas:

$$Vol.alicuota = \frac{2L * Q_i}{\# muestras * Q_{prom}}$$
 Qpunto1+ Qpunto2 = 2.046 LPS
 % Muestra integrada: 0.59

OBSERVACIONES:

UNIVERSIDAD DE NARIÑO-SEDE BOTANA
ANALISIS PARA AGUA RESIDUAL
MUESTRA COMPUESTA



Temperatura ambiente: 16°C

FECHA: 18 de mayo del 2007
 TIEMPO: seco
 PUNTO DE MUESTREO: Punto No.2

Hora	Volumen (L)	Tiempo (seg)	Caudal (L/seg)	Σcaudal (L/seg)	Qprom (L/seg)	volumen (L)	ph	T° °c	Conductiv (mS)
7-8									
8-9	0.692	20.00	0.035	0.035	0.035	0.400	7.34	15	4
9-10	0.730	2.90	0.252	0.286	0.143	0.703	7.33	16	4.83
10-11	0.800	2.00	0.400	0.686	0.229	0.699	7.45	16	4.79
11-12	0.480	3.30	0.145	0.832	0.208	0.280	7.42	15	3.93
12-1									
1-2									
2-3									
3-4									
Σ						2.082			
Diferencia						-0.082			
Σ						2.000			


Formulas aplicadas:

$$Vol.alicuota = \frac{2L * Q_i}{\# muestras * Q_{prom}}$$
 Qpunto1+ Qpunto2 = 2.046 LPS
 % Muestra integrada: 0.41

OBSERVACIONES:

El periodo de muestreo fue mas corto debido a que la ultima hora de lavado fue antes de las 11:00am

UNIVERSIDAD DE NARIÑO-SEDE BOTANA
ANALISIS PARA AGUA RESIDUAL
MUESTRA COMPUESTA



Temperatura ambiente: 16°C

FECHA: 25 de mayo del 2007
 TIEMPO: seco
 PUNTO DE MUESTREO: Punto No.2


Hora	Volumen (L)	Tiempo (seg)	Caudal (L/seg)	Σcaudal (L/seg)	Qprom (L/seg)	volumen (L)	ph	T° °c	Conductiv (mS)
7-8									
8-9	1.060	2.20	0.482	0.482	0.482	0.400	7.67	15	5.56
9-10	0.580	3.80	0.153	0.634	0.317	0.192	7.53	15	5.06
10-11	0.600	1.90	0.316	0.950	0.317	0.399	7.47	17	4.61
11-12	0.850	1.50	0.567	1.517	0.379	0.598	7.51	17	3.92
12-1	0.534	6.40	0.083	1.600	0.320	0.104	7.7	14	2.61
1-2									
2-3									
3-4									
Σ						1.693			
Diferencia						0.307			
Σ						2.000			

Formulas aplicadas:

$$Vol.alicuota = \frac{2L * Q_i}{\# muestras * Q_{prom}}$$
 Qpunto1+ Qpunto2 = 2.444 LPS
 % Muestra integrada: 0.62

OBSERVACIONES:
 El periodo de muestreo fue mas corto debido a que la ultima hora de lavado fue antes de las 11:00am

UNIVERSIDAD DE NARIÑO-SEDE BOTANA
ANALISIS PARA AGUA RESIDUAL
MUESTRA COMPUESTA



Temperatura ambiente: 16°C

FECHA: 28 de mayo del 2007
 TIEMPO: seco
 PUNTO DE MUESTREO: Punto No.1(RIO)


Hora	Area (m2)	Velocidad (m/seg)	Caudal (m3/seg)	Σcaudal (m3/seg)	Qprom (m3/seg)	volumen (L)	ph	T° °c	Conductiv (µS)
7-8									
8-9	0.797	0.42	0.334	0.334	0.334	0.500	7.16	14	134.1
9-10									
10-11	0.7138	0.39	0.279	0.613	0.306	0.455	7.14	14	122.8
11-12									
12-1	0.8223	0.78	0.642	1.255	0.418	0.768	7.19	14	125.9
1-2									
2-3	0.8108	0.57	0.461	1.716	0.429	0.537	7.25	14	127.4
3-4									
Σ						2.260			
Diferencia						-0.260			
Σ						2.000			

Formulas aplicadas:

$$Vol.alicuota = \frac{2L * Q_i}{\# muestras * Q_{prom}}$$
 Qpunto1+ Qpunto2+Qpunto3 = 5.974 m3/seg
 % Muestra integrada: 0.29

OBSERVACIONES:
 Presencia de lloviznas durante todo el dia

UNIVERSIDAD DE NARIÑO-SEDE BOTANA
ANALISIS PARA AGUA RESIDUAL
MUESTRA COMPUESTA



Temperatura ambiente: 16°C

FECHA: 28 de mayo del 2007
TIEMPO: seco
PUNTO DE MUESTREO: Punto No.2 (RIO)


Hora	Area (m2)	Velocidad (m/seg)	Caudal (m3/seg)	Σcaudal (m3/seg)	Qprom (m3/seg)	volumen (L)	ph	T° °c	Conductiv (μS)
7-8									
8-9	0.804	1.00	0.804	0.804	0.804	0.500	7.29	14	122.4
9-10									
10-11	0.749	0.83	0.625	1.428	0.714	0.437	7.35	14	128.3
11-12									
12-1	0.811	0.81	0.654	2.082	0.694	0.471	7.39	14	124.9
1-2									
2-3	0.777	0.86	0.670	2.752	0.688	0.487	7.41	14	131
3-4									
Σ						1.895			
Diferencia						+ 0.105			
Σ						2.000			

Formulas aplicadas:

$$Vol.alicuota = \frac{2L * Q_i}{\#muestras * Q_{prom}}$$
Qpunto1+ Qpunto2+Qpunto3 = 5.974 m3/seg
% Muestra integrada: 0.46

OBSERVACIONES:
El periodo de muestreo fue mas corto debido a que la ultima hora de lavado fue antes de las 11:00am

UNIVERSIDAD DE NARIÑO-SEDE BOTANA
ANALISIS PARA AGUA RESIDUAL
MUESTRA COMPUESTA



Temperatura ambiente: 16°C

FECHA: 28 de mayo del 2007
TIEMPO: seco
PUNTO DE MUESTREO: Punto No.3 (RIO)


Hora	Area (m2)	Velocidad (m/seg)	Caudal (m3/seg)	Σcaudal (m3/seg)	Qprom (m3/seg)	volumen (L)	ph	T° °c	Conductiv (μS)
7-8									
8-9	1.034	0.45	0.461	0.461	0.461	0.500	7.32	14	125.6
9-10									
10-11	0.9937	0.42	0.413	0.873	0.437	0.473	7.36	14	124.2
11-12									
12-1	0.9858	0.28	0.274	1.148	0.383	0.359	7.37	14	127.3
1-2									
2-3	0.9506	0.38	0.358	1.506	0.376	0.476	7.41	14	124.2
3-4									
Σ						1.807			
Diferencia						+ 0.193			
Σ						2.000			

Formulas aplicadas:

$$Vol.alicuota = \frac{2L * Q_i}{\#muestras * Q_{prom}}$$
Qpunto1+ Qpunto2+Qpunto3 = 5.974 m3/seg
% Muestra integrada: 0.25

OBSERVACIONES:
Presencia de lloviznas durante todo el dia

UNIVERSIDAD DE NARIÑO-SEDE BOTANA
ANALISIS PARA AGUA RESIDUAL
MUESTRA COMPUESTA



Temperatura ambiente: 16°C

FECHA: 29 de mayo del 2007
 TIEMPO: seco
 PUNTO DE MUESTREO: Punto No.1 (RIO)


Hora	Area (m2)	Velocidad (m/seg)	Caudal (m3/seg)	Σcaudal (m3/seg)	Qprom (m3/seg)	volumen (L)	ph	T° °c	Conductiv (µS)
7-8									
8-9	0.718	0.69	0.499	0.499	0.499	0.500	7.22	14	178.9
9-10									
10-11	0.7518	0.45	0.336	0.834	0.417	0.402	7.07	14	135.4
11-12									
12-1	0.5882	0.54	0.320	1.154	0.385	0.416	7.24	14	133
1-2									
2-3	0.7602	0.63	0.475	1.629	0.407	0.583	7.34	14	137.6
3-4									
Σ						1.901			
Diferencia						+ 0.099			
Σ						2.000			

Formulas aplicadas:

$$Vol.alicuota = \frac{2L * Q_i}{\#muestras * Q_{prom}}$$
 Qpunto1+ Qpunto2+Qpunto3 = 4.614 m3/seg
 % Muestra integrada: 0.35

OBSERVACIONES:

UNIVERSIDAD DE NARIÑO-SEDE BOTANA
ANALISIS PARA AGUA RESIDUAL
MUESTRA COMPUESTA



Temperatura ambiente: 16°C

FECHA: 29 de mayo del 2007
 TIEMPO: seco
 PUNTO DE MUESTREO: Punto No.2 (RIO)

Hora	Area (m2)	Velocidad (m/seg)	Caudal (m3/seg)	Σcaudal (m3/seg)	Qprom (m3/seg)	volumen (L)	ph	T° °c	Conductiv (µS)
7-8									
8-9	0.625	0.86	0.539	0.539	0.539	0.500	7.41	14	121.3
9-10									
10-11	0.6581	1.00	0.658	1.197	0.598	0.550	7.44	14	132.8
11-12									
12-1	0.6235	0.83	0.520	1.716	0.572	0.454	7.47	14	133.1
1-2									
2-3	0.637	0.96	0.613	2.329	0.582	0.526	7.51	14	131.4
3-4									
Σ						2.030			
Diferencia						+ -0.030			
Σ						2.000			

Formulas aplicadas:

$$Vol.alicuota = \frac{2L * Q_i}{\#muestras * Q_{prom}}$$
 Qpunto1+ Qpunto2+Qpunto3 = 4.614 m3/seg
 % Muestra integrada: 0.50

OBSERVACIONES:

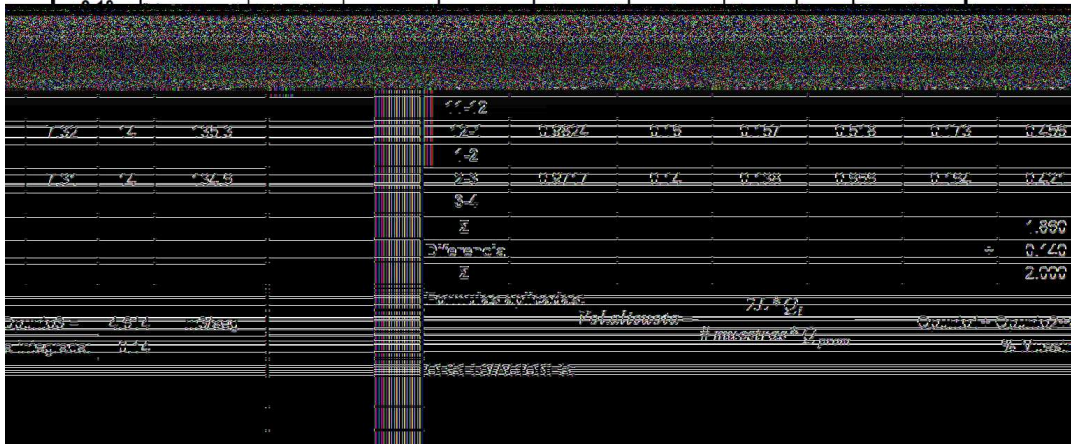
UNIVERSIDAD DE NARIÑO-SEDE BOTANA
ANALISIS PARA AGUA RESIDUAL
MUESTRA COMPUESTA



Temperatura ambiente: 16°C

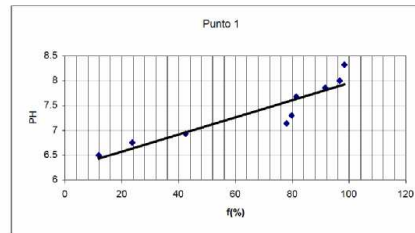
FECHA: 29 de mayo del 2007
TIEMPO: seco
PUNTO DE MUESTREO: Punto No.3 (RIO)

Hora	Area (m2)	Velocidad (m/seg)	Caudal (m3/seg)	Σcaudal (m3/seg)	Qprom (m3/seg)	volumen (L)	ph	T° °c	Conductiv (μS)
7-8									
8-9	0.954	0.20	0.186	0.186	0.186	0.500	7.47	14	132.5

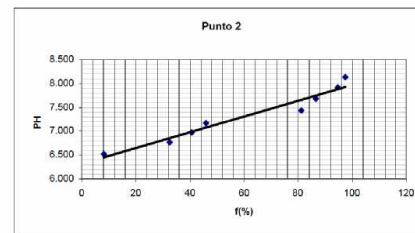


Anexo F. Tratamiento estadístico para parámetros evaluados en puntos de descarga y fuente receptora.I

PUNTO 1																												f(%)	prom. arit.	prom. geo.	s
VALORES DE Ph																															
6.38	6.60	7	7	6.38	6.42	6.48	6.55	6.56	6.56	6.58																				11.864	6.5043
6.61	6.82	7	14	6.64	6.68	6.77	6.78	6.8	6.81	6.82																				23.726	6.7571
6.83	7.06	11	26	6.84	6.84	6.85	6.85	6.86	6.89	7	7.02	7.03	7.04	7.04																42.373	6.9327
7.08	7.27	21	46	7.07	7.07	7.07	7.09	7.1	7.1	7.12	7.12	7.13	7.13	7.14	7.15	7.15	7.16	7.16	7.17	7.17	7.18	7.2	7.21	7.24						77.966	7.1395
7.28	7.50	1	47	7.3																										79.661	7.3
7.51	7.72	1	48	7.56																										81.356	7.63
7.73	7.96	6	54	7.76	7.8	7.85	7.87	7.91	7.95																					91.525	7.8597
7.96	8.17	3	57	7.97	8.01	8.02																								96.61	8
8.18	8.40	1	58	8.32																										98.305	8.32

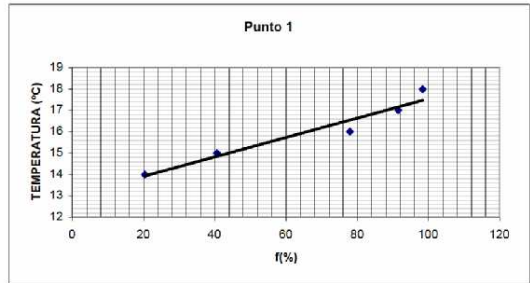


PUNTO 2																												f(%)	prom. arit.	prom. geo.	s	
VALORES DE Ph																																
6.430	6.644	3	3	6.430	6.500	6.640																								8.1081	6.523	
6.654	6.868	9	12	6.680	6.710	6.740	6.740	6.770	6.780	6.830	6.840	6.840																			32.432	6.770
6.978	7.091	3	15	6.990	7.020	7.020																									40.541	6.977
7.101	7.315	2	17	7.140	7.200																										45.946	7.170
7.326	7.539	13	30	7.330	7.340	7.360	7.410	7.420	7.430	7.450	7.470	7.470	7.470	7.480	7.510	7.530															81.081	7.436
7.549	7.763	2	32	7.670	7.700																										86.489	7.685
7.773	7.986	3	35	7.820	7.970	7.980																									94.595	7.923
7.996	8.210	1	36	8.140																											97.297	8.140



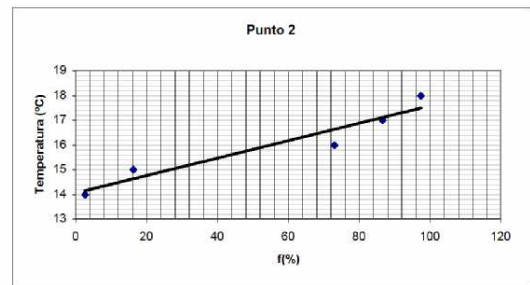
PUNTO 1

CLASE T(°C)		m	ma	VALORES DE TEMPERATURA (°C)																	f(%)	prom. arit.	prom. geo.	s						
14.00	14.80	12	12	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14											20.339	14	15.937	1.545
14.90	15.70	12	24	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15												40.678	15		
15.80	16.60	22	46	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	77.966	16			
16.70	17.50	8	54	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17	17												91.525	17		
17.60	18.40	4	58	18	18	18	18																				96.305	18		

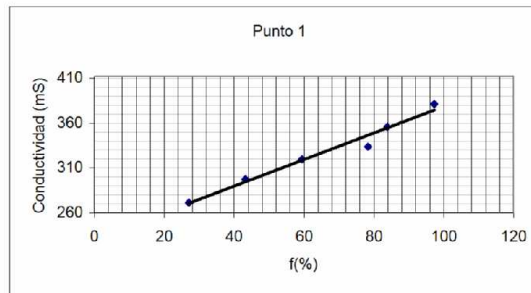


PUNTO 2

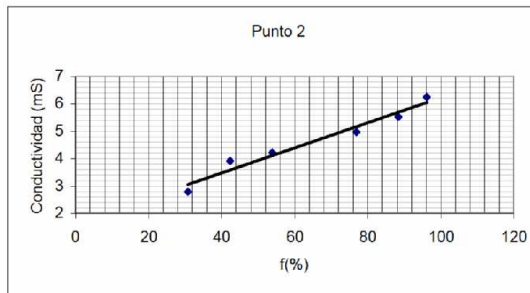
CLASE T(°C)		m	ma	VALORES DE TEMPERATURA (°C)																	f(%)	prom. arit.	prom. geo.	s						
14.00	14.80	1	1	14																							2.7027	14	15.937	1.204
14.90	15.70	5	6	15	15	15	15	15																			16.216	15		
15.80	16.60	21	27	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	16	72.973	16			
16.70	17.50	5	32	17	17	17	17	17																			86.486	17		
17.60	18.40	4	36	18	18	18	18	18																			97.297	18		



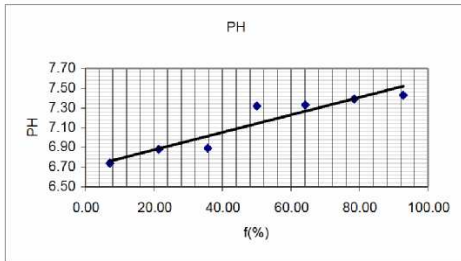
PUNTO 1															f(%)	prom. arit	prom. geo	s
CLASE T(°C)	m	ma	VALORES DE CONDUCTIVIDAD (μS.)															
263.00	284.50	10	10	263	264	266	269	270	270	273	280	280	282	27.027	271.7	324.52	50.124	
284.60	306.10	6	16	290	294	294	300	300	306					43.243	297.3333			
306.20	327.70	6	22	309	314	317	323	326	327					56.459	319.3333			
327.80	349.30	7	29	328	329	332	333	334	337	341				78.378	333.4286			
349.40	370.90	2	31	356	357									83.784	356			
371.00	392.50	5	36	374	379	381	381	392						97.297	381.4			



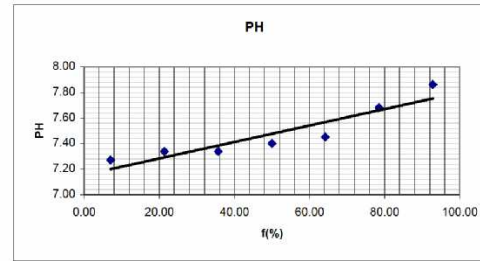
PUNTO 2															f(%)	prom. arit	prom. geo	s
CLASE T(°C)	m	ma	VALORES DE CONDUCTIVIDAD (mS.)															
2.61	3.24	8	8	2.61	2.63	2.66	2.69	2.7	2.9	3.04	3.06			30.769	2.7625	4.4672	1.6652	
3.34	3.96	3	11	3.92	3.92	3.93								42.308	3.923333			
4.06	4.69	3	14	4	4.06	4.61								53.846	4.223333			
4.79	5.41	6	20	4.77	4.79	4.83	5.04	5.06	5.38					76.923	4.973333			
5.51	6.14	3	23	5.44	5.56	5.57								88.482	5.523333			
6.24	6.86	2	25	6.16	6.36									96.154	6.26			



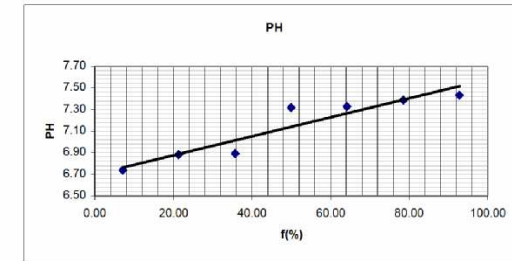
PUNTO 1					
m	PH	f(%)	PH	s	
1	6.74	7.14	7.14	0.30	
2	6.88	21.43			
3	6.89	35.71			
4	7.32	50.00			
5	7.33	64.29			
6	7.39	78.57			
7	7.43	92.86			



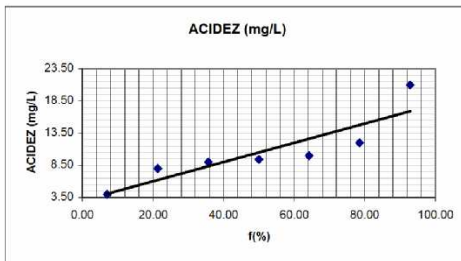
PUNTO 2					
m	PH	f(%)	PH	s	
1	7.27	7.14	7.48	0.22	
2	7.34	21.43			
3	7.34	35.71			
4	7.40	50.00			
5	7.45	64.29			
6	7.68	78.57			
7	7.86	92.86			



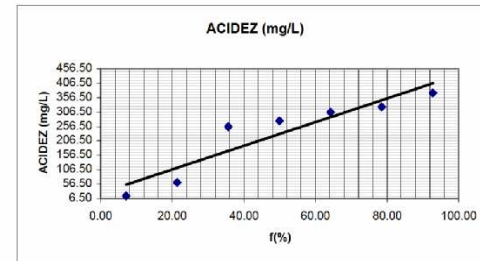
PUNTO 3					
m	PH	f(%)	PH	s	
1	6.74	7.14	7.14	0.30	
2	6.88	21.43			
3	6.89	35.71			
4	7.32	50.00			
5	7.33	64.29			
6	7.39	78.57			
7	7.43	92.86			



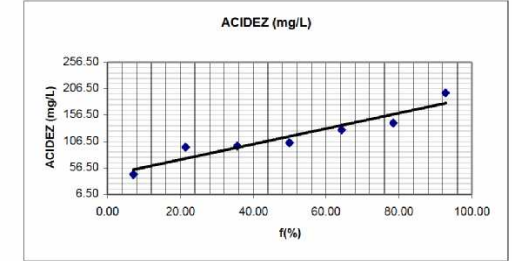
PUNTO 1					
m	ACIDEZ (mg/L)	f(%)	ACIDES (mg)	s	
1	4.00	7.14	10.49	5.12	
2	8.00	21.43			
3	9.00	35.71			
4	9.40	50.00			
5	10.00	64.29			
6	12.00	78.57			
7	21.00	92.86			



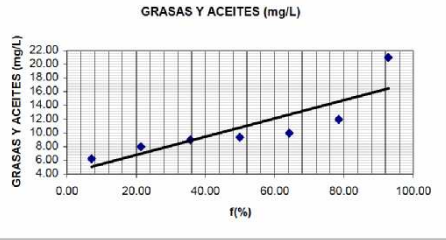
PUNTO 2					
m	ACIDEZ (mg/L)	f(%)	ACIDES (mg)	s	
1	16.50	7.14	230.50	140.02	
2	82.00	21.43			
3	258.00	35.71			
4	278.00	50.00			
5	308.00	64.29			
6	328.00	78.57			
7	372.00	92.86			



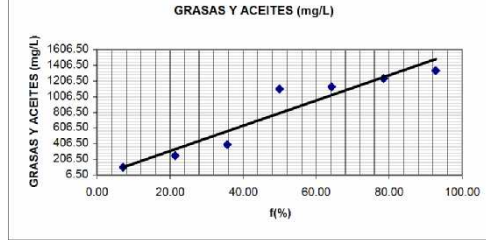
PUNTO 3					
m	ACIDEZ (mg/L)	f(%)	ACIDES (mg/L)	s	
1	44.00	7.14	115.91	50.08	
2	93.00	21.43			
3	98.00	35.71			
4	104.00	50.00			
5	128.40	64.29			
6	142.00	78.57			
7	199.00	92.86			



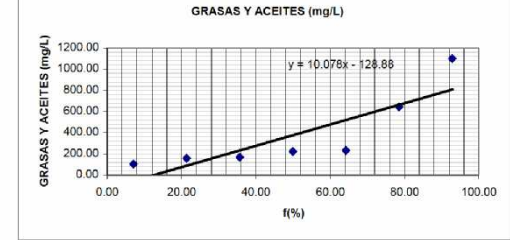
PUNTO 1				
m	GRASAS Y ACEITES (mg)	f(%)	ST (mg/L)	s
1	6.20	7.14	10.80	4.55
2	8.00	21.43		
3	0.00	35.71		
4	9.40	50.00		
5	10.00	64.29		
6	12.00	78.57		
7	21.00	92.86		



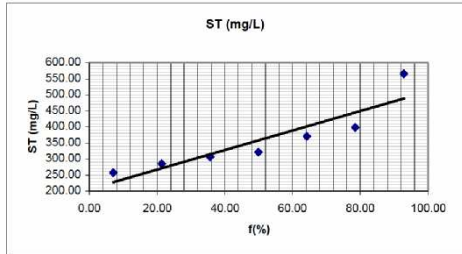
PUNTO 2				
m	GRASAS Y ACEITES (mg)	f(%)	ST (mg/L)	s
1	104.00	7.14	795.86	548.82
2	255.00	21.43		
3	397.00	35.71		
4	1105.00	50.00		
5	1131.00	64.29		
6	1237.00	78.57		
7	1342.00	92.86		



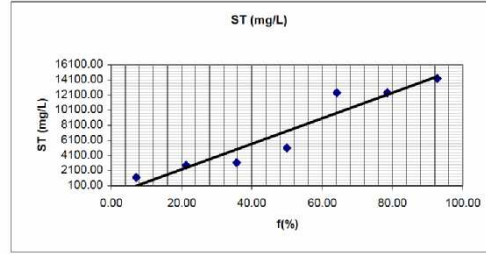
PUNTO 3				
m	GRASAS Y ACEITES (mg)	f(%)	ST (mg/L)	s
1	102.00	7.14	375.00	343.66
2	157.00	21.43		
3	189.00	35.71		
4	221.00	50.00		
5	232.00	64.29		
6	844.00	78.57		
7	1100.00	92.86		



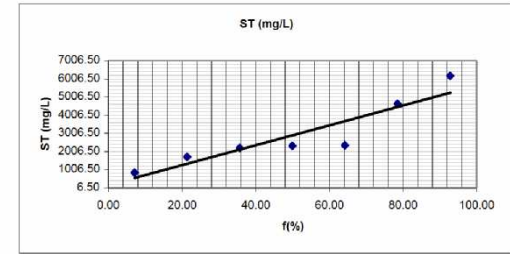
PUNTO 1				
m	ST (mg/L)	f(%)	ST (mg/L)	s
1	257.00	7.14	357.86	103.58
2	286.00	21.43		
3	306.00	35.71		
4	321.00	50.00		
5	371.00	64.29		
6	399.00	78.57		
7	565.00	92.86		



PUNTO 2				
m	ST (mg/L)	f(%)	ST (mg/L)	s
1	1180.00	7.14	7333.43	5770.40
2	2832.00	21.43		
3	3160.00	35.71		
4	5074.00	50.00		
5	12400.00	64.29		
6	12412.00	78.57		
7	14276.00	92.86		



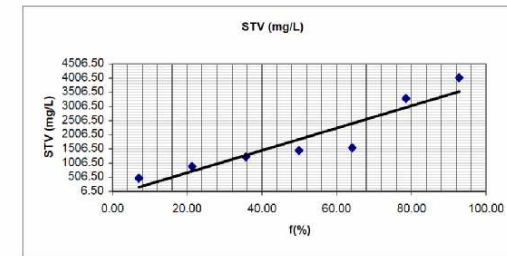
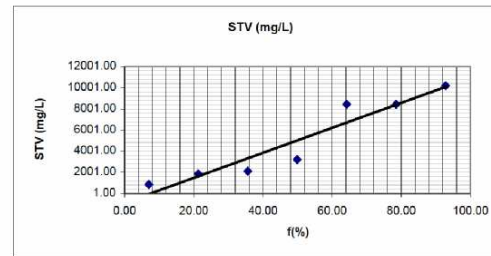
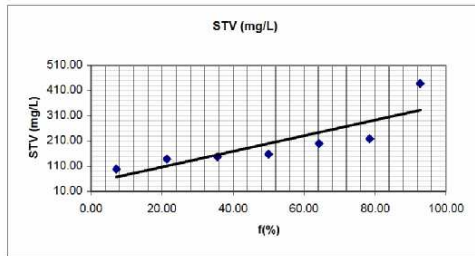
PUNTO 3				
m	ST (mg/L)	f(%)	ST (mg/L)	s
1	852.00	7.14	2894.86	1869.02
2	1708.00	21.43		
3	2218.00	35.71		
4	2334.00	50.00		
5	2356.00	64.29		
6	4630.00	78.57		
7	6166.00	92.86		



PUNTO 1				
m	STV (mg/L)	f(%)	STV (mg/L)	S
1	98.00	7.14	199.86	105.20
2	139.00	21.43		
3	148.00	35.71		
4	157.00	50.00		
5	199.00	64.29		
6	219.00	78.57		
7	439.00	92.86		

PUNTO 2				
m	STV (mg/L)	f(%)	STV (mg/L)	S
1	830.00	7.14	5013.71	4045.28
2	1882.00	21.43		
3	2128.00	35.71		
4	3218.00	50.00		
5	8416.00	64.29		
6	8448.00	78.57		
7	10174.00	92.86		

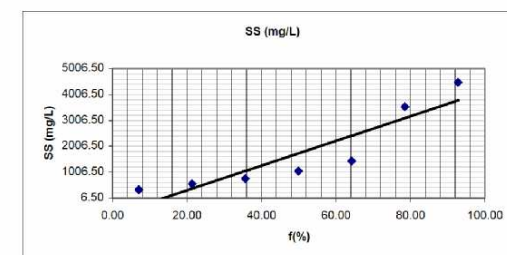
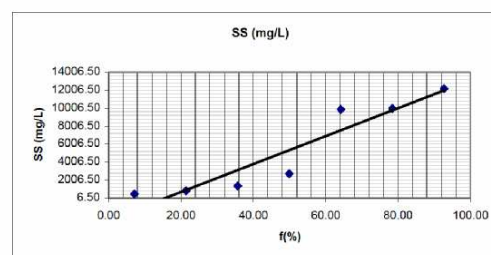
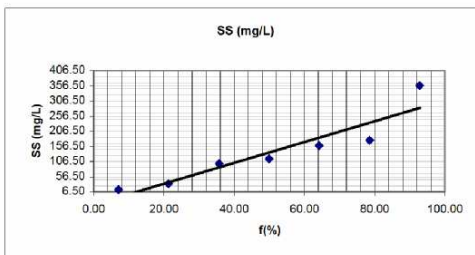
PUNTO 3				
m	STV (mg/L)	f(%)	STV (mg/L)	S
1	470.00	7.14	1841.14	1344.90
2	882.00	21.43		
3	1232.00	35.71		
4	1448.00	50.00		
5	1550.00	64.29		
6	3286.00	78.57		
7	4020.00	92.86		



PUNTO 1				
m	SS (mg/L)	f(%)	SS (mg/L)	S
1	14.00	7.14	136.43	117.47
2	33.00	21.43		
3	99.00	35.71		
4	116.00	50.00		
5	159.00	64.29		
6	176.00	78.57		
7	358.00	92.86		

PUNTO 2				
m	SS (mg/L)	f(%)	SS (mg/L)	S
1	506.00	7.14	5356.29	5269.81
2	840.00	21.43		
3	1366.00	35.71		
4	2740.00	50.00		
5	9882.00	64.29		
6	9982.00	78.57		
7	12178.00	92.86		

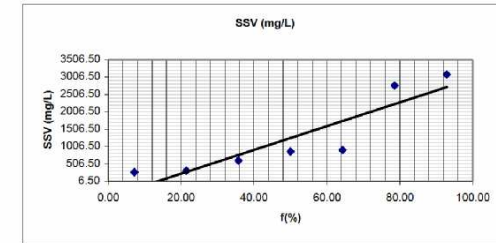
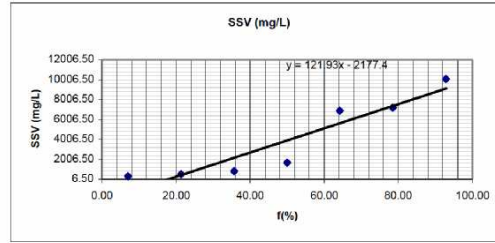
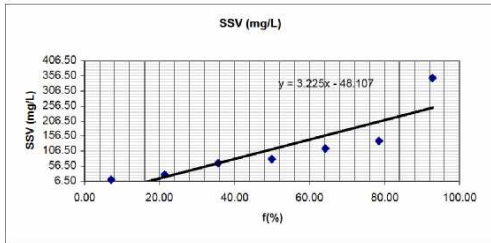
PUNTO 3				
m	SS (mg/L)	f(%)	SS (mg/L)	S
1	340.00	7.14	1739.14	1622.14
2	564.00	21.43		
3	764.00	35.71		
4	1052.00	50.00		
5	1450.00	64.29		
6	3522.00	78.57		
7	4482.00	92.86		



PUNTO 1				
m	SSV (mg/L)	f(%)	SSV (mg/L)	s
1	11.00	7.14	113.14	109.97
2	29.00	21.43		
3	66.00	35.71		
4	80.00	50.00		
5	115.00	64.29		
6	141.00	78.57		
7	350.00	92.86		

PUNTO 2				
m	SSV (mg/L)	f(%)	SSV (mg/L)	s
1	302.00	7.14	3919.14	4038.46
2	512.00	21.43		
3	800.00	35.71		
4	1654.00	50.00		
5	6902.00	64.29		
6	7192.00	78.57		
7	10072.00	92.86		

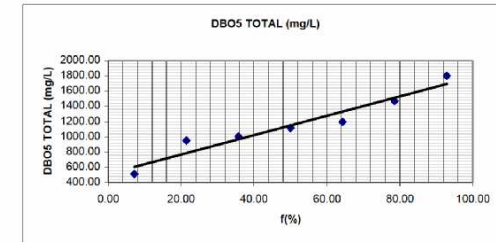
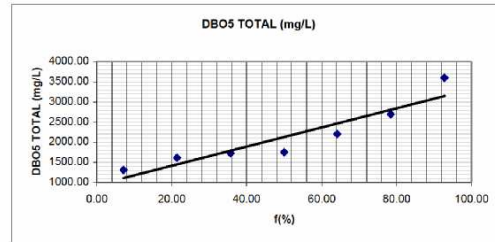
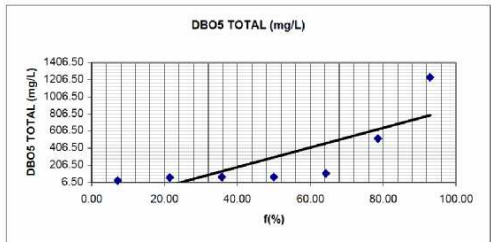
PUNTO 3				
m	SSV (mg/L)	f(%)	SSV (mg/L)	s
1	270.00	7.14	1258.29	1165.71
2	308.00	21.43		
3	596.00	35.71		
4	870.00	50.00		
5	912.00	64.29		
6	2772.00	78.57		
7	3080.00	92.86		



PUNTO 1				
m	DBO5-T (mg/L)	f(%)	DBO5-T (mg/L)	s
1	31.00	7.14	300.71	344.73
2	65.00	21.43		
3	72.00	35.71		
4	72.00	50.00		
5	110.00	64.29		
6	520.00	78.57		
7	1235.00	92.86		

PUNTO 2				
m	DBO5-T (mg/L)	f(%)	DBO5-T (mg/L)	s
1	1310.00	7.14	2130.14	811.41
2	1610.00	21.43		
3	1734.00	35.71		
4	1755.00	50.00		
5	2202.00	64.29		
6	2700.00	78.57		
7	3600.00	92.86		

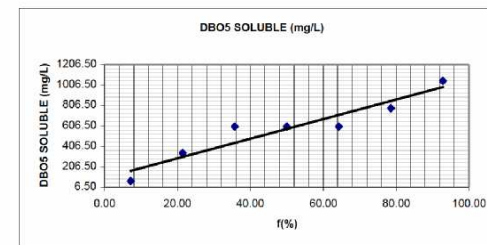
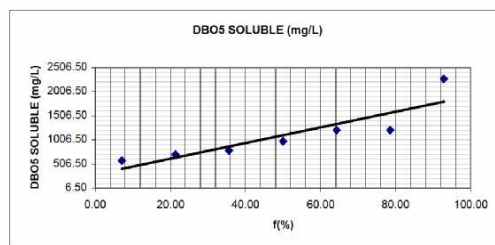
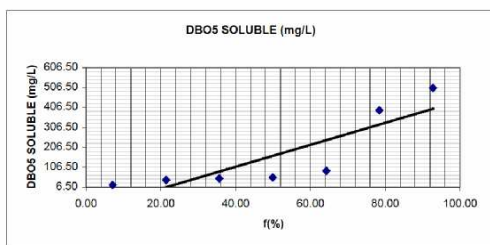
PUNTO 3				
m	DBO5-T (mg/L)	f(%)	DBO5-T (mg/L)	s
1	513.00	7.14	1150.29	433.00
2	953.00	21.43		
3	1007.00	35.71		
4	1115.00	50.00		
5	1197.00	64.29		
6	1467.00	78.57		
7	1800.00	92.86		



PUNTO 1				
m	DBO5 S (mg/L)	f(%)	DBO5 S (mg/L)	S
1	16.00	7.14	163.43	175.79
2	41.00	21.43		
3	49.00	35.71		
4	54.00	50.00		
5	87.00	64.29		
6	392.00	78.57		
7	505.00	92.86		

PUNTO 2				
m	DBO5 S (mg/L)	f(%)	DBO5 S (mg/L)	S
1	573.00	7.14	1105.71	556.27
2	707.00	21.43		
3	791.00	35.71		
4	973.00	50.00		
5	1213.00	64.29		
6	1213.00	78.57		
7	2270.00	92.86		

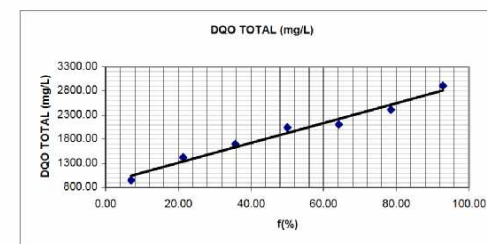
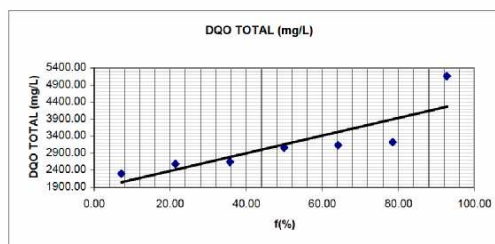
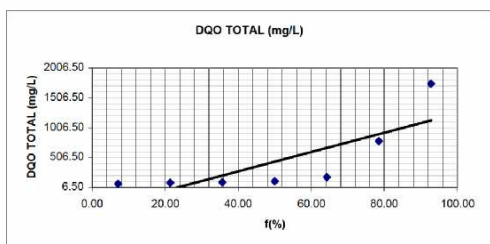
PUNTO 3				
m	DBO5 S (mg/L)	f(%)	DBO5 S (mg/L)	S
1	68.00	7.14	576.14	325.57
2	342.00	21.43		
3	598.00	35.71		
4	598.00	50.00		
5	598.00	64.29		
6	780.00	78.57		
7	1049.00	92.86		



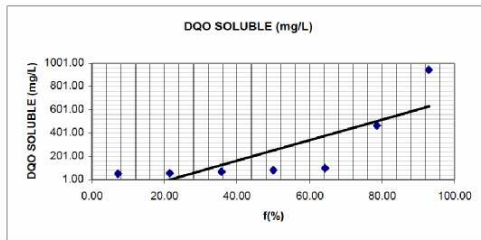
PUNTO 1				
m	DQO T (mg/L)	f(%)	DQO T (mg/L)	S
1	67.00	7.14	437.14	495.70
2	86.00	21.43		
3	94.00	35.71		
4	109.00	50.00		
5	180.00	64.29		
6	784.00	78.57		
7	1740.00	92.86		

PUNTO 2				
m	DQO T (mg/L)	f(%)	DQO T (mg/L)	S
1	2298.00	7.14	3158.14	883.46
2	2582.00	21.43		
3	2646.00	35.71		
4	3060.00	50.00		
5	3135.00	64.29		
6	3226.00	78.57		
7	5160.00	92.86		

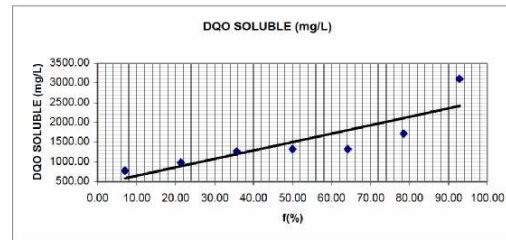
PUNTO 3				
m	DQO T (mg/L)	f(%)	DQO T (mg/L)	S
1	945.00	7.14	1933.00	705.63
2	1422.00	21.43		
3	1698.00	35.71		
4	2041.00	50.00		
5	2105.00	64.29		
6	2411.00	78.57		
7	2909.00	92.86		



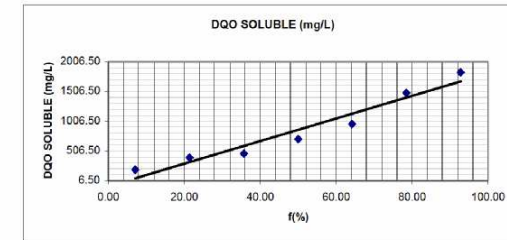
PUNTO 1				
m	DQO s (mg/L)	f(%)	DQO s (mg/L)	s
1	53.00	7.14	253.00	276.71
2	57.00	21.43		
3	69.00	35.71		
4	81.00	50.00		
5	101.00	64.29		
6	465.00	78.57		
7	945.00	92.86		



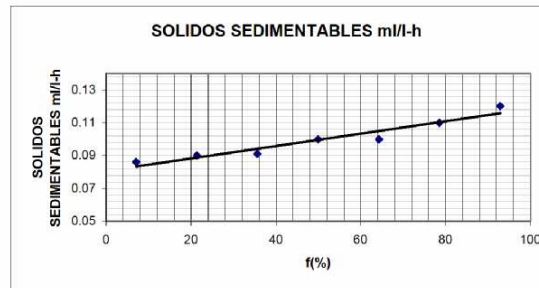
PUNTO 2				
m	DQO s (mg/L)	f(%)	DQO s (mg/L)	s
1	785.00	7.14	1501.57	725.41
2	989.00	21.43		
3	1259.00	35.71		
4	1320.00	50.00		
5	1324.00	64.29		
6	1725.00	78.57		
7	3109.00	92.86		



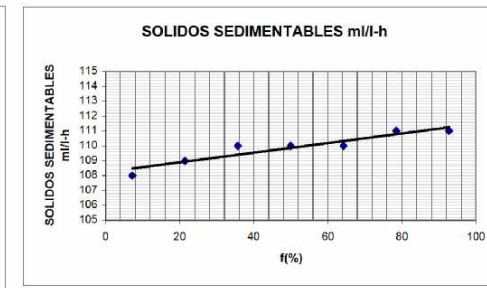
PUNTO 3				
m	DQO s (mg/L)	f(%)	DQO s (mg/L)	s
1	195.00	7.14	862.14	646.30
2	394.00	21.43		
3	463.00	35.71		
4	710.00	50.00		
5	961.00	64.29		
6	1480.00	78.57		
7	1832.00	92.86		



PUNTO 1				
m	Ssed	f(%)	Ssed	s
1	0.0910	7.1429	0.0996	0.1159
2	0.0860	21.4286		
3	0.0900	35.7143		
4	0.1000	50.0000		
5	0.1100	64.2857		
6	0.1000	78.5714		
7	0.1200	92.8571		

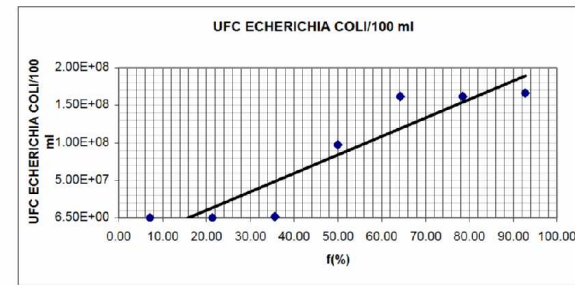
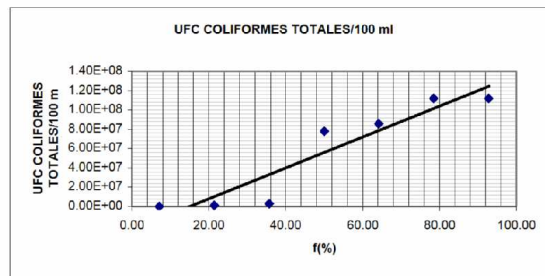


PUNTO 2				
m	Ssed	f(%)	Ssed	s
1	110.0000	7.1429	109.8571	0.2691
2	108.0000	21.4286		
3	109.0000	35.7143		
4	110.0000	50.0000		
5	111.0000	64.2857		
6	110.0000	78.5714		
7	111.0000	92.8571		



PUNTO 3				
m	UFC	f(%)	UFC	s
1	1.23E+05	7.14	5.60E+07	#####
2	1.20E+06	21.43		
3	2.80E+06	35.71		
4	7.80E+07	50.00		
5	8.60E+07	64.29		
6	1.12E+08	78.57		
7	1.12E+08	92.86		

PUNTO 3				
m	UFC	f(%)	UFC	s
1	5.80E+04	7.14	8.41E+07	6.41E+07
2	6.40E+04	21.43		
3	1.24E+06	35.71		
4	9.70E+07	50.00		
5	1.62E+08	64.29		
6	1.62E+08	78.57		
7	1.66E+08	92.86		



Anexo G. Modelo Conceptual de Selección de Tecnología para el Control de la Contaminación por Aguas Residuales Domésticas.

PROYECTO DE SELECCIÓN DE TECNOLOGIAS PARA EL CONTROL DE LA CONTAMINACION POR AGUAS RESIDUALES DOMESTICAS PARA POBLACIONES ENTRE 500 Y 30000 HABITANTES

Bloque 1

PRIORIZACION Y FACTIBILIDAD DEL PROYECTO

F1.1. Identificación de la localidad

1. Nombre: Botana
2. Tipo de localidad

Municipio: _____ Corregimiento: _____ Vereda: X
Departamento: _____

F1.2. Numero de habitantes en la localidad.

2. Población actual (punto de descarga no.2) 1838 hab.¹⁰²

F1.3. Tasa de crecimiento de la población

1. Tasa de crecimiento 20 % para industria¹⁰³

F1.4. Periodo de diseño

1. Periodo de diseño 20 años

¹⁰² Población equivalente para descarga desde establos de porcinos según parámetros de DBO₅.

¹⁰³ Aunque en los últimos 10 años a nivel de desarrollo industrial el crecimiento ha decaído por seguridad se determino un crecimiento del 20%

F1.5. Existencia de un plan de ordenamiento de la cuenca

- 1. Si
- 2. No

F1.6. Tipo de fuente receptora

- 1. Manantial, quebrada o arroyo
- 2. Río
- 3. Embalse
- 4. Ciénaga, lago o laguna
- 5. Pozos de agua subterránea
- 6. Suelo
- 7. Otro

F1.7. Nombre de la fuente receptora: quebrada La Negra

F1.8. DBO₅ y OD del cuerpo receptor antes de la descarga en periodo seco

- 1. DBO₅ 4,5 mg/L
- 2. OD mg/L

F1.9. Existe plan de desarrollo municipal

- 1. Si
- 2. No

F1.11. Existe plan de ordenamiento territorial del municipio (EOT, PBOT ó POT)

- 1. Si
- 2. No

F1.16. Tipo de alcantarillado

- 1. Combinado
- 2. Separado

F1.19. DBO₅ del vertimiento de la localidad en periodo húmedo sin lluvia

1. DBO₅ 3316,6 mg/L

F1.20. DQO del vertimiento de la localidad en periodo húmedo sin lluvia

1. DQO 4450 mg/L

Bloque 2. OBJETIVOS AMBIENTALES

F2.1 Tipo de fuente receptora

- | | |
|--------------------------------|----------|
| 1. Manantial, quebrada, arroyo | <u>X</u> |
| 2. Río | ___ |
| 3. Embalse | ___ |
| 4. Ciénaga, lago, laguna | ___ |
| 5. Pozos de agua subterránea | ___ |
| 6. Suelo | ___ |
| 7. Otro (especifique cual) | ___ |

F2.2 Existe plan de ordenamiento del recurso hídrico receptor de la descarga

1. Si ___
2. No X

F2.3. Caudal proyectado de agua residual

1. Caudal 1,54 l/s ¹⁰⁴

F2.7 Caudal del cuerpo receptor en periodo seco antes de la descarga

1. Caudal 418 l/s

¹⁰⁴ En un periodo diario de 5 horas

F2.10 Población proyectada de la localidad

1. Población 2206 habitantes

F2.11 Existen captaciones de agua para consumo humana aguas abajo de la descarga

1. Si X

2. No

F2.13 Velocidad promedio de la fuente receptora de la descarga

1. Velocidad 0,575 m/seg

F2.14 Concentración de coliformes totales en la fuente receptora de la descarga

a. Concentración 70.000 NMP/100 mL

Bloque 3. ASPECTOS SOCIOCULTURALES

F3.1 Habitantes y tipo de localidad

1. Número de habitantes en la localidad

Población actual a servir con la planta de tratamiento: 1.838 habitantes

F3.2 tipo de localidad

Rural X Cabecera Municipal

F3.4 Fuente de energía eléctrica

1. La localidad se abastece de energía eléctrica por medio de:

Interconexión nacional X Generación puntual ____ No hay energía ____

F3.5 Continuidad del servicio de energía eléctrica

95 - 100% X Inferior al 95 % ____

F3.6 Disponibilidad de materiales para construcción a nivel local

1. Los materiales de construcción como arena, ladrillo, cemento, hierro, se obtienen en la localidad

Si ____ No X

2. Si los materiales de construcción no se obtienen en la localidad, por vía terrestre, cual es la distancia al sitio de obtención por vía terrestre

< 20 X km >20 ____ km

3 .El estado de la vía terrestre es

Pavimentada o transitable en invierno ____ Camino de herradura ____

Carretera no transitable en invierno X

4. Si los materiales de construcción no se obtienen en la localidad, cual es la distancia al sitio de obtención por vía fluvial o marítima

< 60 ____ km > 50 ____ km

F3.7 Insumos para operación, mantenimiento y mano de obra

F3.7.1 Localidades rurales entre 500 - 5000 habitantes

1. Máximo grado escolar que se puede alcanzar en los establecimientos educativos locales

0 - 5° grado X 6° - 9° grado Mas de 9° grado

1. Número de personas con estudios universitarios

No existen X 1 2 Más de 2

2. Número de personas con perfil 1¹⁰⁵

No existen 1-4 X 5-7 Más de 7

3. Número de mecánicos empíricos

No existen 1 x Más de 1

5. Número de electricistas empíricos

No existen 1 x Más de 1

6. Número de maestros de construcción empíricos

No existen 1 2-3 X
Más de 3

7. Número de oficiales de construcción empíricos

No existen 1 2-3 x
Más de 3

8. Establecimientos comerciales que suministran repuestos y accesorios de operación y mantenimiento

No existen x 1 Más de 1

9. Cuales de estos suministros para la planta de tratamiento se consiguen

Si No

¹⁰⁵ Personas con bajo nivel escolar (mínimo 3er grado de educación primaria) con conocimientos de fontanería.

Hidráulicos (tubos, válvulas y accesorios)	_____	<u>X</u>
Mecánicos (ejes y balineras, motores eléctricos)	_____	<u>X</u>
Eléctricos (cables, interruptores, embobinados)	_____	<u>X</u>

F3.8 Indicadores de gestión para categorización de localidades

F3.8.1 Localidades rurales entre 500 - 5.000 habitantes

1. Número de instituciones públicas

No existen _____ 1 - 2 X 3 _____
 Más de 3 _____

2. Gremios y entidades privadas

No existen X 1 - 2 _____ 3 _____
 Más de 3 _____

3. Número de organizaciones sociales y comunitarias

No existen _____ 1 - 2 X 3 -4 _____
 Más de 4 _____

4. Número de grupos ambientales organizados

No existen _____ 1 _____ 2 _____
 Más de 2 X

5. Numero de proyectos ambientales ejecutados

No existen _____ 1 _____ 2 _____
 Más de 2 X

F3.9 Facilidad de acceso centro urbano regional

1. El centro regional urbano más próximo a la localidad es de tipo
 Metrópoli nacional _____ Metrópoli regional _____
 Centro subregional X Centro regional de relevo _____

1. Tipo de transporte para llegar al centro urbano regional

Terrestre X Fluvial _____ Marítimo _____

Aéreo_____

2. La distancia al centro urbano regional es menor a 20 Km (Solo si el tipo de transporte es terrestre)

Si X No _____

3. Estado de la vía (solo si el tipo de transporte es terrestre)

Pavimentada_____ Vía destapada transitable en invierno X

Vía destapada no transitable en invierno_____ Camino de herradura_____

Bloque 4. ASPECTOS TECNOLOGICOS

F4.1 Nivel de tratamiento primario

F4.1.1 Caudal proyectado de agua residual

1. Caudal 1,5 l/s

F4.1.2 Temperatura promedio de agua residual

1. Temperatura 15,94 °C

F4.1.3 Área total de terreno disponible para la planta de tratamiento

1. Área 0,05624 ha

F4.1.4 Nivel freático del sitio de la planta en periodo húmedo sin lluvia

1. Profundidad al nivel freático 5 m

F4.1.5 Pendiente promedio del sitio de la planta

1. Pendiente 5 %

F4.1.6 Permeabilidad del suelo en el sitio de planta en periodo húmedo sin lluvia

1. Permeabilidad 60 mm/h

F4.2 Nivel de tratamiento secundario

F4.1.1 Caudal proyectado de agua residual

1. Caudal 1,54 l/s

F4.2.2 Temperatura promedio de agua residual

1. Temperatura 15,94 °C

F4.2.3 DBO 5 promedio del agua residual

1. Concentración DBO 5 3316,6 mg/l

F4.2.4 Área total de terreno disponible para la planta de tratamiento

1. Área 0,05624 ha

F4.2.5 Nivel freático del sitio de la planta en periodo húmedo sin lluvia

1. Profundidad al nivel freático 5 m

F4.2.6 Pendiente promedio del sitio de planta

1. Pendiente 5 %

F4.2.7 Permeabilidad del suelo en el sitio de planta en periodo húmedo sin lluvia

1. Permeabilidad _____ mm/h

F4.3 Nivel de tratamiento terciario con remoción de nitrógeno

F4.3.1 Caudal proyectado de agua residual

1. Caudal 1,54 l/s

F4.3.2 Temperatura promedio de agua residual

1. Temperatura 15,94 °C

F4.3.3 Área total de terreno disponible para la planta de tratamiento

1. Área 0,05624 Ha

F4.3.4 Nivel freático del sitio de la planta en periodo húmedo sin lluvia

1. Profundidad al nivel freático _____ m

F4.3.5 Permeabilidad del suelo en el sitio de planta en periodo húmedo sin lluvia

1. Permeabilidad ____ mm/h

F4.4 Nivel de tratamiento terciario con remoción de patógenos

F4.3.1 Caudal proyectado de agua residual

1. Caudal 1,54 l/s

F4.3.2 Temperatura promedio de agua residual

1. Temperatura 15,94 °C

F4.3.3 Área total de terreno disponible para la planta de tratamiento

1. Área 0,05624 ha

F4.3.4 Nivel freático del sitio de la planta en periodo húmedo sin lluvia

1. Profundidad al nivel freático ____ m

F4.3.5 Permeabilidad del suelo en el sitio de planta en periodo húmedo sin lluvia

1. Permeabilidad ____ mm/h

F4.5 Tratamiento en Terreno

F4.5.1 Caudal proyectado de agua residual

1. Caudal 1,54 l/s

F4.5.2 Permeabilidad del suelo en el sitio de planta en periodo húmedo sin lluvia

1. Permeabilidad ____ mm/h

F4.5.3 Área total de terreno disponible para la planta de tratamiento

1. Área 0,01406 ha

F4.5.4 Nivel freático del sitio de la planta en periodo húmedo sin lluvia

1. Profundidad al nivel freático ____ m

F4.5.5 Pendiente promedio del sitio de planta

1. Pendiente 5,5 %

F4.5.6 Temperatura promedio de agua residual

1. Temperatura 15.94 °C

F5.1 Nivel de tratamiento primario

F5.1.1 Vocación de uso del suelo en el área de influencia del sitio de planta.

- | | | |
|-----------------------------|----------|--------------|
| 1. Vivienda o Instituciones | <u>X</u> | |
| 2. Industria o Comercio | _____ | |
| 3. Zonas recreativas | _____ | |
| 4. Siembra de cultivos | <u>X</u> | |
| 5. Pastizales | <u>X</u> | |
| 6. Bosques | _____ | |
| 7. Cría de peces | _____ | |
| 8. Pastoreo de ganado | _____ | |
| 9. Escombreras o vertederos | _____ | |
| 10. Otros | _____ | Cuales _____ |

F5.2 Nivel de tratamiento secundario

F5.2.1 Vocación de uso del suelo en el área de influencia del sitio de planta.

- | | | |
|-----------------------------|----------|--------------|
| 1. Vivienda o Instituciones | <u>X</u> | |
| 2. Industria o Comercio | _____ | |
| 3. Zonas recreativas | _____ | |
| 4. Siembra de cultivos | <u>X</u> | |
| 5. Pastizales | <u>X</u> | |
| 6. Bosques | _____ | |
| 7. Cría de peces | _____ | |
| 8. Pastoreo de ganado | _____ | |
| 9. Escombreras o vertederos | _____ | |
| 10. Otros | _____ | Cuales _____ |

F5.3 Nivel de tratamiento terciario con remoción de nitrógeno

- | | | |
|-----------------------------|----------|--|
| 1. Vivienda o Instituciones | <u>X</u> | |
|-----------------------------|----------|--|

- 2. Industria o Comercio _____
- 3. Zonas recreativas _____
- 4. Siembra de cultivos X
- 5. Pastizales X
- 6. Bosques _____
- 7. Cría de peces _____
- 8. Pastoreo de ganado _____
- 9. Escombreras o vertederos _____
- 10. Otros _____ Cuales _____

F5.4 Nivel de tratamiento terciario con remoción de patógenos

- 1. Vivienda o Instituciones X
- 2. Industria o Comercio _____
- 3. Zonas recreativas _____
- 4. Siembra de cultivos X
- 5. Pastizales X
- 6. Bosques _____
- 7. Cría de peces _____
- 8. Pastoreo de ganado _____
- 9. Escombreras o vertederos _____
- 10. Otros _____ Cuales _____

F5.5 Tratamiento y disposición en terreno

F5.5.1 Vocación de uso del suelo en el área de influencia del sitio de planta.

- 1. Vivienda o Instituciones X
- 2. Industria o Comercio _____
- 3. Zonas recreativas _____
- 4. Siembra de cultivos X
- 5. Pastizales X
- 6. Bosques _____
- 7. Cría de peces _____
- 8. Pastoreo de ganado _____

9. Escombreras o vertederos _____
10. Otros _____ Cuales _____

F6.2 Nivel de tratamiento secundario

F6.2.1 Actividades con potencial de reuso del agua residual

1. Agroindustria _____
2. Agrícola _____
3. Producción de forraje _____
4. Cría de peces _____
5. Recreativo _____
6. Conservación de suelo y agua _____
7. Cría de animales _____
8. Ninguna X

F6.2.3 Aceptación del rehúso por los productores

1. Si _____
2. No X

F6.3 Nivel de tratamiento terciario con remoción de nitrógeno

F6.3.1 Actividades con potencial de reuso del agua residual

1. Agroindustria _____
2. Agrícola _____
3. Producción de forraje _____
4. Cría de peces _____
5. Recreativo _____
6. Conservación de suelo y agua _____
7. Cría de animales _____
8. Ninguna X

F6.2.3 Aceptación del reuso por los productores

1. Si _____
2. No X

F6.3.4 Actividades con potencial de reuso de la biomasa

1. Alimento para animales X
2. Recuperación de suelos X
3. Compostaje X

F6.3.5 Aceptación del reuso de la biomasa por productores

1. Si X
2. No

F6.4 Nivel de tratamiento terciario con remoción de patógenos

F6.3.1 Actividades con potencial de reuso del agua residual

1. Agroindustria
2. Agrícola X
3. Producción de forraje X
4. Cría de peces
5. Recreativo
6. Conservación de suelo y agua
7. Cría de animales
8. Ninguna

F6.2.3 Aceptación del rehúso por los productores

1. Si X
2. No

F6.3.4 Actividades con potencial de rehúso de la biomasa

1. Alimento para animales X
2. Recuperación de suelos X
3. Compostaje X

F6.3.5 Aceptación del rehúso de la biomasa por productores

1. Si X

2. No _____

BLOQUE 7

MANEJO DE LODOS

F7.1. Área total de terreno disponible para la planta de tratamiento de aguas residuales.

1. Área 0,015 ha (Dato suministrado en el Bloque 4)

F7.2. Caudal proyectado de agua residual.

1. Caudal _____ l/s (Dato suministrado en el Bloque 4)

F7.3. Área de terreno disponible para el manejo de lodos.

1. Área de terreno _____ ha

F7.4. Temperatura promedio del sitio de planta.

1. Temperatura _____ °C

F7.5. Precipitación promedio del sitio de planta.

1. Precipitación promedio _____ mm/año

F7.6. Nivel freático del sitio de la planta en periodo húmedo sin lluvia

1. Nivel freático _____ m

F7.7. Pendiente promedio del sitio de planta.

1. Pendiente promedio _____ (%)

F7.8. Vocación de uso del suelo en el área de influencia del sitio de planta

- | | |
|------------------------------|-------|
| 1. Vivienda o instituciones. | _____ |
| 10. Industria o comercio. | _____ |
| 11. Zonas recreativas. | _____ |
| 12. Siembra de cultivos. | _____ |
| 13. Pastizales. | _____ |
| 14. Bosques. | _____ |
| 15. Cría de peces. | _____ |
| 16. Pastoreo de ganado. | _____ |

17. Escombreras o vertederos. _____

F7.9. Actividades con potencial de demanda de biosólidos

1. Acondicionamiento de zonas destinadas a ornato y recreación _____
2. Recuperación de suelos degradados _____
3. Cubrimiento de residuos sólidos en rellenos sanitarios _____
4. Remediación de suelos contaminados _____
5. Obtención de materiales de construcción _____
6. Uso en silvicultura. _____

FORMULAS EMPLEADAS

Habitante equivalente

$$Q_{(ind-pecuaria)} = 1,54LPS * 60 * 60 * 5 = 27,72m^3 / seg (durante el periodo de lavado)$$

$$DBO_{5(ind-pecuaria)} = 3316,58 mg / L$$

$$DBO_{5(aporte-habitante)} = 50 g / hab - dia (recomendada)$$

$$\begin{aligned} hab - equivalente_{IND-PECUARIA} &= \frac{Q_{(ind-pecuaria)} * DBO_{5(ind-pecuaria)}}{DBO_{5(aporte-habitante)}} = \\ &= \left(\frac{27,72m^3 / seg * 3316,58 mg / L * 1Kg / 1000000mg * 1000L / 1m^3}{50 g / hab - dia} \right) * 1000 g / 1Kg \\ &= 1838hab. \end{aligned}$$

$$hab - equivalente_{IND-PECUARIA} (futura) = 1838hab * 1,20 = 2206hab. \therefore NIVEL DE COMPLEJIDAD BAJO$$

Calculo de la relación DBO₅/DQO

$$DQO = 4450mg / L$$

$$DBO_5 / DQO = 3316,58mg/L / 4450mg / L = 0,745 \therefore es bio degradable puede utilizar sistemas biológicos por fangos activados o lechos bacterianos$$

Determinación de caudales

Si estimamos un crecimiento alrededor del 20% para la industria pecuaria utilizando los caudales

aforados con base a DBO5 ambos datos para probabilidades 99,9% de ocurrencia lo que convierte a estos datos valores máximos.

$$Q_{HM} = \frac{0,70 * 2206hab * 100L / hab / dia}{86400seg} = 1,80L / seg$$

$$Q_{INF} = 0,05L / seg / ha * 0,18ha = 0,009L / seg$$

$$Q_{CEF} = 2L / seg / ha * 0,057ha = 0,114L / seg$$

$$Q_{DISEÑO} = Q_{HM} + Q_{INF} + Q_{CEF} = 1,80L / seg + 0,009L / seg + 0,114L / seg = 1,93L / seg$$

$$Q_{aporte - domestico} = \frac{Dotación * población futura * C.Ret}{86400}$$

$$Q_{medio} = Q_{prom. qforqdo} + Q_{inf} + Q_{con.err}$$

sin embargo estas formulas aplicadas para la poblacion equivalente obtenida con caudales y cargas organicas promedios da como resultados 0,61L / seg (0,65L / seg (caudal promedio aforado para condiciones actuales), por esto se decidió calcular el Q_{medio} con base en el $Q_{prom. qforado}$.

$$Q_{medio} = Q_{prom. qforqdo} * 1,20 + Q_{inf} + Q_{con.err} = 0,65L / seg * 1,20 + 0,009L / seg + 0,114L / seg = 0,903L / seg$$

Anexo H. Características bomba.

BOMBA NO.1

Localización:	Punto de elevación Filtro Percolador-Sedimentador Secundario	Altura sobre el ni	2847,5 m.s.n.m
Qdiseño:	2,18 L/seg	131,0558346L/min	(incluye recirculación)
Características de	Aguas residuales con alto contenido de solidos de carácter orgánico	Temperatura del	15,94 °C

TABLA DE DISEÑO

1. Pérdidas en tuberías de succión e impulsión

a. Tubería de succión:

Q diseño=	2,18 l/seg		
o tub. succión=	0,04 m	onom. =	2 pul
o tub. succión=	2,26 pul		
Velocidad=	0,8 m/seg	<1,5 m/seg	
Longitud tubería +	20,24 m		
h_{fp}=	0,21 m		

Accesorio	le(m)	Cantidad	Let(m)
Válvula de pie con	14	1	14
Codo de 90 radio	1,4	1	1,4
Entrada tipo borde	1,5	1	1,5
Reduccion	0,344424	1	0,34
Tubería de succión	3	1	3
Total Le=			20,24

b. Tubería de impulsión:

Qdiseño=	2,18 l/seg		
o tub. impulsión=	2,26 pul	onom. =	2 pul (asumido)
Velocidad=	0,84 m/seg	<0,9m/seg	
Longitud tubería +	18,79 m		
h_{fp}=	0,20 m		
h_{fp total}=	0,41 m		

Accesorio	le(m)	Cantidad	Let(m)
Válvula de retención	4,2	1	4,2
Codo de 90 radio	1,4	5	7
Válvula de compuerta	0,4	1	0,4
Ampliación	0,688848	1	0,688848
Salida de tubería	1,5	1	1,5
Tubería de descarga	5	1	5
Total Le=			18,788848

Cabeza estática de	0,6 m
Cabeza de velocidad	0,043 m
Altura dinámica a	2,43 m
Altura de succión:	2,85 m
Cabeza de velocidad	0,043 m
Altura dinámica a	3,11 m
Altura dinámica b	5,54 m
Presión Barométrica	6,913 m.c.a
Tensión de vapor c	0,183 m
NPSHd=	1,51 m

η=	0,45
Potencia=	0,36 Hp

Características de la bomba

Bomba: 1-1/2 x 1-1/2 x 7 Eje Libre	o Succión:	1-1/2"
Marca: IHM	o Descarga:	1-1/2"
Modelo: Sello Mecánico	o Impulsor:	127mm.
Comportamiento: Bomba centrífuga	NPSHr:	1m
Velocidad impulsor: 1750rpm	o máx. part:	9mm.
Potencia del motor: 0,5HP >0,37HP (35%)		
Observaciones:		

Anexo J. Diseño estructural PTAR.

1. DISEÑO ESTRUCTURAL POZOS SEPTICOS

4.A. Propiedades del sustrato

Altura de la lamina del liquido=	1,80 m
Peso unitario del liquido (γ_w)=	1,00 ton/m ³
PRES. BASE ($W \times$)=	1,80 Ton/m ²

4.B. Propiedades del suelo

Altura del suelo (H_s)=	2,10 m
Peso unitario humedo del suelo (γ_s)=	1,71 ton/m ³
Angulo de friccion (ϕ) =	0,00 °
Coefficiente activo (K_a) =	1,00
Coefficiente pasivo (K_p) =	1,00
σ	3,90 ton/m ²
PRES. BASE	3,59 ton/m ²

Identificación	B (m)	H (m)	L (m)	$\gamma \chi / \gamma \sigma$ (Ton/ μ 3)	Cantidad	Peso (Ton)	Carga (Ton/m ²)
Area de cimentacion	4,00	1	4,00		16		
Placa base	4,00	0,20	4,00	2,40	1,00	7,68	0,48
Mampostería de ladrillo macizo	0,15	1,00	24,00	1,80	2,00	6,48	0,81
Viga 1/3h (0.25x0.25)	0,25	0,25	24,00	2,40	1,00	3,60	0,23
Columnas (0.30*0.30)	0,30	0,30	2,10	2,40	6,00	0,45	0,17
Peso tapa de concreto	4,00	0,15	4,00	2,40	1,00	5,76	0,36
Peso del agua	4,00	1,80	4,00	1,00	1,00	28,80	1,80
peso del Cto. Pobre. (relleno fondo)	0,40	1,00	1,00	2,20	1,00	0,88	0,06
TOTAL PRESION CIMENTACION TANQUE LLENO							3,90
TOTAL PRESION CIMENTACION TANQUE VACIO							2,10

4.C. Cargas para software de modelación:

4.C.1. Viga al tercio (0.25x0.25)

Longitud de la viga= 24 m

Peso propio

Descripción	Peso	Unidad
Viga 1/3h (0.25x0.25)	0,150	ton/m
Mampostería de ladrillo macizo	0,270	ton/m
Total peso propio=	0,420	ton/m

Empuje del suelo

Hs =	2,10	m
Punto de aplicación ($H_w/3$)=	0,7	m
Empuje del suelo=	3,771	ton/m

Presión hidrostática

Hw =	1,80	m
Punto de aplicación ($H_w/3$)=	0,600	m
Presión Hidrostática=	1,620	ton

4.C.2. Carga en placa de cimentación

TANQUE LLENO	$W \nearrow$ =	3,90 ton/m ²
TANQUE VACIO	$W \nearrow$ =	2,10 ton/m ²
PRES. BASE	$w \nabla$ =	-2,69 ton/m ²

2. DISEÑO ESTRUCTURAL FILTRO ANAEROBIO

5.A. Propiedades del sustrato

Altura de la lamina del liquido=	1,70 m
Peso unitario del liquido (gw)=	1,00 ton/m3
PRES. BASE (W x)=	1,70 Ton/m2

5.B. Propiedades del suelo

Altura del suelo (Hs)=	2,10 m
Peso unitario humedo del suelo (gs)=	1,71 ton/m3
Angulo de friccion (f) =	0,00 °
Coefficiente activo (Ka) =	1,00
Coefficiente pasivo (Kp) =	1,00
σ	5,81 ton/m2
PRES. BASE	3,59 ton/m2

Identificación	B (m)	H (m)	L (m)	$\gamma \chi / \gamma \sigma$ (Ton/ μ 3)	Cantidad	Peso (Ton)	Carga (Ton/m2)
Area de cimentacion	2,00	1	4,00		8		
Placa base	4,00	0,20	2,00	2,40	1,00	3,84	0,48
Mampostería de ladrillo macizo	0,15	0,70	12,00	1,80	2,00	2,27	0,57
Viga 0,25*0,25 1/3h	0,25	0,25	12,00	2,40	1,00	1,80	0,23
Columnas 0,30*0,30	0,30	0,30	2,00	2,40	6,00	0,43	0,32
Peso tapa de concreto	2,00	0,15	4,00	2,40	1,00	2,88	0,36
Peso del Grava saturada	2,00	1,70	4,00	2,20	1,00	29,92	3,74
peso del Cto. Pobre. (relleno fondo)	0,40	1,00	1,00	2,20	1,00	0,88	0,11
TOTAL PRESION CIMENTACION TANQUE LLENO							5,81
TOTAL PRESION CIMENTACION TANQUE VACIO							2,07

4.C. Cargas para software de modelación:

4.C.1. Viga al tercio (0.25x0.25)

Longitud de la viga= 12 m

Peso propio

Descripción	Peso	Unidad
Viga 0,25*0,25 1/3h	0,150	ton/m
Mampostería de ladrillo macizo	0,189	ton/m
Total peso propio=	0,339	ton/m

Empuje del suelo

Hs =	2,10	m
Punto de aplicación (Hw/3)=	0,7	m
Empuje del suelo=	3,771	ton/m

Presión grava saturada

Hw =	1,70	m
Punto de aplicación (Hw/3)=	0,567	m
Presion Hidrostática=	3,179	ton

4.C.2. Carga en placa de cimentación

TANQUE LLENO	$W \nearrow$ =	5,81 ton/m2
TANQUE VACIO	$W \nearrow$ =	2,07 ton/m2
PRES. BASE	$W \nabla$ =	-4,50 ton/m2

3. DISEÑO ESTRUCTURAL MODULO DE SEDIMENTADORES PRIMARIOS Y SECUNDARIOS

2.A. Propiedades del sustrato

Altura de la lamina del liquido=	2,30 m
Peso unitario del liquido (gw)=	1,00 ton/m3
PRES. BASE (W x)=	2,30 Ton/m2

2.B. Propiedades del suelo

Altura del suelo (Hs)=	2,50 m
Peso unitario humedo del suelo (gs)=	1,56 ton/m3
Angulo de friccion (f) =	0,00 °
Coefficiente activo (Ka) =	1,00
Coefficiente pasivo (Kp) =	1,00
σ	7,07 ton/m2
PRES. BASE	3,90 ton/m2

Identificación	B (m)	H (m)	L (m)	$\gamma\lambda / \gamma\sigma$ (Tov/ μ 3)	Cantidad	Peso (Ton)	Carga (Ton/m2)
Area de cimentacion superficie plana	4,60	1	3,20		14,72		
Area de cimentacion superficie inclinada	4,60	1	2,00		9,2		
Placa base	4,60	0,25	3,20	2,40	1,00	8,83	0,60
Muro lateral derecho-izquierdo	0,25	2,72	3,18	2,40	2,00	5,19	0,71
Muro lateral derecho-izquierdo(intermedios)	0,20	0,90	3,18	1,80	4,00	1,03	0,28
Muro Frontal	4,60	2,72	0,25	2,40	1,00	7,51	0,51
Muro Canaleta	0,75	0,15	3,54	2,40	1,00	0,96	0,06
Muro Canaleta llegada1	1,15	2,08	0,15	2,40	1,00	0,86	0,06
Muro Canaleta llegada2	1,15	2,93	0,15	2,40	1,00	1,21	0,08
Viga 1/3h (0.25x0.25)	0,25	0,25	19,84	2,40	1,00	2,98	0,20
Columna (0.30x0.30)	0,30	0,30	2,75	2,40	4,00	0,59	0,16
Peso tapa1	0,50	0,15	2,20	2,40	4,00	0,40	0,17
Peso tapa2	0,50	0,15	4,20	2,40	1,00	0,76	0,05
Peso del agua	3,70	2,30	3,00	1,00	1,00	25,53	1,73
Peso equipo	1,00	1,00	1,00	0,05	4,00	0,05	0,02
Muro inclinado posterior	0,25	1,00	1,00	2,40	1,00	0,60	0,60
Muro inclinado derecho-izquierdo(compartido)	4,02	0,25	1,00	2,40	2,00	2,41	0,52
Muro inclinado derecho-izquierdo(intermedios)	4,02	0,20	1,00	1,80	2,00	1,45	0,31
peso del agua	8,10	1,00	1,00	1,00	1,00	8,10	0,88
peso del Cto. Pobre. (relleno fondo)	1,20	1,00	1,00	2,20	1,00	2,64	0,11
TOTAL PRESION CIMENTACION TANQUE LLENO							7,07
TOTAL PRESION CIMENTACION TANQUE VACIO							4,46

2.C. Cargas para software de modelación:

2.C.1. Viga al tercio (0.25x0.25)

Longitud de la viga= 3,93 m

Peso propio

Descripción	Peso	Unidad
Muro lateral derecho-izquierdo(intermedios)	0,131	ton/m
Viga 1/3h (0.25x0.25)	0,150	ton/m
Total peso propio=	0,281	ton/m

Presión hidrostática

Hw =	2,30	m
Punto de aplicación (Hw/3)=	0,767	m
Presion Hidrostática=	2,645	ton

2.C.2. Viga corona (0.25x0.25)

Longitud de la viga= 4,76 m

Peso propio

Descripción	Peso	Unidad
Viga 1/3h (0.25x0.25)	0,150	ton/m
Muro Canaleta	0,201	ton/m
Total peso propio=	0,351	ton/m

Longitud de la viga= 1,94 m

Descripción	Peso	Unidad
Peso tapa1	0,204124	ton/m
Peso de equipo	0,050	ton

2.C.2. Carga en muros

Empuje por suelo en muros laterales

Nivel	Presión	Unidad
N+0.00	3,9	ton/m2/m
N+2.50	0,000	ton/m2/m

Presión hidrostática

Nivel	Presión	Unidad
N+0.00	2,3	ton/m2/m
N+2.30	0,000	ton/m2/m

Presión por la acción del sismo

Muro vertical

Coefficiente de sismo horizontal (kh)=	0,75	
Coefficiente de sismo vertical (kv)=	0,5	0,375
Angulo en función de los coeficientes sísmicos (θ)=	0,876	50,194
Angulo en función de los coeficientes sísmicos (θ)=	0,983	56,310
Angulo de fricción interna (Φ)=	0	rad
Angulo de fricción entre el muro y el suelo (δ)=	0	rad
Angulo de inclinación del terreno (i)=	6	°
Angulo de inclinación interior del muro o estribo (β)=	0	rad
Peso específico del suelo (g)=	1,56	ton/m3
Coefficiente de empuje activo dinámico (kad)=	1	
Empuje ocasionado por el sismo (Q)=	3,047	ton
Empuje ocasionado por el sismo (Q)=	2,438	ton/m2/m

Donde:

$$0,5 * \gamma * h^2 (1 - kv) * kad$$

$$kad = \frac{\cos^2(\phi - \theta - \beta)}{\cos \theta * \cos^2 \beta * \cos(\delta + \beta + \theta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) * \sin(\phi - \theta - i)}{\cos(\delta + \beta + \theta) * \cos(i - \beta)}} \right]^2}$$

$$\theta = \arctan g \left(\frac{kh}{1 - kv} \right)$$

Muro inclinado

Coefficiente de sismo horizontal (kh)=	0,75	
Coefficiente de sismo vertical (kv)=	0,5	
Angulo en función de los coeficientes sísmicos (θ)=	0,876	
Angulo en función de los coeficientes sísmicos (θ)=	0,983	
Angulo de fricción interna (Φ)=	0	rad
Angulo de fricción entre el muro y el suelo (δ)=	0	rad
Angulo de inclinación del terreno (i)=	0	°
Angulo de inclinación interior del muro o estribo (β)=	-36,482	°
Peso específico del suelo (g)=	1,56	ton/m3
Coefficiente de empuje activo dinámico (kad)=	2,347	
Empuje ocasionado por el sismo (Q)=	7,152	ton
Empuje ocasionado por el sismo (Q)=	5,722	ton/m2/m

2.C.3. Carga en placa de cimentación

TANQUE LLENO	W ↗ =	7,07	ton/m2
TANQUE VACIO	W ↘ =	4,46	ton/m2
PRES. BASE	W ▽ =	-2,61	ton/m2

4. DISEÑO ESTRUCTURAL FILTRO PERCOLADOR

3.A. Propiedades del sustrato

Altura de la lamina del liquido=	2,00	m
Peso unitario del liquido (gω)=	1,00	ton/m3
PRES. BASE (W x)=	2,00	Ton/m2

3.B. Propiedades del suelo

Altura del suelo (Hs)=	2,40 m
Peso unitario humedo del suelo (gs)=	1,56 ton/m3
Angulo de friccion (f) =	0,00 °
Coefficiente activo (Ka) =	1,00
Coefficiente pasivo (Kp) =	1,00
σ	5,00 ton/m2
PRES. BASE	3,74 ton/m2

Identificación	B (m)	H (m)	L (m)	γ _χ / γσ (Ton/μ3)	Cantidad	Peso (Ton)	Carga (Ton/m2)
Placa base	8,81	0,25	1,00	2,40	1,00	5,29	0,60
Muro contorno	0,25	2,80	10,25	2,40	1,00	17,22	1,95
peso del agua				1,00	1,00	0,00	0,00
Peso tubería de cemento (relleno fondo)	8,81	0,40	1,00	1,80	1,00	6,34	0,72
Peso de grava saturada	8,81	2,00	1,00	2,20	1,00	38,76	4,40
TOTAL PRESION CIMENTACION TANQUE LLENO							7,67
TOTAL PRESION CIMENTACION TANQUE VACIO							3,27

3.C.1. Carga en muros

Empuje por suelo en muros laterales

Nivel	Presión	Unidad
N+0.00	3,744	ton/m2/m
N+2.40	0,000	ton/m2/m

Presión grava saturada

Nivel	Presión	Unidad
N+0.00	4,4	ton/m2/m
N+2.00	0,000	ton/m2/m

Presión por la acción del sismo

Coefficiente de sismo horizontal (kh)=	0,75
Coefficiente de sismo vertical (kv)=	0,5 0,375
Angulo en función de los coeficientes sísmicos (θ)=	0,876058 50,19443
Angulo en función de los coeficientes sísmicos (θ)=	0,982794 56,30993
Angulo de fricción interna (φ)=	0 rad
Angulo de fricción entre el muro y el suelo (δ)=	0 rad
Angulo de inclinación del terreno (i)=	6 °
Angulo de inclinación interior del muro o estribo (β)=	0 rad
Peso específico del suelo (g)=	1,56 ton/m3
Coefficiente de empuje activo dinámico (kad)=	1
Empuje ocasionado por el sismo (Q)=	2,808 ton
Empuje ocasionado por el sismo (Q)=	2,34 ton/m2/m

Donde:

$$0,5 * \gamma * h^2 (1 - kv) * kad$$

$$kad = \frac{\cos^2(\phi - \theta - \beta)}{\cos \theta * \cos^2 \beta * \cos(\delta + \beta + \theta) \left[1 + \frac{\sin(\phi + \delta) * \sin(\phi - \theta - i)}{\cos(\delta + \beta + \theta) * \cos(i - \beta)} \right]^2}$$

$$\theta = \arctan g \left(\frac{kh}{1 - kv} \right)$$

3.C.2. Carga en placa de cimentación

TANQUE LLENO	W ↗ =	7,67 ton/m2
TANQUE VACIO	W ↗ =	3,27 ton/m2
PRES. BASE	w ↘ =	-5,72 ton/m2

5. DISEÑO ESTRUCTURAL DE BIODIGESTOR

1.A. Propiedades del sustrato

Altura de la lamina del liquido=	3,23	m
Peso unitario del liquido (gw)=	1,00	ton/m3
PRES. BASE (W x)=	3,23	Ton/m2

1.B. Propiedades del suelo

Altura del suelo (Hs)=	3,40	m
Peso unitario humedo del suelo (gs)=	1,56	ton/m3
Angulo de friccion (f) =	0,00	°
Coefficiente activo (Ka) =	1,00	
Coefficiente pasivo (Kp) =	1,00	
σ	3,89	ton/m2
PRES. BASE	5,30	ton/m2

Identificación	B (m)	H (m)	L (m)	γ_L / γ_S (Tov/ μ 3)	Cantidad	Peso (Ton)	Carga (Ton/m2)
Placa base d=5,15m	5,85	1,00	1,00	2,40	1,00	14,04	0,67
Muro r=2,25m	14,14	1,70	0,25	1,85	1,00	11,12	0,53
Muro r=1,88m	11,81	0,95	0,25	1,85	1,00	5,19	0,25
Muro r=1,25m	7,85	1,55	0,07	1,85	1,00	1,58	0,08
Viga al tercio (0.35x0.35)	0,35	0,35	14,14	2,40	1,00	4,16	0,20
Columnas (0.35x0.35)	0,35	0,35	7,75	2,40	1,00	2,28	0,11
Peso de la cimentación	14,95	0,55	0,30	2,40	1,00	5,92	0,28
Peso campana metalica d=2,50m	1,00	1,00	1,00	0,40	1,00	0,40	0,02
peso del agua				1,00	1,00	0,00	0,00
Peso del sustrato	36,25	1,00	1,00	1,00	1,00	36,25	1,74
TOTAL PRESION CIMENTACION TANQUE LLENO							3,89
TOTAL PRESION CIMENTACION TANQUE VACIO							2,14

1.C. Cargas para software de modelación:

1.C.1 CARGAS EN VIGAS AL TERCIO

Longitud de la viga= 14,14 m

Peso propio

Descripción	Peso	Unidad
Peso campana metalica d=2,50m	0,028	ton/m
Muro r=1,88m	0,367	ton/m
Muro r=1,25m	0,111	ton/m
Viga al tercio (0.35x0.35)	0,294	ton/m
Peso del suelo de relleno	1,303	ton/m
Total peso propio=	2,104	ton/m

Empuje por suelo en muros laterales

Hs maxima=	3,40	m
Punto de aplicación (Hs/3)=	1,133	m
Empuje por suelo en viga=	9,017	ton

Presión hidrostática

Hw =	2,53	m
Punto de aplicación (Hw/3)=	0,843	m
Presion Hidrostatica=	3,200	ton

Presión por la acción del sismo

Coefficiente de sismo horizontal (kh)=	0,75	
Coefficiente de sismo vertical (kv)=	0,5	0,375
Angulo en función de los coeficientes sismicos (θ)=	0,876	50,194
Angulo en función de los coeficientes sismicos (θ)=	0,983	56,310
Angulo de fricción interna (Φ)=	0	rad
Angulo de fricción entre el muro y el suelo (δ)=	0	rad
Angulo de inclinación del terreno (i)=	0	°
Angulo de inclinación interior del muro o estribo (β)=	0	rad
Peso específico del suelo (g)=	1,56	ton/m3
Coefficiente de empuje activo dinámico (kad)=	1	

Empuje ocasionado por el sismo (Q)=	3,315	ton
Punto de aplicación (Hs/3)=	1,133	m
Empuje ocasionado por el sismo (Q)=	<u>5,636</u>	ton/m

Donde:

$$0,5 * \gamma * h^2 (1 - kv) * kad$$

$$kad = \frac{\cos^2(\phi - \theta - \beta)}{\cos \theta * \cos^2 \beta * \cos(\delta + \beta + \theta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) * \sin(\phi - \theta - i)}{\cos(\delta + \beta + \theta) * \cos(i - \beta)}} \right]^2}$$

$$\theta = \arctan g \left(\frac{kh}{1 - kv} \right)$$

1.C.2. Carga en losa de cimentación

TANQUE LLENO	$W \nearrow$	=	3,89	ton/m2
TANQUE VACIO	$W \nearrow$	=	2,14	ton/m2
PRES. BASE	$W x$	=	2,41	ton/m2

Anexo K. Cubierta de asbesto cemento PTAR Porcinos.

Area Cubierta=	95.2 m2	a=	11 m	b=	8.65 m
Pendiente=	20.0 %	h=	0.865 m	h asumida=	0.9 m
No. De placa AC=	6,0	Area=	1,475 m2	Peso=	22.5 kg
Area requerida de placas AC=	97.2 m2				
Numero de placa de AC	65,9				
Peso total=	1482,5 kg				
Numero de cerchas=	4				

Cercha	1	2	3	4			
Disposicion de cerchas=	0	2,35	2,35	6,8	6,8	10,72	11
Distancia entre cerchas(m)=		2,35	4,45		3,92		

<i>Area aferente</i>		
Cercha No.1	10,38	m ²
Cercha No.2	30,04	m ²
Cercha No.3	36,98	m ²
Cercha No.4	19,79	m ²
Area aferente total=	<u>97,19</u>	m ²

Presion producida por el viento

Coeficiente de presión(Cp)			
Barlovento:	-0,4		
Sotavento:	-0,5		
Presión dinamica del viento(q)			
Velocidad del viento basica=	100	kph	
q=	0,55	kN/m ²	
Coeficiente que tiene en cuenta la densidad del aire (S4)			
m.s.n.m=	2848		
S4=	0,702		
p(Barlovento)=	-0,15444	kN/m ²	-15,444 kgf/m ²
p(Sotavento)=	-0,19305	kN/m ²	-19,305 kgf/m ²

Carga Muerta

Material	Peso propio	Cantidad	Peso total
Cercha No.1			
Placa ondulada AC	18 kgf/m2	10,3814758	186,87 kgf
Cercha No.2			
Placa ondulada AC	18 kgf/m2	30,040015	540,72 kgf
Cercha No.3			
Placa ondulada AC	18 kgf/m2	36,9757243	665,56 kgf
Cercha No.4			
Placa ondulada AC	18 kgf/m3	19,7910687	356,24 kgf
			<u>Peso total= 1749,39 kgf</u>

Carga Viva

Material	Peso propio	Cantidad	Peso total
Cercha No.1			
Placa ondulada AC	35 kgf/m2	10,38	363,35 kgf
Cercha No.2			
Placa ondulada AC	35 kgf/m2	30,04	1051,40 kgf
Cercha No.3			
Placa ondulada AC	35 kgf/m2	36,98	1294,15 kgf
Cercha No.4			
Placa ondulada AC	35 kgf/m3	19,79	692,69 kgf
			<u>Peso total= 3401,59 kgf</u>

Carga Viento

Material	Peso propio	Cantidad	Peso total
Cercha No.1			
Placa ondulada AC	19,305 kgf/m2	10,38	200,41 kgf
Cercha No.2			
Placa ondulada AC	19,305 kgf/m2	30,04	579,92 kgf
Cercha No.3			
Placa ondulada AC	19,305 kgf/m2	36,98	713,82 kgf
Cercha No.4			
Placa ondulada AC	19,305 kgf/m3	19,79	382,07 kgf
			<u>Peso total= 1876,22 kgf</u>

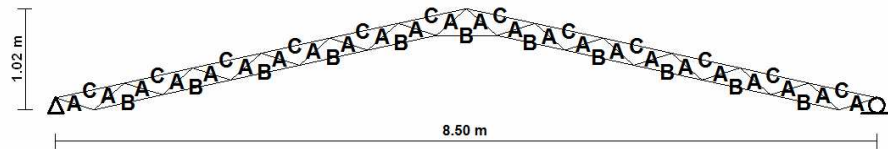
Anexo L. Detalle cerchas y correas cubierta PTAR porcinos.

MEMORIA DE CALCULO

Proyecto : _____

Notas : _____

Elementos calculados con el programa de diseño de ACESCO S.A.



PERFILES SUGERIDOS POR ACESCO

TIPO	PERFIL ACESCO	LONGITUD (m)	PESO (Kg)
A	PHR-C 60x40-1.2 mm (Sencillo)	9.93	14.19
B	PHR-C 60x40-2.0 mm (En Cajón)	7.87	35.71
C	PHR-C 60x40-2.5 mm (En Cajón)	8.69	51.78
		PESO TOTAL	101.68

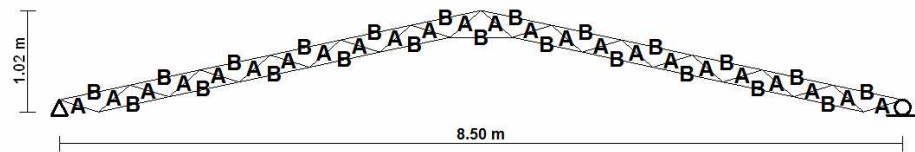
Fy=2320 Kg/cm² NORMAS NSR-98 (AISI-91)

MEMORIA DE CALCULO

Proyecto : _____

Notas : _____

Elementos calculados con el programa de diseño de ACESCO S.A.



PERFILES SUGERIDOS POR ACESCO

TIPO	PERFIL ACESCO	LONGITUD (m)	PESO (Kg)
A	PHR-C 60x40-1.2 mm (Sencillo)	9.93	14.19
B	PHR-C 60x40-1.5 mm (En Cajón)	16.55	59.26
		PESO TOTAL	73.45

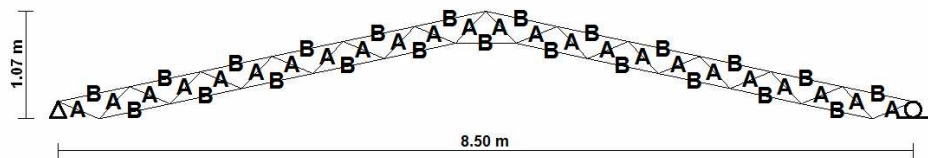
Fy=2320 Kg/cm² NORMAS NSR-98 (AISI-91)

MEMORIA DE CALCULO

Proyecto : _____

Notas : _____

Elementos calculados con el programa de diseño de ACESCO S.A.



PERFILES SUGERIDOS POR ACESCO

TIPO	PERFIL ACESCO	LONGITUD (m)	PESO (Kg)
A	PHR-C 60x40-1.2 mm (Sencillo)	10.56	15.10
B	PHR-C 60x40-1.2 mm (En Cajón)	16.53	47.29
PESO TOTAL			62.39

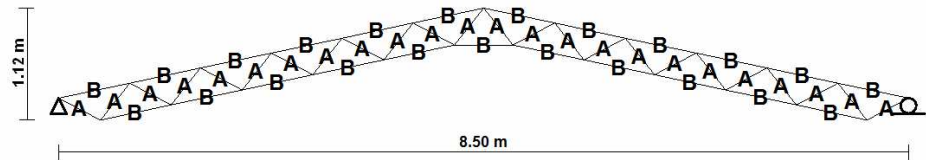
Fy=2320 Kg/cm² NORMAS NSR-98 (AISI-91)

MEMORIA DE CALCULO

Proyecto : _____

Notas : _____

Elementos calculados con el programa de diseño de ACESCO S.A.



PERFILES SUGERIDOS POR ACESCO

TIPO	PERFIL ACESCO	LONGITUD (m)	PESO (Kg)
A	PHR-C 60x40-1.2 mm (Sencillo)	11.28	16.14
B	PHR-C 60x40-2.0 mm (En Cajón)	16.51	74.97
		PESO TOTAL	91.11

Fy=2320 Kg/cm2 NORMAS NSR-98 (AISI-91)

Anexo M. Diseño de zapatas.

Datos generales

Magnitud de la carga (P)=	3,31 ton
Factor de mayoración (F)=	1,7
Φ =	0,7 Contacto o aplastamiento
Φ =	0,85 flexión
Profundidad de desplante (Df)=	80 cm

Propiedades de los materiales

Resistencia del concreto (f_c) =	210 kg/cm ²
Resistencia del acero (f_y) =	4200 kg/cm ²

Propiedades del terreno

Resistencia del terreno (σ) =	9,7 ton/m ²
<i>Dimensiones de la Columna</i>	
Longitud de C1=	30 cm
Longitud de C2=	30 cm

Dimencionamiento

Area Requerida=	0,341
L=A=	0,584 m
L(asumida)=A(asumida)=	0,7 m
σ (nominal)=	6,755 ton/m ²
σ (nominal) < σ	

Chequeo por flexión

Mn=	0,591 ton.m
Mu=	1,005 ton.m
d(asumido)=	23 cm
Recubrimiento=	7 cm
ρ (calculado)=	0,00072
ρ (minimo)=	0,00180
ρ (calculado) < ρ (minimo)	
As=	2,898 cm ²
	No. Area(cm ²)
o Ref.(nominal)=	3/8 0,71
No. De varillas =	4,082

Chequeo por Punzonamiento

dt=	53 cm
v(d/2)=	0,353 ton
vu(d/2)=	0,600 ton
$v_u(\delta/2)$ =	4,925 ton/m ²
$\Phi v_c/3$	1,069 Mpa
$v_u(\delta/2) < \Phi v_c/3$	

Chequeo Falla como viga

v(d)=	0,946 ton
vu(d)=	1,608 ton
$v_u(\delta)$ =	9,986 ton/m ²
Φn_c =	6,528 kg/cm ²
$\Phi n_c > v_u(\delta)$	

Transmision de los esfuerzos

Pu<	112,455 ton
-----	-------------

Longitud de desarrollo

db(Ref. longitudinal de la column.	12 mm	
Ld=	21,672 cm	>20cm

Anexo N. Precios unitarios.

UNIVERSIDAD DE NARIÑO GRANJA EXPERIMENTAL "BOTANA"

"Optimización del sistema de abastecimiento de agua, diseño del sistema de alcantarillado sanitario y de la planta de tratamiento de agua residual de la granja experimental Botana de la Universidad de Nariño".

PRECIOS UNITARIOS

1, LOCALIZACION Y REPLANTEO

UNIDAD:M2

Materiales	Unidad	Cantidad	Vr.Unitario	Vr.Parcial
ESTACAS	UN	0,5	150,00	75
PUNTILLA 2"	LB	0,5	0	0
				75

Equipo y herramientas	Tipo	TFA/Día	Rendimiento	VR,parcial
10%MO				51,27
				51,27

Mano de obra	Cantidad	Jornal	Jornal total	Rendimiento	Vr.Parcial
Topografo	1	53644,18	53644,18	200	268,22
Ayudante	4	25637,00	102548,00	200	512,74
					512,74

Total costo directo= 639,01

2, DESCAPOTE

UNIDAD:M3

Materiales	Unidad	Cantidad	Vr.Unitario	Vr.Parcial
-				
				0

Equipo y herramientas	Tipo	TFA/Día	Rendimiento	VR,parcial
10%MO				64,09
				64,09

Mano de obra	Cantidad	Jornal	Jornal total	Rendimiento	Vr.Parcial
Ayudante	1	25637,00	25637	40	640,93
					640,93

Total costo directo= 705,02

3, CARGUE EL MATERIAL A LA VOLQUETA

UNIDAD:M3

Materiales	Unidad	Cantidad	Vr.Unitario	Vr.Parcial
-				
				0

Equipo y herramientas	Tipo	TFA/Día	Rendimiento	VR,parcial
10%MO				170,91
				170,91

Mano de obra	Cantidad	Jornal	Jornal total	Rendimiento	Vr.Parcial
Ayudante	1	25637,00	25637	15	1709,13
					1709,13

Total costo directo= 1880,05

4. EXCAVACION MATERIAL COMUN
UNIDAD:M3

Material	Unidad	Cantidad	Vr.Unitario	Vr.Parcial
-				0

Equipo y herramientas	Tipo	TFA/ Día	Rendimiento	VR.parcial
10%MO				1281,85
				1281,85

Mano de obra		Jornal	Jornal total	Rendimiento	Vr.Parcial
Ayudante	4	25637,00	102548	8	12818,50
					12818,50

Total costo directo= 14100,35

5. CONCRETO SIMPLE: 3000 PSI (1:2:3)
UNIDAD:M3

Material	Unidad	Cantidad	Vr.Unitario	Vr.Parcial
CEMENTO	KG	350	394	137900
ARENA	M ³	0,56	22000	12320
TRITURADO	M ³	0,84	30000	25200
AGUA	M ³	160	0	0
DESPERDICIOS	%	5		8771
				184191

Equipo y herramientas	Tipo	TFA/ Día	Rendimiento	VR.parcial
MEZCLADORA		40000	240	166,6666667
10%MO				1281,85
				1448,52

Mano de obra		Jornal	Jornal total	Rendimiento	Vr.Parcial
Maestro	1	51274,00	51274,00	12	4272,83
Ayudante	4	25637,00	102548,00	12	8545,67
					12818,50

Total costo directo= 198458,02

6. CONCRETO CICLOPEO
UNIDAD:M3

Material	Unidad	Cantidad	Vr.Unitario	Vr.Parcial
CONCRETO 1:2:4	M3	0,6	179390,02	107634,01
RAJON	M3	0,4	30000	12000
DESPERDICIOS	%	5		5981,7005
				125615,7105

Equipo y herramientas	Tipo	TFA/ Día	Rendimiento	VR.parcial
MEZCLADORA		0	240	0
10%MO				1281,85
				1281,85

Mano de obra		Jornal	Jornal total	Rendimiento	Vr.Parcial
Maestro	1	51274,00	51274,00	12	4272,83
Ayudante	4	25637,00	102548,00	12	8545,67
					12818,50

Total costo directo= 139716,06

7. CONCRETO SIMPLE: 1700 PSI (1:3:6)
UNIDAD:M3

Materiales	Unidad	Cantidad	Vr.Unitario	Vr.Parcial
CEMENTO	KG	210	394	82740
ARENA	M ³	0,5	22000	11000
TRITURADO	M ³	1	30000	30000
AGUA	M ³	155	0	0
DESPERDICIOS	%	5		6187
				129927

Equipo y herramientas	Tipo	TFA/Día	Rendimiento	VR.parcial
MEZCLADORA		40000	240	166,6666667
10%MO				854,57
				1021,23

Mano de obra		Jornal	Jornal total	Rendimiento	Vr.Parcial
Maestro	1	51274,00	51274,00	12	4272,83
Ayudante	4	25637,00	102548	12	8545,67
					8545,67

Total costo directo= 139493,90

8. CONCRETO SIMPLE: 2850 PSI (1:2:4)
UNIDAD:M3

Materiales	Unidad	Cantidad	Vr.Unitario	Vr.Parcial
CEMENTO	KG	300	394	118200
ARENA	M ³	0,48	22000	10560
TRITURADO	M ³	0,95	30000	28500
AGUA	M ³	170	0	0
DESPERDICIOS	%	5		7863
				165123

Equipo y herramientas	Tipo	TFA/Día	Rendimiento	VR.parcial
MEZCLADORA		40000	240	166,6666667
10%MO				1281,85
				1448,52

Mano de obra		Jornal	Jornal total	Rendimiento	Vr.Parcial
Maestro	1	51274,00	51274,00	12	4272,83
Ayudante	4	25637,00	102548	12	8545,67
					12818,50

Total costo directo= 179390,02

9. MORTERO 1:3
UNIDAD : M3

Materiales	Unidad	Cantidad	Vr.Unitario	Vr.Parcial
CEMENTO	KG	454	394	178876
ARENA	M ³	1,09	22000	23980
AGUA	M ³	220	0	0
DESPERDICIOS	%	5		10142,8
				212998,8

Equipo y herramientas	Tipo	TFA/Día	Rendimiento	VR.parcial
10%MO				384,56
				384,555

Mano de obra		Jornal	Jornal total	Rendimiento	Vr.Parcial
Maestro	1	51274,00	51274,00	20	2563,70
Ayudante	1	25637,00	25637,00	20	1281,85
					3845,55

Total costo directo= 217228,91

10. MORTERO 1:4
UNIDAD : M3

Material	Unidad	Cantidad	Vr.Unitario	Vr.Parcial
CEMENTO	KG	364	394	143416
ARENA	M ³	1,16	22000	25520
AGUA	M ³	185	0	0
DESPERDICIOS	%	5		8446,8
				177382,8

Equipo y herramientas	Tipo	TFA/ Día	Rendimiento	VR.parcial
10%MO				384,56
				384,56

Mano de obra		Jornal	Jornal total	Rendimiento	Vr.Parcial
Maestro	1	51274,00	51274,00	20	2563,70
Ayudante	1	25637,00	25637	20	1281,85
					3845,55

Total costo directo= 181612,91

11. MORTERO IMPERMEABILIZADO TRES MANOS
UNIDAD : M3

Material	Unidad	Cantidad	Vr.Unitario	Vr.Parcial
aditivo sika1	KG	18,16	4900	88984
Desperdicio	%	5		4449,2
				93433,2

Equipo y herramientas	Tipo	TFA/ Día	Rendimiento	VR.parcial

Mano de obra		Jornal	Jornal total	Rendimiento	Vr.Parcial

Total costo directo= 93433,20

12. FORMALETA PARA MUROS
UNIDAD:ML

Material	Unidad	Cantidad	Vr.Unitario	Vr.Parcial
TABLA(0,25X0,02X2,50)	UN	1	4000,00	4000
TRIPLEX 4mm (1,20*2,40)	M2	0,33	17500,00	5775
TAJILLO (0.1X0.1*1)	UN	0,5	4000,00	2000
LISTON (0,09X0,04X2,50)	ML	1	1600	1600
GUADUA (5,50M)	UN	0,2	4000	800
ALAMBRE DE AMARRE	KG	0,05	2700	135
CLAVOS VERTICAL 1"	LB	0,25	2000	500
Desperdicios	%	5		741
				15550,5

Equipo y herramientas	Tipo	TFA/ Día	Rendimiento	VR.parcial
10%MO				1055,641176
				1055,641176

Mano de obra		Jornal	Jornal total	Rendimiento	Vr.Parcial
Oficial	1	38455,50	38455,5	8,5	4524,18
Ayudante	2	25637,00	51274	8,5	6032,24
					10556,41

Total costo directo= 27162,55

13. FORMALETA PARA COLUMNAS 0,30 * 0,30
UNIDAD:ML

Materiales	Unidad	Cantidad	Vr.Unitario	Vr.Parcial
TABLA(0,25X0,02X2,50)	UN	2	4000,00	8000
LISTON(3,5*9)	UN	1,5	0,00	0
GUADUA (5,50M)	UN	0,67	4000,00	2680
ALAMBRE DE AMARRE	KG	0,05	2700	135
CLAVOS VERTICAL 1"	LB	0,25	2000	500
Desperdicios	%	5		566
				11880,75

Equipo y herramientas	Tipo	TFA/ Día	Rendimiento	VR.parcial
10%MO				1094,262195
				1094,262195

Mano de obra		Jornal	Jornal total	Rendimiento	Vr.Parcial
Oficial	1	38455,50	38455,5	8,2	4689,70
Ayudante	2	25637,00	51274	8,2	6252,93
					10942,62

Total costo directo= 23917,63

14. FORMALETA PARA VIGAS 0,30*0,30
UNIDAD:M2

Materiales	Unidad	Cantidad	Vr.Unitario	Vr.Parcial
TABLA(0,25X0,02X2,50)	UN	3	4000	12000
MADERO(0,05*0,05)	UN	2	0	0
GUADUA (5,50M)	UN	0,66	4000	2640
ALAMBRE DE AMARRE	KG	0,05	2700	135
CLAVOS VERTICAL 1"	LB	0,25	2000	500
Desperdicios	%	5	0	0
				15275

Equipo y herramientas	Tipo	TFA/ Día	Rendimiento	VR.parcial
10%MO				996,9944444
				996,9944444

Mano de obra		Jornal	Jornal total	Rendimiento	Vr.Parcial
Oficial	1	38455,50	38455,5	9	4272,83
Ayudante	2	25637,00	51274	9	5697,11
					9969,94

Total costo directo= 26241,94

15. ESTRUCTURAS EN CONCRETO
15.1 ZAPATA 1,50*1,50*0,25
UNIDAD:UN

Materiales	Unidad	Cantidad	Vr.Unitario	Vr.Parcial
CONCRETO SIMPLE 3000 PSI	M3	0,563	198458,02	111632,63
HIERRO DE 1/2"	KG	22,21	0,00	0,00
ALAMBRE DE AMARRE	KG	1,1105	394	437,54
DESPERDICIOS	%	5		5603,51
				117673,68

Equipo y herramientas	Tipo	TFA/ Día	Rendimiento	VR.Parcial
10%MO				0,16
				0,16

Mano de obra		Jornal	Jornal total	Rendimiento	Vr.Parcial
Maestro	1	1	0,83	12	0,07
Ayudante	4	5	18,16	12	1,51
					1,58

Total costo directo= 117675,42

15.2 ZAPATA 75 X 75 X 20

UNIDAD:UN

Material	Unidad	Cantidad	Vr.Unitario	Vr.Parcial
CONCRETO SIMPLE 3000 PSI	M3	0,113	198458,02	22326,53
HIERRO DE 3/8"	KG	3,15	2143,00	6750,45
ALAMBRE DE AMARRE	KG	0,1575	2700	425,25
DESPERDICIOS	%	5		1475,11
				30977,34

Equipo y herramientas	Tipo	TFA/ Día	Rendimiento	VR.Parcial
10%MO				1281,85
				1281,85

Mano de obra		Jornal	Jornal total	Rendimiento	Vr.Parcial
Maestro	1	51274	51274	12	4272,83
Ayudante	4	25637	102548	12	8545,67
					12818,50

Total costo directo= 45077,69

15.3 VIGA DE CIMENTACION 0.25*0.25

UNIDAD:ML

Material	Unidad	Cantidad	Vr.Unitario	Vr.Parcial
CONCRETO SIMPLE 3000 PSI	M3	0,063	198458,02	12403,63
HIERRO DE 5/8"	KG	8,36	2362,00	19746,32
HIERRO 3/8"	KG	5,66	2143,00	12129,38
ALAMBRE DE AMARRE	KG	0,701	2700,00	1892,70
DESPERDICIOS	%	5		2308,60
				48480,63

Equipo y herramientas	Tipo	TFA/ Día	Rendimiento	VR.Parcial
10%MO				1281,85
				1281,85

Mano de obra		Jornal	Jornal total	Rendimiento	Vr.Parcial
Maestro	1	51274	51274	12	4272,83
Ayudante	4	25637	102548	12	8545,67
					12818,50

Total costo directo= 62580,98

15.4 VIGA DE CONFINAMIENTO 0.12*0.15

UNIDAD:ML

Material	Unidad	Cantidad	Vr.Unitario	Vr.Parcial
CONCRETO SIMPLE 3000 PSI	M3	0,063	198458,02	12403,63
HIERRO DE 1/4"	KG	1,35	2400,00	3240,00
HIERRO 3/8"	KG	2,24	2143,00	4800,32
ALAMBRE DE AMARRE	KG	0,1795	2700,00	484,65
DESPERDICIOS	%	5		1046,43
				21975,03

Equipo y herramientas	Tipo	TFA/ Día	Rendimiento	VR.Parcial
10%MO				1281,85
				1281,85

Mano de obra		Jornal	Jornal total	Rendimiento	Vr.Parcial
Maestro	1	51274	51274	12	4272,83
Ayudante	4	25637	102548	12	8545,67
					12818,50

Total costo directo= 36075,38

15.5 ZAPATA CORRIDA 0,40*0,55

UNIDAD: ML

<i>Materiales</i>	<i>Unidad</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Vr.Unitario</i>	<i>Vr.Parcial</i>
CONCRETO SIMPLE 3000 PSI	M3	0,193	198458,02	38203,17
HIERRO DE 5/8"	KG	12,71	2362,00	30021,02
HIERRO 3/8"	KG	10,36	2143,00	22201,48
ALAMBRE DE AMARRE	KG	1,1535	2700,00	3114,45
DESPERDICIOS	%	5		4677,01
				98217,12

<i>Equipo y herramientas</i>	<i>Tipo</i>	<i>TFA/ Día</i>	<i>Rendimiento</i>	<i>VR.Parcial</i>
10%MO				1281,85
				1281,85

<i>Mano de obra</i>		<i>Jornal</i>	<i>Jornal total</i>	<i>Rendimiento</i>	<i>Vr.Parcial</i>
Maestro	1	51274	51274	12	4272,83
Ayudante	4	25637	102548	12	8545,67
					12818,50

Total costo directo=

112317,47

15.6 LOSA DE FONDO CONICO

UNIDAD:M2

<i>Materiales</i>	<i>Unidad</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Vr.Unitario</i>	<i>Vr.Parcial</i>
CONCRETO SIMPLE 3000 PSI	M3	0,150	198458,02	29768,70
7. CONCRETO SIMPLE: 1700 PSI (1:3:6)	M3	0,070	139493,90	9764,57
HIERRO DE 1/2"	KG	6,59	2250,00	14827,50
ALAMBRE DE AMARRE	KG	0,3295	2700	889,65
DESPERDICIOS	%	5		2762,52
				58012,95

<i>Equipo y herramientas</i>	<i>Tipo</i>	<i>TFA/ Día</i>	<i>Rendimiento</i>	<i>VR.Parcial</i>
MEZCLADORA		40000	170	235,2941176
10%MO				1281,85
				1517,14

<i>Mano de obra</i>		<i>Jornal</i>	<i>Jornal total</i>	<i>Rendimiento</i>	<i>Vr.Parcial</i>
Maestro	1	51274	51274	12	4272,83
Ayudante	4	25637	102548	12	8545,67
					12818,50

Total costo directo=

72348,59

15.7 MUROS ESTRUCTURALES

UNIDAD:M2

<i>Materiales</i>	<i>Unidad</i>	<i>Cantidad</i>	<i>Vr.Unitario</i>	<i>Vr.Parcial</i>
5. CONCRETO SIMPLE: 3000 PSI (1:2:3)	M3	0,250	184191,00	46047,75
HIERRO DE 1/2"	KG	25,47	2250,00	57307,50
ALAMBRE DE AMARRE	KG	1,2735	2700	3438,45
12. FORMALETA PARA MUROS	GB	0,25	6790,638235	1697,66
DESPERDICIOS	%	5		5339,69
				113831,04

Equipo y herramientas	Tipo	TFA/Día	Rendimiento	Vr.Parcial
MEZCLADORA		40000	170	235,2941176
10%MO				1281,85
				1281,85

Mano de obra		Jornal	Jornal total	Rendimiento	Vr.Parcial
Maestro	1	51274	51274,00	12	4272,83
Ayudante	4	25637	102548,00	12	8545,67
					12818,50

Total costo directo= 127931,39

15.8 VIGA DE 0,25*0,25
UNIDAD:ML

Materiales	Unidad	Cantidad	Vr.Unitario	Vr.Parcial
5. CONCRETO SIMPLE: 3000 PSI (1:2:3)	M3	0,0625	198458,02	12403,63
HIERRO DE 5/8"	KG	6,21	2362,00	14668,02
HIERRO DE 1/2"	KG	4,78	2250,00	10755,00
FORMALETA	GB	0,25	26241,94	6560,48
ALAMBRE DE AMARRE	KG	0,5495	2700	1483,65
DESPERDICIOS	%	5		2293,54
				48164,32

Equipo y herramientas	Tipo	TFA/Día	Rendimiento	Vr.Parcial
MEZCLADORA		40000	170	235,2941176
10%MO				4816,43
				5051,73

Mano de obra		Jornal	Jornal total	Rendimiento	Vr.Parcial
Maestro	1	51274	51274	12	4272,83
Ayudante	4	25637	102548	12	8545,67
					12818,50

Total costo directo= 66034,55

15.9 COLUMNA DE 0,25*0,25
UNIDAD:ML

Materiales	Unidad	Cantidad	Vr.Unitario	Vr.Parcial
5. CONCRETO SIMPLE: 3000 PSI (1:2:3)	M3	0,0625	184191,00	11511,94
HIERRO DE 5/8"	KG	8,1	2362,00	19132,20
HIERRO DE 3/8"	KG	4,93	2143,00	10564,99
FORMALETA	GB	0,25	11880,75	2970,19
ALAMBRE DE AMARRE	KG	0,6515	2700	1759,05
DESPERDICIOS	%	5		2296,92
				48235,28

Equipo y herramientas	Tipo	TFA/Día	Rendimiento	Vr.Parcial
MEZCLADORA		40000	170	235,2941176
10%MO				4823,53
				5058,82

Mano de obra		Jornal	Jornal total	Rendimiento	Vr.Parcial
Maestro	1	51274	51274	12	4272,83
Ayudante	4	25637	102548	12	8545,67
					12818,50

Total costo directo= 66112,61

15.10 VIGA DE 35*35
UNIDAD:ML

Material	Unidad	Cantidad	Vr. Unitario	Vr. Parcial
CONCRETO SIMPLE DE 3000 PSI	M3	0,1225	184191,00	22563,40
HIERRO DE 5/8"	UN	7,33	2362,00	17313,46
HIERRO DE 3/8"	UN	4,74	2143,00	10157,82
FORMALETA	GB	0,25	10942,62	2735,66
ALAMBRE DE AMARRE	KG	0,6035	2700	1629,45
DESPERDICIOS	%	5		2719,99
				57119,77

Equipo y herramientas	Tipo	TFA/Día	Rendimiento	VR.Parcial
MEZCLADORA		0	170	0
10%MO				5711,98
				5711,98

Mano de obra		Jornal	Jornal total	Rendimiento	Vr. Parcial
Maestro	1	7	6,96	12	0,58
Ayudante	4	0	0	12	0,00
					0,58

Total costo directo= 62832,33

15.11 VIGA DE 0,20*0,20
UNIDAD:ML

Material	Unidad	Cantidad	Vr. Unitario	Vr. Parcial
CONCRETO SIMPLE DE 3000 PSI	M3	0,0625	184191,00	11511,94
HIERRO DE 5/8"	UN	7,41	2362,00	17502,42
HIERRO DE 3/8"	UN	5,41	2143,00	11593,63
FORMALETA	GB	0,25	10942,62	2735,66
ALAMBRE DE AMARRE	KG	0,641	2700,00	1730,70
DESPERDICIOS	%	5		2253,72
				47328,06

Equipo y herramientas	Tipo	TFA/Día	Rendimiento	VR.Parcial
MEZCLADORA		0	170	0
10%MO				4732,81
				4732,81

Mano de obra		Jornal	Jornal total	Rendimiento	Vr. Parcial
Maestro	1	51274	51274	12	4272,83
Ayudante	4	25637	102548	12	8545,67
					12818,50

Total costo directo= 64879,37

15.12 VIGA DE 0,20*0,20
UNIDAD:ML

Material	Unidad	Cantidad	Vr. Unitario	Vr. Parcial
CONCRETO SIMPLE DE 3000 PSI	M3	0,04	198458,02	7938,32
HIERRO DE 1/2"	UN	4,74	2250,00	10665,00
HIERRO DE 3/8"	UN	3,77	2143,00	8079,11
FORMALETA	GB	0,25	26241,94	6560,48
ALAMBRE DE AMARRE	KG	0,4255	2700	1148,85
DESPERDICIOS	%	5		1719,59
				36111,35

Equipo y herramientas	Tipo	TFA/Día	Rendimiento	VR.Parcial
MEZCLADORA		0	170	0
10%MO				3611,14
				3611,14

Mano de obra		Jornal	Jornal total	Rendimiento	Vr. Parcial
Maestro	1	51274	51274	12	4272,83
Ayudante	4	25637	102548	12	8545,67
					12818,50

Total costo directo= 52540,99

15.13 TAPA DE CCTO REFORZADO PARA CUBIERTA E=15CM
UNIDAD:ML

Materiales	Unidad	Cantidad	Vr.Unitario	Vr.Parcial
CONCRETO SIMPLE DE 3000 PSI	M3	0,15	139493,90	20924,09
HIERRO DE 3/8"	KG	4,87	2143,00	10436,41
FORMALETA	GB	0,25		0,00
ALAMBRE DE AMARRE	KG	0,2435	2700	657,45
DESPERDICIOS	%	5		1600,90
				33618,84

Equipo y herramientas	Tipo	TFA/ Día	Rendimiento	VR.Parcial
10%MO		0	170	1281,85
				1281,85

Mano de obra		Jornal	Jornal total	Rendimiento	Vr.Parcial
Maestro	1	51274	51274	12	4272,83
Ayudante	4	25637	102548	12	8545,67
					12818,50

Total costo directo= 47719,19

15.14 TAPA DE CCTO REFORZADO PARA FONDO E=20CM
UNIDAD:ML

Materiales	Unidad	Cantidad	Vr.Unitario	Vr.Parcial
CONCRETO SIMPLE DE 3000 PSI	M3	0,2	139493,90	27898,78
HIERRO DE 3/8"	KG	7,46	2143,00	15986,78
FORMALETA	GB	0,25	0,00	0,00
ALAMBRE DE AMARRE	KG	0,373	2700	1007,10
DESPERDICIOS	%	5		2244,63
				47137,29

Equipo y herramientas	Tipo	TFA/ Día	Rendimiento	VR.Parcial
10%MO				1281,85
				1281,85

Mano de obra		Jornal	Jornal total	Rendimiento	Vr.Parcial
Maestro	1	51274	51274	12	4272,83
Ayudante	4	25637	102548	12	8545,67
					12818,50

Total costo directo= 61237,64

15.15 COLUMNA DE 0,20*0,20
UNIDAD:ML

Materiales	Unidad	Cantidad	Vr.Unitario	Vr.Parcial
5. CONCRETO SIMPLE: 3000 PSI (1:2:3)	M3	0,04	184191	7367,64
HIERRO DE 1/4"	KG	1,9	2400,00	4560,00
HIERRO DE 3/8"	KG	2,24	2143	4800,32
FORMALETA	GB	0,25	11880,75	2970,19
ALAMBRE DE AMARRE	KG	0,207	2700	558,90
DESPERDICIOS	%	5	0	1012,85
				21269,90

Equipo y herramientas	Tipo	TFA/ Día	Rendimiento	VR.Parcial
MEZCLADORA		0	170	0
10%MO				1281,85
				1281,85

Mano de obra		Jornal	Jornal total	Rendimiento	Vr.Parcial
Maestro	1	51274	51274	12	4272,83
Ayudante	4	25637	102548	12	8545,67
					12818,50

Total costo directo= 35370,25

15.16 COLUMNA DE 0,35*0,35
UNIDAD:ML

Materiales	Unidad	Cantidad	Vr.Unitario	Vr.Parcial
CONCRETO SIMPLE DE 3000 PSI	M3	0,09	184191,00	16577,19
HIERRO DE 5/8"	UN	12,416	2362,00	29326,59
HIERRO DE 3/8"	UN	10,41	2143,00	22308,63
FORMALETA	GB	0,25	11880,75	2970,19
ALAMBRE DE AMARRE	KG	1,1413	2700	3081,51
DESPERDICIOS	%	5		3713,21
				77977,31

Equipo y herramientas	Tipo	TFA/ Día	Rendimiento	VR.Parcial
MEZCLADORA		0	170	0
10%MO				7797,73
				7797,73

Mano de obra		Jornal	Jornal total	Rendimiento	Vr.Parcial
Maestro	1	51274	51274	12	4272,83
Ayudante	4	25637	102548	12	8545,67
					12818,50

Total costo directo= 98593,55

15.17 COLUMNA DE 0.30X0.30
UNIDAD:ML

Materiales	Unidad	Cantidad	Vr.Unitario	Vr.Parcial
CONCRETO SIMPLE DE 3000 PSI	M3	0,09	184191,00	16577,19
HIERRO DE 5/8"	UN	12,416	2362,00	29326,59
HIERRO DE 3/8"	UN	5,6	2143,00	12000,80
FORMALETA	GB	0,25	11880,75	2970,19
ALAMBRE DE AMARRE	KG	0,9008	2700,00	2432,16
DESPERDICIOS	%	5		3165,35
				66472,28

Equipo y herramientas	Tipo	TFA/ Día	Rendimiento	VR.Parcial
MEZCLADORA		0	170	0
10%MO				6647,23
				6647,23

Mano de obra		Jornal	Jornal total	Rendimiento	Vr.Parcial
Maestro	1	51274	51274	12	4272,83
Ayudante	4	25637	102548	12	8545,67
					12818,50

Total costo directo= 85938,00

16, MURO EN SOGA (25X7X12)
UNIDAD : M2

Materiales	Unidad	Cantidad	Vr.Unitario	Vr.Parcial
10. MORTERO 1:4	M3	0,035	177382,8	6208,40
LADRILLO COMUN	UN	48	250	12000
				18208,40

Equipo y herramientas	Tipo	TFA/ Día	Rendimiento	VR.parcial
10%MO				591,62
				591,62

Mano de obra		Jornal	Jornal total	Rendimiento	Vr.Parcial
Maestro	1	51274	51274	13	3944,15
Ayudante	1	25637	25637	13	1972,08
					5916,23

Total costo directo 24716,25

17. MURO EN TIZON (25X7X12)

UNIDAD : M2

Materiales	Unidad	Cantidad	Vr.Unitario	Vr.Parcial
9 MORTERO 1:3	M3	0,016	177382,8	2838,12
LADRILLO COMUN	UN	96	250	24000
				26838,12

Equipo y herramientas	Tipo	TFA/Día	Rendimiento	VR.parcial
10%MO				961,39
				961,39

Mano de obra		Jornal	Jornal total	Rendimiento	Vr.Parcial
Maestro	1	51274	51274	8	6409,25
Ayudante	1	25637	25637	8	3204,63
					9613,88

Total costo directo 37413,39

18. INSTALACIONES PARA SUMINISTRO DE GAS

UNIDAD : GB

Materiales	Unidad	Cantidad	Vr.Unitario	Vr.Parcial
TUBERIA PVC 3/4"	UN	2	12064,00	24128,00
CODO PVC 3/4"	UN	2	557,00	1114
TEE PVC 3/4"	UN	4	765,00	3060
YEE PVC 3/4"	UN	2	0,00	0
SOLDADURA PVC X 1/4	1/4 GALON	1	60169	60169
CINTA AISLANTE	UN	0,5	0	0
CAMPANA METALICA CAL=12	UN	1	800000	800000
CERCHA METALICA	UN	1	0	0
DESPERDICIOS 5%				4423,6
				892894,55

Equipo y herramientas	Tipo	TFA/Día	Rendimiento	VR.parcial
10%MO				1281,85
				1281,85

Mano de obra		Jornal	Jornal total	Rendimiento	Vr.Parcial
Maestro	1	51274	51274	6	8545,67
Ayudante	1	25637	25637	6	4272,83
					12818,50

Total costo directo= 906994,90

19. TANQUES DE MEZCLA Y DESCARGA 1 X 1 X 1

UNIDAD : UN

Materiales	Unidad	Cantidad	Vr.Unitario	Vr.Parcial
16. MURO EN SOGA (25X7X12)	M2	4	18208,40	72833,592
5 CONCRETO SIMPLE: 3000 PSI (1:2:3)	M3	0,07	184191,00	12893,37
DESPERDICIOS 5%				4286,3
				90013,31

Equipo y herramientas	Tipo	TFA/Día	Rendimiento	VR.parcial
10%MO				3204,63
				3205

Mano de obra		Jornal	Jornal total	Rendimiento	Vr.Parcial
Oficial	1	38456	38455,5	2	19227,75
Ayudante	1	25637	25637	2	12818,50
					32046,25

Total costo directo= 125264,19

20. SISTEMA SANITARIO
UNIDAD : GB

Material	Unidad	Cantidad	Vr.Unitario	Vr.Parcial
TUBERIA SANITARIO 6"	UN	70	203591,00	14251370
TAPON PVC SANITARIO 6"	UN	2	0,00	0
TUBERIA SANITARIO 4"	UN	15	96129,00	1441935
CODO PVC SANITARIO 4"	UN	2	7041,00	14082
TEE PVC SANITARIO 4"	UN	3	9326,00	27978
TAPON SANITARIO 4"	UN	5	10718,00	53590
VALVULAS	UN	5	15000,00	75000
CAJA DE VALVULAS	UN	2	95233,21	190466
DESPERDICIOS 5%				712568,5
				16766990

Equipo y herramientas	Tipo	TFA/ Día	Rendimiento	VR.parcial
10%MO				899
				899

Mano de obra		Jornal	Jornal total	Rendimiento	Vr.Parcial
Oficial	1	38456	38455,5	6	6409,25
Ayudante	1	15500,00	15500	6	2583,33
					8992,58

Total costo directo= 16776881,77

21. SISTEMA DE BOMBEO Y MECANISMOS DE DISPOSICION DE LODOS
UNIDAD : GB

Material	Unidad	Cantidad	Vr.Unitario	Vr.Parcial
BOMBA: 1-1/2 x 1-1/2 x 7 Eje Libre	UN	1	3730000,00	3730000
SIST. TUB SUCCION E IMPULSION	UN	1	100000,00	100000
CADENAS SIN FIN INCLUIDO MOTOR	GL	1	1000000,00	1000000
				4830000

Equipo y herramientas	Tipo	TFA/ Día	Rendimiento	VR.parcial
10%MO				899
				899

Mano de obra		Jornal	Jornal total	Rendimiento	Vr.Parcial
Oficial	1	38456	38455,5	6	6409,25
Ayudante	1	15500	15500	6	2583,33
					8992,58

Total costo directo= 4839891,84

22. INSTALACIONES PARA OPERACIÓN DEL EQUIPO
UNIDAD : UN

Material	Unidad	Cantidad	Vr.Unitario	Vr.Parcial
PUERTA METALICA 0.80 X 2 CAL	UN	1	180000,00	180000
VENTANA METALICA 1X1	UN	3	50000,00	150000
				330000

Equipo y herramientas	Tipo	TFA/ Día	Rendimiento	VR.parcial

Mano de obra		Jornal	Jornal total	Rendimiento	Vr.Parcial
Oficial	1	38456	38455,5	6	6409,25
Ayudante	1	15500	15500	6	2583,33
					8992,58

Total costo directo= 338992,58

23. ALCANTARILLADO

23.1 POZOS DE INSPECCION TIPO 1-2-4-2A-2B

UNIDAD : GB

Materiales	Unidad	Cantidad	Vr.Unitario	Vr.Parcial
LADRILLO COMUN	UN	3173	250,00	793250
REPELLO	M3	0,66	177382,80	117073
IMPERMEABILIZACION	M3	0,99	165123,00	163472
HIERRO DE 1/2"	KG	340	2250,00	765000
HIERRO DE 3/4"	KG	2,24	0,00	0
ALAMBRE DE AMARRE	KG	17,112	2700,00	46202
5. CONCRETO SIMPLE: 3000 PSI (1:2:3)	M3	4,72	198458,02	936722
DESPERDICIOS 5%				141085,9
				2821719

Equipo y herramientas	Tipo	TFA/Día	Rendimiento	VR.parcial
10%MO				415
				415

Mano de obra		Jornal	Jornal total	Rendimiento	Vr.Parcial
Oficial	1	38456	38455,5	13	2958,12
Ayudante	1	15500	15500	13	1192,31
					4150,42

Total costo directo= 2826284,12

23.2 POZO DE INSPECCION 3

UNIDAD : GB

Materiales	Unidad	Cantidad	Vr.Unitario	Vr.Parcial
LADRILLO COMUN	UN	1366	250	341500
REPELLO	M3	0,272	177382,8	48248
IMPERMEABILIZACION	M3	0,41	165123	67700
HIERRO DE 1/2"	KG	68	2250	153000
HIERRO DE 3/4"	KG	1,12	0	0
ALAMBRE DE AMARRE	KG	17,112	2700	46202
5. CONCRETO SIMPLE: 3000 PSI (1:2:3)	M3	1,26	198458,0167	250057
DESPERDICIOS 5%	0	0	0	45335,4
				952043

Equipo y herramientas	Tipo	TFA/Día	Rendimiento	VR.parcial
10%MO				415
				415

Mano de obra		Jornal	Jornal total	Rendimiento	Vr.Parcial
Oficial	1	38455,5	38455,5	13	2958,12
Ayudante	1	15500	15500	13	1192,31
					4150,42

Total costo directo= 956608,92

23.3 RED DE ALCANTARILLADO SANITARIO

UNIDAD : UN

Materiales	Unidad	Cantidad	Vr.Unitario	Vr.Parcial
TUBERIA PVC CORRUGADA DOBLE PAREI	UN	1	121688,00	121688
CODO PVC SANITARIO 6"	UN	2	60076,00	120152
TEE PVC SANITARIO 6"	UN	2	76967,00	153934
SOLDADURA PVC X 1/4	1/4 GALON	0,005	60169,00	301
DESPERDICIOS 5%				19803,7
				396075

Equipo y herramientas	Tipo	TFA/ Día	Rendimiento	VR.parcial
10%MO				217
217				

Mano de obra		Jornal	Jornal total	Rendimiento	Vr.Parcial
Maestro	1	51274	51274	40	1281,85
Ayudante	1	22000	22000	40	550,00
Obrero	1	13500	13500	40	337,50
					2169,35

Total costo directo= 398461,13

24. REPARACION DE CAJA DE VALVULAS
UNIDAD : UN

Materiales	Unidad	Cantidad	Vr.Unitario	Vr.Parcial
LADRILLO COMUN	UN	82	250,00	20500
10. MORTERO 1:4	M3	0,039	177382,80	6918
9. MORTERO 1:3	M3	0,043	212998,80	9159
8. CONCRETO SIMPLE: 2850 PSI (1:2:4)	M3	0,035	165123,00	5779
HIERRO DE 3/8"	KG	3,67	2143,00	7865
ALAMBRE DE AMARRE	KG	0,05	2700,00	135
8. CONCRETO SIMPLE: 2850 PSI (1:2:4)	M3	0,041	165123,00	6770
DESPERDICIOS 5%				2856,3
				59982

Equipo y herramientas	Tipo	TFA/ Día	Rendimiento	VR.parcial
10%MO				3205
3205				

Mano de obra		Jornal	Jornal total	Rendimiento	Vr.Parcial
Oficial	1	38456	38455,5	2	19227,75
Ayudante	1	25637	25637	2	12818,50
					32046,25

Total costo directo= 95233,21

25. DESARENADOR
UNIDAD : GB

Materiales	Unidad	Cantidad	Vr.Unitario	Vr.Parcial
LADRILLO COMUN	UN	200	250,00	50000
10. MORTERO 1:4	M3	0,039	177382,80	6918
9. MORTERO 1:3	M3	0,043	212998,80	9159
8. CONCRETO SIMPLE: 2850 PSI (1:2:4)	M3	0,5	165123,00	82562
HIERRO DE 3/8"	KG	11,01	2143,00	23594
ALAMBRE DE AMARRE	KG	0,5505	2700,00	1486
DESPERDICIOS 5%				8686,0
				182405

Equipo y herramientas	Tipo	TFA/ Día	Rendimiento	VR.parcial
10%MO				1775
1775				

Mano de obra		Jornal	Jornal total	Rendimiento	Vr.Parcial
Maestro	1	38456	38455,5	2	19227,75
Oficial	1	22000	22000	2	11000,00
Obrero	1	13500	13500	2	6750,00
					17750,00

Total costo directo= 201930,12

26. CUBIERTA EN ASBESTO CEMENTO

UNIDAD : M2

Materiales	Unidad	Cantidad	Vr.Unitario	Vr.Parcial
TEJA DE ASBESTO CEMENTO N°8	UN	0,5	22650,00	11325
CABALLETE	UN	1	12450,00	12450
AMARRES	UN	3	100,00	300

24075

Equipo y herramientas	Tipo	TFA/ Día	Rendimiento	VR.parcial
10%MO				163

163

Mano de obra		Jornal	Jornal total	Rendimiento	Vr.Parcial
Oficial	1	22000	22000	30	733,33
Obrero	2	13500	27000	30	900,00

1633,33

Total costo directo=

25871,67

27. CASETA DE CLORACION

UNIDAD : UN

Materiales	Unidad	Cantidad	Vr.Unitario	Vr.Parcial
CONCRETO 1:2:3	M3	1	198458,02	198458,0167
ACERO DE REFUERZO 3/8"	KG	40	2143,00	85720
ALAMBRE DE AMARRE	KG	2	2700	5400
MURO EN TIZON	M2	14	37413,39	523787,4222
IMPERMEABILIZACION	M3	0,21	95783,26	20114,4846
REPELLO	M3	0,42	217228,91	91236,1422

924716

Equipo y herramientas	Tipo	TFA/ Día	Rendimiento	VR.parcial
10%MO				3273

3273

Mano de obra		Jornal	Jornal total	Rendimiento	Vr.Parcial
Maestro	1	38456	38455,5	2	19227,75
Obrero	2	13500	27000	2	13500,00

32727,75

Total costo directo=

960716,59

28. REPELO DE MUROS

UNIDAD : M2

Materiales	Unidad	Cantidad	Vr.Unitario	Vr.Parcial
MORTERO 1:3	M3	0,03	217228,91	6516,86715

6517

Equipo y herramientas	Tipo	TFA/ Día	Rendimiento	VR.parcial
10%MO				135

135

Mano de obra		Jornal	Jornal total	Rendimiento	Vr.Parcial
Obrero	2	13500	27000	20	1350,00

1350,00

Total costo directo=

8001,87

28. VERTEDEROS DE AFORO

UNIDAD : UN

Materiales	Unidad	Cantidad	Vr.Unitario	Vr.Parcial
CONCRETOSIMPLE DE 3000PSI	M3	0,35	1281,85	448,6475
ACERO DE REFUERZO 3/8"	KG	8,56	2143,00	18344,08
REPELLO	M2	6,2	8001,87	49611,57633
IMPERMEABILIZACION	M3	0,093	93433,20	8689,2876
LAMINA CALIBRE 1/8"	UN	0,125	78000	9750
				86843,59143

Equipo y herramientas	Tipo	TFA/ Día	Rendimiento	Vr.parcial
10%MO				135
				135

Mano de obra		Jornal	Jornal total	Rendimiento	Vr.Parcial
Obrero	2	13500	27000	20	1350,00
					1350,00

Total costo directo= 88328,59

29. CAMBIO TUBERIA CONDUCCION TRAMO A -J

UNIDAD : ML

Materiales	Unidad	Cantidad	Vr.Unitario	Vr.Parcial
TUBERIA 3" RDE 32,5	ML	1	9000,00	9000
LUBRICANTE	KG	0,031	11400,00	353,4
				9353,4

Equipo y herramientas	Tipo	TFA/ Día	Rendimiento	Vr.parcial
10%MO				1299
				1299

Mano de obra		Jornal	Jornal total	Rendimiento	Vr.Parcial
Máestro	1	38456	38455,5	4	9613,88
Obrero	1	13500	13500	4	3375,00
					12988,88

Total costo directo= 23641,16

Anexo Ñ. Estudios de suelos.

SUELOS Y MATERIALES
LABORATORIO



CLASIFICACIÓN DE SUELOS

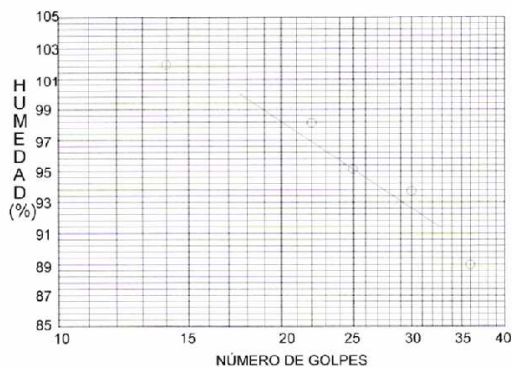
PROYECTO Planta de Tratamiento Procesos Cárnicos-Doméstico FECHA 19 nov 2007
 REFERENCIA Apique No 1 Profundidad 1,30 m LOCALIZACIÓN _____
 DESCRIPCIÓN Arcilla de alta pasticidad color gris con vetas, consistencia firme

LÍMITES DE CONSISTENCIA O ATTERBERG

Tipo de ensayo	LL	LL	LL	LL	LP	LP	H
Recipiente No.	9	81	44	36	1	15	80
Peso húmedo + recip. gr.	22,43	21,98	19,14	15,83	23,13	25,38	34,97
Peso seco + recip. gr.	14,82	14,34	12,80	11,05	19,43	21,30	23,12
Peso recipiente gr.	6,27	6,19	6,34	6,36	6,36	6,58	6,38
Humedad %	89,01	93,74	98,14	101,92	28,31	27,72	70,79
Número de golpes	36	30	22	14			

Cualquier modificación al contenido de este informe será sancionado penalmente. Exija informes originales!

LÍMITES



GRANULOMETRÍA

Tamiz %	Peso Ret. Acum.	Retenido Acum. %	Pasa %
3/4"			
1/2"			
3/8"			
4	0	0,00	100,00
10	1,03	1,51	98,49
16	1,57	2,30	97,70
40	2,97	4,34	95,66
100	9,81	14,35	85,65
200	13,84	20,25	79,75
Pasa 200			

RESULTADOS

LL(%)= 95,15 IP(%)= 67,13
 LP(%)= 28,02 W(%)= 70,79
 IL(%)= 0,6

CLASIFICACIÓN

AASHTO SUCS
 A-7-6 CH

PESO SECO TOTAL

68,36 gr

OBSERVACIONES _____


 HERNEY LASSO ECHAVARRÍA
 Geotecnólogo

SUELOS Y MATERIALES
LABORATORIO



CLASIFICACIÓN DE SUELOS

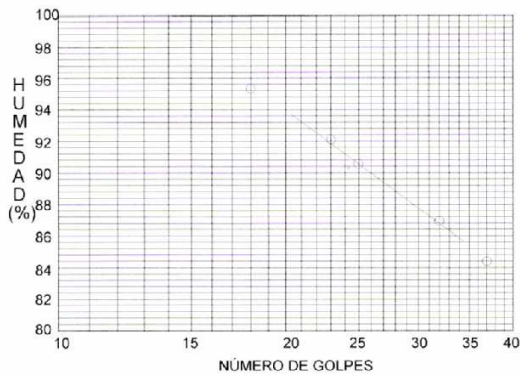
PROYECTO Planta de Tratamiento Procesos Cárnicos-Doméstico FECHA 19 nov 2007
 REFERENCIA Apique No 1 Profundidad 1,00 m LOCALIZACIÓN ,
 DESCRIPCIÓN Arcilla de alta plasticidad color café oscuro con vetas, consistencia firme

LÍMITES DE CONSISTENCIA O ATTERBERG

Tipo de ensayo	LL	LL	LL	LL	LP	LP	H
Recipiente No.	87	14	92	82	41	33	89
Peso húmedo + recip. gr.	24,48	22,01	21,15	22,71	28,22	30,02	28,81
Peso seco + recip. gr.	16,24	14,80	14,15	14,74	23,32	24,75	21,76
Peso recipiente gr.	6,48	6,51	6,55	6,38	6,49	6,59	6,19
Humedad %	84,43	86,97	92,11	95,33	29,11	29,02	45,28
Número de golpes	37	32	23	18			

Cualquier modificación al contenido de este informe será sancionada penalmente. Exija informes originales!

LÍMITES



GRANULOMETRÍA

Tamiz %	Peso Ret. Acum.	Retenido Acum. %	Pasa %
3/4"			
1/2"			
3/8"			
4	0	0.00	100.00
10	0	0.00	100.00
16	1,18	1,74	98,26
40	2,05	3,03	96,97
100	9,14	13,49	86,51
200	13,41	19,80	80,20
Pasa 200			

RESULTADOS

LL(%)= 90,58
 LP(%)= 29,07
 IL(%)= 0,3

CLASIFICACIÓN

AASHTO SUCS
 A-7-6 CH

PESO SECO TOTAL

67,73 gr

OBSERVACIONES

HERNEY LASSO ECHAVARRÍA
 Geotecnólogo

SUELOS Y MATERIALES
LABORATORIO



CLASIFICACIÓN DE SUELOS

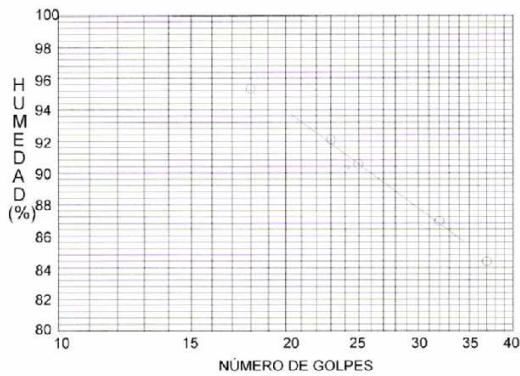
PROYECTO Planta de Tratamiento Procesos Cárnicos-Doméstico FECHA 19 nov 2007
 REFERENCIA Apique No 1 Profundidad 1,00 m LOCALIZACIÓN ,
 DESCRIPCIÓN Arcilla de alta plasticidad color café oscuro con vetas, consistencia firme

LÍMITES DE CONSISTENCIA O ATTERBERG

Tipo de ensayo	LL	LL	LL	LL	LP	LP	H
Recipiente No.	87	14	92	82	41	33	89
Peso húmedo + recip. gr.	24,48	22,01	21,15	22,71	28,22	30,02	28,81
Peso seco + recip. gr.	16,24	14,80	14,15	14,74	23,32	24,75	21,76
Peso recipiente gr.	6,48	6,51	6,55	6,38	6,49	6,59	6,19
Humedad %	84,43	86,97	92,11	95,33	29,11	29,02	45,28
Número de golpes	37	32	23	18			

Cualquier modificación al contenido de este informe será sancionada penalmente. Exija informes originales!

LÍMITES



GRANULOMETRÍA

Tamiz %	Peso Ret. Acum.	Retenido Acum. %	Pasa %
3/4"			
1/2"			
3/8"			
4	0	0.00	100.00
10	0	0.00	100.00
16	1,18	1,74	98,26
40	2,05	3,03	96,97
100	9,14	13,49	86,51
200	13,41	19,80	80,20
Pasa 200			

RESULTADOS

LL(%)= 90,58
 LP(%)= 29,07
 IL(%)= 0,3

CLASIFICACIÓN

AASHTO SUCS
 A-7-6 CH

PESO SECO TOTAL

67,73 gr

OBSERVACIONES

HERNEY LASSO ECHAVARRÍA
 Geotecnólogo



MEMORIA DE SONDEOS Y RESULTADOS DE ENSAYOS

PROYECTO: Planta de Tratamiento Aguas Residuales - Botana APIQUE No. 1 LOCALIZACIÓN:

ESTRATOS	DESCRIPCIÓN	% PASA		LL	IP	IL	CLASIFICACIÓN SUCS	AASHTO	qu kg/cm ²	DENSIDAD HUMEDA	HUMEDAD NATURAL
		# 4	# 200								
0,0	Relleno										
0,40	NAF										
0,70	Capa vegetal antigua										
1,10	Limo arenoso de alta compresibilidad color café oscuro, consistencia firme	100,00	87,59	85,96	55,25	0,6	MH	A-7-5	1,14	1,56	72,14
1,50	Limo arenoso de alta compresibilidad color gris, consistencia firme	100,00	88,11	88,15	55,59	0,1	MH	A-7-5	0,97	1,35	50,66

Cualquier modificación al contenido de este informe será sancionada penalmente. Exija informes originales!


HERNEY LAASO ECHAVARRÍA
Geotecnólogo



CLASIFICACIÓN DE SUELOS

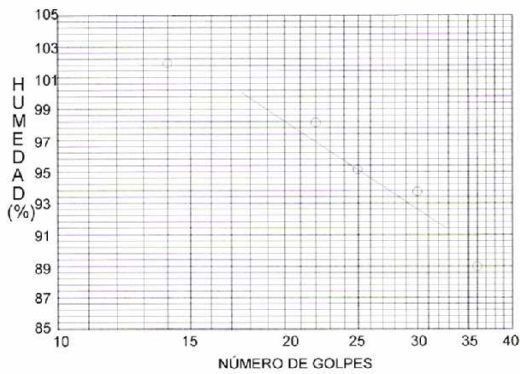
PROYECTO Planta de Tratamiento Procesos Cárnicos-Doméstico FECHA 19 nov 2007
 REFERENCIA Apique No 1 Profundidad 1,30 m LOCALIZACIÓN _____
 DESCRIPCIÓN Arcilla de alta pasticidad color gris con vetas, consistencia firme

LÍMITES DE CONSISTENCIA O ATTERBERG

Tipo de ensayo	LL	LL	LL	LL	LP	LP	H
Recipiente No.	9	81	44	36	1	15	80
Peso húmedo + recip. gr.	22,43	21,98	19,14	15,83	23,13	25,38	34,97
Peso seco + recip. gr.	14,82	14,34	12,80	11,05	19,43	21,30	23,12
Peso recipiente gr.	6,27	6,19	6,34	6,36	6,36	6,58	6,38
Humedad %	89,01	93,74	98,14	101,92	28,31	27,72	70,79
Número de golpes	36	30	22	14			

Cualquier modificación al contenido de este informe será sancionada penalmente. Exija informes originales!

LÍMITES



GRANULOMETRÍA

Tamiz %	Peso Ret. Acum.	Retenido Acum. %	Pasa %
3/4"			
1/2"			
3/8"			
4	0	0,00	100,00
10	1,03	1,51	98,49
16	1,57	2,30	97,70
40	2,97	4,34	95,66
100	9,81	14,35	85,65
200	13,84	20,25	79,75
Pasa 200			

RESULTADOS

LL(%)= 95,15
 LP(%)= 28,02
 IL(%)= 0,6

IP(%)= 67,13
 W(%)= 70,79

CLASIFICACIÓN

AASHTO SUCS
 A-7-6 CH

PESO SECO TOTAL

68,36 gr

OBSERVACIONES


 HERNEY LASSO ECHAVARRÍA
 Geotecnólogo



CLASIFICACIÓN DE SUELOS

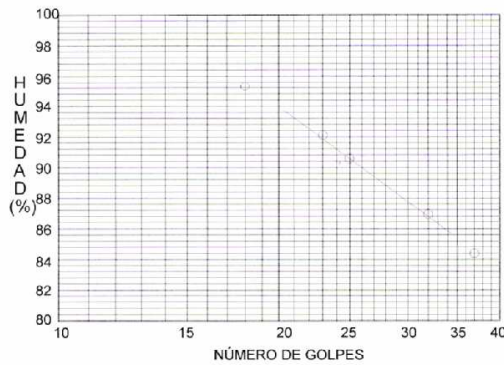
PROYECTO Planta de Tratamiento Procesos Cárnicos-Doméstico FECHA 19 nov 2007
 REFERENCIA Apique No 1 Profundidad 1,00 m LOCALIZACIÓN _____
 DESCRIPCIÓN Arcilla de alta plasticidad color café oscuro con vetas, consistencia firme

LÍMITES DE CONSISTENCIA O ATTERBERG

Tipo de ensayo	LL	LL	LL	LL	LP	LP	H
Recipiente No.	87	14	92	82	41	33	89
Peso húmedo + recip. gr.	24,48	22,01	21,15	22,71	28,22	30,02	28,81
Peso seco + recip. gr.	16,24	14,80	14,15	14,74	23,32	24,75	21,76
Peso recipiente gr.	6,48	6,51	6,55	6,38	6,49	6,59	6,19
Humedad %	84,43	86,97	92,11	95,33	29,11	29,02	45,28
Número de golpes	37	32	23	18			

Cualquier modificación al contenido de este informe será sancionada penalmente. Exija informes originales!

LÍMITES



GRANULOMETRÍA

Tamiz %	Peso Ret. Acum.	Retenido Acum. %	Pasa %
3/4"			
1/2"			
3/8"			
4	0	0,00	100,00
10	0	0,00	100,00
16	1,18	1,74	98,26
40	2,05	3,03	96,97
100	9,14	13,49	86,51
200	13,41	19,80	80,20
Pasa 200			

RESULTADOS

LL(%)= 90,58
 LP(%)= 29,07
 IL(%)= 0,3

CLASIFICACIÓN

AASHTO SUCS
 A-7-6 CH

PESO SECO TOTAL

67,73 gr

OBSERVACIONES _____


 HERNEY LASSO ECHAVARRÍA
 Geotecnólogo



MEMORIA DE SONDEOS Y RESULTADOS DE ENSAYOS

PROYECTO: Planta de Tratamiento Aguas Residuales - Botana APIQUE No. 1 LOCALIZACIÓN: _____

ESTRATOS m	DESCRIPCIÓN	% PASA		LL	IP	IL	CLASIFICACIÓN SUCS	AASTHO	qu kg/cm ²	DENSIDAD HÚMEDA	HUMEDAD NATURAL
		# 4	# 200								
0,0	Relleno										
0,40	NAF Capa vegetal antigua						OH				
0,70	Limo arenoso de alta compresibilidad color café oscuro, consistencia firme	100,00	87,59	95,99	55,25	0,6	MH	A-7-5	1,14	1,56	72,14
1,10	Limo arenoso de alta compresibilidad color gris, consistencia firme	100,00	88,11	98,15	55,59	0,1	MH	A-7-5	0,97	1,35	50,66
1,50											

Cualquier modificación al contenido de este informe será sancionada penalmente. Ejaja informes originales!


HERNEY LASSO ECHAVARRÍA
Geotecnólogo



CLASIFICACIÓN DE SUELOS

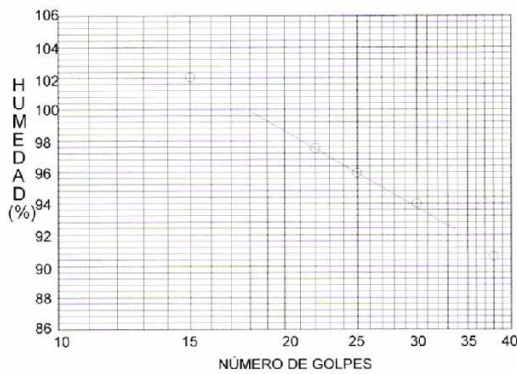
PROYECTO Planta de Tratamiento Aguas Residuales - Botana FECHA 19 nov 2007
 REFERENCIA Apique No 1 Profundidad 1,00 m LOCALIZACIÓN _____
 DESCRIPCIÓN Limo arenoso de alta compresibilidad color café oscuro, consistencia firme

LÍMITES DE CONSISTENCIA O ATTERBERG

Tipo de ensayo	LL	LL	LL	LL	LP	LP	H
Recipiente No.	32	94	66	34	50	3	45
Peso húmedo + recip. gr.	21,89	20,81	19,44	20,26	25,56	25,24	27,72
Peso seco + recip. gr.	14,60	13,89	13,08	13,35	19,98	19,78	18,76
Peso recipiente gr.	6,56	6,53	6,56	6,58	6,24	6,40	6,34
Humedad %	90,67	94,02	97,55	102,07	40,61	40,81	72,14
Número de golpes	38	30	22	15			

Cualquier modificación al contenido de este informe será sancionada penalmente. Exija informes originales!

LÍMITES



GRANULOMETRÍA

Tamiz %	Peso Ret. Acum.	Retenido Acum. %	Pasa %
3/4"			
1/2"			
3/8"			
4	0	0,00	100,00
10	0	0,00	100,00
16	0	0,00	100,00
40	0,35	0,80	99,20
100	3,30	7,57	92,43
200	5,41	12,41	87,59
Pasa 200			

RESULTADOS

LL(%)= 95,96
 LP(%)= 40,71
 IL(%)= 0,6

IP(%)= 55,25
 W(%)= 72,14

CLASIFICACIÓN

AASHTO SUCS
 A-7-5 MH

PESO SECO TOTAL

43,59 gr

OBSERVACIONES

HERNEY LASSO ECHAVARRÍA
 Geotecnólogo



CLASIFICACIÓN DE SUELOS

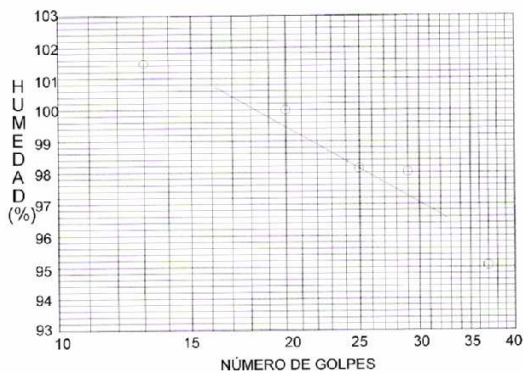
PROYECTO Planta de Tratamiento Aguas Residuales - Botana FECHA 19 nov 2007
 REFERENCIA Apique No 1 Profundidad 1,40 m LOCALIZACIÓN _____
 DESCRIPCIÓN Limo arenoso de alta compresibilidad color gris, consistencia firme

LÍMITES DE CONSISTENCIA O ATTERBERG

Tipo de ensayo	LL	LL	LL	LL	LP	LP	H
Recipiente No.	86	64	46	40	52	16	30
Peso húmedo + recip. gr.	20,09	21,38	20,29	17,19	23,93	25,22	32,83
Peso seco + recip. gr.	13,53	13,92	13,39	11,67	18,78	19,48	23,94
Peso recipiente gr.	6,63	6,31	6,49	6,23	6,46	6,23	6,39
Humedad %	95,07	98,03	100,00	101,47	41,80	43,32	50,66
Número de golpes	37	29	20	13			

Cualquier modificación al contenido de este informe será sancionada penalmente. Exija informes originales!

LÍMITES



GRANULOMETRÍA

Tamiz %	Peso Ret. Acum.	Retenido Acum. %	Pasa %
3/4"			
1/2"			
3/8"			
4	0	0,00	100,00
10	0	0,00	100,00
16	0	0,00	100,00
40	0,65	0,65	99,35
100	6,02	6,05	93,95
200	11,83	11,89	88,11
Pasa 200			

RESULTADOS

LL(%)= 98,15
 LP(%)= 42,56
 IL(%)= 0,1

CLASIFICACIÓN

AASHTO SUCS
 A-7-5 MH

PESO SECO TOTAL

99,48 gr

OBSERVACIONES

HERNEY LASSO ECHAVARRÍA
 Geotecnólogo



CLASIFICACIÓN DE SUELOS

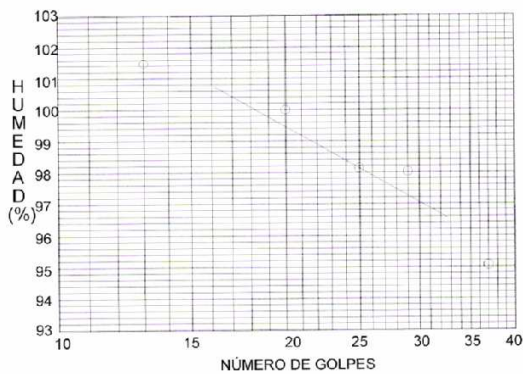
PROYECTO Planta de Tratamiento Aguas Residuales - Botana FECHA 19 nov 2007
 REFERENCIA Apique No 1 Profundidad 1,40 m LOCALIZACIÓN _____
 DESCRIPCIÓN Limo arenoso de alta compresibilidad color gris, consistencia firme

LÍMITES DE CONSISTENCIA O ATTERBERG

Tipo de ensayo	LL	LL	LL	LL	LP	LP	H
Recipiente No.	86	64	46	40	52	16	30
Peso húmedo + recip. gr.	20,09	21,38	20,29	17,19	23,93	25,22	32,83
Peso seco + recip. gr.	13,53	13,92	13,39	11,67	18,78	19,48	23,94
Peso recipiente gr.	6,63	6,31	6,49	6,23	6,46	6,23	6,39
Humedad %	95,07	98,03	100,00	101,47	41,80	43,32	50,66
Número de golpes	37	29	20	13			

Cualquier modificación al contenido de este informe será sancionada penalmente. Exija informes originales!

LÍMITES



GRANULOMETRÍA

Tamiz %	Peso Ret. Acum.	Retenido Acum. %	Pasa %
3/4"			
1/2"			
3/8"			
4	0	0,00	100,00
10	0	0,00	100,00
16	0	0,00	100,00
40	0,65	0,65	99,35
100	6,02	6,05	93,95
200	11,83	11,89	88,11
Pasa 200			

RESULTADOS

LL(%)= 98,15
 LP(%)= 42,56
 IL(%)= 0,1

CLASIFICACIÓN

AASHTO SUCS
 A-7-5 MH

PESO SECO TOTAL

99,48 gr

OBSERVACIONES _____

HERNEY LASSO ECHAVARRÍA
 Geotecnólogo



MEMORIA DE SONDEOS Y RESULTADOS DE ENSAYOS

ESTRATOS	DESCRIPCIÓN	% PASA		LL	IP	IL	CLASIFICACIÓN SUCS	AASTHO	qu kg/cm ²	DENSIDAD	HUMEDAD
		# 4	# 200							HUMEDA	NATURAL
0,0	Relleno						OH				
0,40	NAF Capa vegetal antigua						OH				
0,70	Limo arenoso de alta compresibilidad color café oscuro, consistencia firme	100,00	87,59	95,96	55,25	0,6	MH	A-7-5	1,14	1,55	72,14
1,10	Limo arenoso de alta compresibilidad color gris, consistencia firme	100,00	88,11	98,15	55,59	0,1	MH	A-7-5	0,97	1,35	50,66
1,50											

Cualquier modificación al contenido de este informe será sancionada penalmente. Exija informes originales!

HERNEY LASSO ECHAVARRÍA
Geotecnólogo

PROYECTO Planta de Tratamiento Aguas Residuales - Botana

APIQUE No. 1

LOCALIZACIÓN



MEMORIA DE SONDEOS Y RESULTADOS DE ENSAYOS

PROYECTO Planta de Tratamiento Procesos Cárnicos-Doméstico APIQUE No. 1 LOCALIZACIÓN ,

ESTRATOS	DESCRIPCIÓN	% PASA		LL	IP	IL	CLASIFICACIÓN		DENSIDAD HÚMEDA	HUMEDAD NATURAL
		# 4	# 200				SUCS	AASTHO		
		100,00	80,20	90,58	61,51	0,3	CH	A-7-6	1,71	45,28
		100,00	79,75	95,15	67,13	0,6	CH	A-7-6	1,43	70,79

Cualquier modificación al contenido de este informe será sancionada penalmente. Exija informes originales!

HERNEY LASO ECHAVARRÍA
Geotecnólogo

Anexo P. Estudios de caracterización de aguas residuales.



UNIVERSIDAD DE NARIÑO
SECCION DE LABORATORIOS



LABORATORIO DE QUIMICA

Telefono: 7311449 - 7312289 - 7312895 Ext. 222 - 286

Fecha: Junio 12 del 2007 Analisis No. LAQ-07-390 - 392
 Solicitante Universidad de Nariño NIT. X C.C. N° 800118954-1
 Direccion _____ Tel. _____
 Tipo de muestra Agua Residual compuesta
 Analisis Solicitado Fisicoquímico Parcial
 Sitio de Muestreo: Granja Experimental Botana.- Universidad de Nariño
 Fecha de muestreo: (Solicitud de análisis) Mayo 7 del 2007
 Observaciones _____

PARAMETRO	RESULTADOS		
	M1	M2	M3
pH	7,43	7,86	7,53
Acidez mg/L	9,4	16,5	128,4
Grasas y Aceites mg/L	6,2	1237	644
ST	306	14276	6166
STV	139	10174	4020
SS	176	12178	4482
SSV	116	10072	3080
DBOs Total	1235	2700	1197
DBOs Soluble	505	1213	598
DQO Total	1740	3135	1422
DQO Soluble	945	1725	710
UFC Coliformes Totales/100ml			280*10 ex 4
UFC Echerichia Coli/100ml			58*10 ex 3

Convenciones

- ST Sólidos Totales mg/L
- STV Sólidos Totales Volátiles mg/L
- SS Sólidos Suspendidos mg/L
- SSV Sólidos Suspendidos Volátiles mg/l

IDENTIFICACION DE LAS MUESTRAS

- M1 Después Residual 1, Residual 2 y Procesos Carnicos
- M2 Después de programa porcinos
- M3 Integrada

Rosalba Rebullido A
 Tecnóloga Química TP#1009CND
 TÉCNICO

Nuestro Compromiso con la Universidad es la Excelencia

Ciudad Universitaria- Torobajo - Teléfonos 7316858 - 7311449 Ext. 222 - 286 Telefax 7314477 - A.A. 1176 y 1176



UNIVERSIDAD DE NARIÑO
SECCION DE LABORATORIOS



LABORATORIO DE QUIMICA

Telefono: 7311449 - 7312289 - 7312895 Ext. 222 - 266

Fecha: _____ Junio 12 del 2007 Analisis No. LAQ-07-425 - 427
 Solicitante Universidad de Nariño Nit. X C.C N° 800118954-1
 Direccion _____ Tel. _____
 Tipo de muestra Agua Residual compuesta
 Analisis Solicitado Fisicoquimico Parcial
 Sitio de Muestreo: Granja Experimental Botana.- Universidad de Nariño
 Fecha de muestreo: (Solicitud de análisis) Mayo 14 del 2007
 Observaciones _____

PARAMETRO	RESULTADOS		
	M1	M2	M3
pH	6,89	7,34	7,23
Acidez mg/L	10	325	98
Grasas y Aceites mg/L	6,4	1131	232
ST	286	12400	2334
STV	148	8448	1448
SS	99	9982	1450
SSV	66	6902	912
DBO5 Total	65	1310	1467
DBO5 Soluble	54	707	1049
DQO Total	86	2298	2411
DQO Soluble	69	1259	1832
UFC Coliformes Totales/100ml			112*10 ex 6
UFC Echerichia Coli/100ml			162*10 ex 6

Convenciones

- ST Sólidos Totales mg/L
- STV Sólidos Totales Volátiles mg/L
- SS Sólidos Suspendidos mg/L
- SSV Sólidos Suspendidos Volátiles mg/l

IDENTIFICACION DE LAS MUESTRAS

- M1 Después Residual 1, Residual 2 y Procesos Carnicos
- M2 Después de programa porcinos
- M3 Integrada


 Alejandra Beltrán
 Tecnóloga Química
 TECNICO

Nuestro Compromiso con la Universidad es la Excelencia

Ciudad Universitaria- Torobajo - Teléfonos 7316880 - 7311449 Ext. 222 - 266 Telefax 7314477 - A.A. 1176 y 1176



UNIVERSIDAD DE NARIÑO
SECCION DE LABORATORIOS



LABORATORIO DE QUIMICA

Telefono: 7311449 - 7312289 - 7312895 Ext. 222 - 266

Fecha: _____ Junio 12 del 2007 Analisis No. LAQ-07-425 - 427
 Solicitante Universidad de Nariño Nit. X C.C N° 800118954-1
 Direccion _____ Tel. _____
 Tipo de muestra Agua Residual compuesta
 Analisis Solicitado Fisicoquimico Parcial
 Sitio de Muestreo: Granja Experimental Botana - Universidad de Nariño
 Fecha de muestreo: (Solicitud de análisis) Mayo 14 del 2007
 Observaciones _____

PARAMETRO	RESULTADOS		
	M1	M2	M3
pH	6,89	7,34	7,23
Acidez mg/L	10	325	98
Grasas y Aceites mg/L	6,4	1131	232
ST	286	12400	2334
STV	148	8448	1448
SS	99	9982	1450
SSV	66	6902	912
DBO5 Total	65	1310	1467
DBO5 Soluble	54	707	1049
DQO Total	86	2298	2411
DQO Soluble	69	1259	1832
UFC Coliformes Totales/100ml			112*10 ex 6
UFC Echerichia Coli/100ml			162*10 ex 6

Convenciones

- ST Sólidos Totales mg/L
- STV Sólidos Totales Volátiles mg/L
- SS Sólidos Suspendidos mg/L
- SSV Sólidos Suspendidos Volátiles mg/l

IDENTIFICACION DE LAS MUESTRAS

- M1 Después Residual 1, Residual 2 y Procesos Carnicos
- M2 Después de programa porcinos
- M3 Integrada


 Alejandra Beltrán
 Tecnóloga Química
 TECNICO

Nuestro Compromiso con la Universidad es la Excelencia

Ciudad Universitaria- Torobajo - Teléfonos 7316880 - 7311449 Ext. 222 - 266 Telefax 7314477 - A.A. 1176 y 1176



UNIVERSIDAD DE NARIÑO
SECCION DE LABORATORIOS



LABORATORIO DE QUIMICA

Telefono: 7311449 - 7312289 - 7312895 Ext. 222 - 266

Fecha: Junio 12 del 2007 Analisis No. LAQ-07-447 - 449

Solicitante Universidad de Nariño NIR. X C.C N° 800118954-1

Direccion Tel.

Tipo de muestra Agua Residual compuesta

Analisis Solicitado Fisicoquímico Parcial

Sitio de Muestreo: Granja Experimental Botana.- Universidad de Nariño

Fecha de muestreo: (Solicitud de análisis) Mayo 18 del 2007

Observaciones

PARAMETRO	RESULTADOS		
	M1	M2	M3
pH	7,33	7,45	7,58
Acidez mg/L	9	256	96
Grasas y Aceites mg/L	3,8	104	102
ST	321	3832	1708
STV	157	2128	882
SS	116	1366	584
SSV	80	800	308
DBO5 Total	72	1610	1007
DBO5 Soluble	41	791	68
DQO Total	94	3226	2041
DQO Soluble	57	1324	195
UFC Coliformes Totales/100ml			78*10 ex 6
UFC Echerichia Coli/100ml			97*10 ex 6

Convenciones

- ST Sólidos Totales mg/L
- STV Sólidos Totales Volátiles mg/L
- SS Sólidos Suspendidos mg/L
- SSV Sólidos Suspendidos Volátiles mg/L

IDENTIFICACION DE LAS MUESTRAS

- M1 Después Residual 1, Residual 2 y Procesos Carnicos
- M2 Después de programa porcinos
- M3 Integrada


 Patricia Restrepo
 Tecnología Química F.P. # 1004100
 TECNICO

Nuestro Compromiso con la Universidad es la Excelencia

Ciudad Universitaria- Torobajo - Telefónos 7316850 - 7311449 Ext. 222 - 266 Telefax 7314477 - A.A. 1176 y 1176



UNIVERSIDAD DE NARIÑO
SECCION DE LABORATORIOS



LABORATORIO DE QUIMICA

Teléfono: 7311449 - 7312289 - 7312896 Ext. 222 - 256

Fecha: Junio 12 del 2007	Analisis No. LAQ-07- 485 - 488
Solicitante Universidad de Nariño	NIT. X C.C N° 800118954-1
Direccion	Tel.
Tipo de muestra	Agua Residual compuesta
Analisis Solicitado	Fisicoquímico Parcial
Sitio de Muestreo:	Granja Experimental Botana.- Universidad de Nariño
Fecha de muestreo: (Solicitud de análisis)	Mayo 29 del 2007
Observaciones	

PARAMETRO	RESULTADOS			
	M1	M2	M3	M4
pH	7,39	7,51	7,57	7,83
Acidez mg/L	4	3,8	3,4	4
Grasas y Aceites mg/L	ND	ND	10,6	36
ST	156	193	1783	174
STV	44	74	1664	54
SS	21	32	1578	26
SSV	14	17	1526	12
DBO5 Total	5,4	7	21	12
DBO5 Soluble	2,3	4,3	13	8,4
DQO Total	11	18	45	27
DQO Soluble	6,1	11	26	14
UFC Coliformes Totales/100ml				28*10 ex 3
UFC Echerichia Coli/100ml				35*10 ex 3

Convenciones

- ST Sólidos Totales mg/L
- STV Sólidos Totales Volátiles mg/L
- SS Sólidos Suspendidos mg/L
- SSV Sólidos Suspendidos Volátiles mg/l
- ND No Detectable

IDENTIFICACION DE LAS MUESTRAS

- M1 Río Botana Punto 1
- M2 Río Botana Punto 2
- M3 Río Botana Punto 3
- M4 Integrada


 UNIVERSIDAD DE NARIÑO
 LABORATORIO DE QUIMICA
 Tecnología Química
 TECNICO: P.#1009000

Nuestro Compromiso con la Universidad es la Excelencia

Ciudad Universitaria- Torobajo - Teléfonos 7315860 - 7311449 Ext. 222 - 256 Telefax: 7314477 - A.A. 1178 y 1



UNIVERSIDAD DE NARIÑO
SECCION DE LABORATORIOS



LABORATORIO DE QUIMICA

Telefono: 7311449 - 7312289 - 7312896 Ext. 222 - 256

Fecha: _____ Junio 12 del 2007 Analisis No. _LAQ-07-485-488
 Solicitante _Universidad de Nariño NIT. X C.C N° 900118954-1
 Direccion _____ Tel. _____
 Tipo de muestra _____ Agua Residual compuesta
 Analisis Solicitado _____ Fisicoquímico Parcial
 Sitio de Muestreo: _____ Granja Experimental Botana.- Universidad de Nariño
 Fecha de muestreo: (Solicitud de análisis) _____ Mayo 29 del 2007
 Observaciones _____

PARAMETRO	RESULTADOS			
	M1	M2	M3	M4
pH	7,39	7,51	7,57	7,63
Acidez mg/L	4	3,8	3,4	4
Grasas y Aceites mg/L	ND	ND	10,6	36
ST	156	193	1783	174
STV	44	74	1664	54
SS	21	32	1578	26
SSV	14	17	1526	12
DBO5 Total	5,4	7	21	12
DBO5 Soluble	2,3	4,3	13	8,4
DQO Total	11	18	45	27
DQO Soluble	6,1	11	26	14
UFC Coliformes Totales/100ml				28*10 ex 3
UFC Echerichia Coli/100ml				35*10 ex 3

Convenciones

- ST Sólidos Totales mg/L
- STV Sólidos Totales Volátiles mg/L
- SS Sólidos Suspendidos mg/L
- SSV Sólidos Suspendidos Volátiles mg/l
- ND No Detectable

IDENTIFICACION DE LAS MUESTRAS

- M1 Río Botana Punto 1
- M2 Río Botana Punto 2
- M3 Río Botana Punto 3
- M4 Integrada


 UNIVERSIDAD DE NARIÑO
 LABORATORIO DE QUIMICA
 Tecnóloga Química
 TECNICO

Nuestro Compromiso con la Universidad es la Excelencia

Ciudad Universitaria- Torobajo - Teléfonos 7315880 - 7311449 Ext. 222 - 256 Telefax 7314477 - A.A. 1176 y 1



UNIVERSIDAD DE NARIÑO
SECCION DE LABORATORIOS



LABORATORIO DE QUIMICA

Telefono: 7314449 - 7312289 - 7312895 Ext. 222 - 256

NIT: 800118954-1

Fecha: Noviembre 14 del 2007 Analisis No. LAQ-07-894 - 895
 Solicitante Diana Paz Nit. C.C N° 27,146,830
 Direccion _____ Tel. _____
 Tipo de muestra Agua residual Compuesta
 Analisis Solicitado Fisicoquímico Parcial
 Sitio de Muestreo: Granja Experimental de Botana
 Fecha de muestreo: (Solicitud de análisis) Noviembre 2 del 2007
 Observaciones _____

PARAMETRO	MUESTRA N°	
	1	2
pH	7	6,98
Sólidos Sedmentables ml/L-h	0,1	110

IDENTIFICACION DE LAS MUESTRAS

- 1 Agua Residual Doméstica y Procesos Cárnicos.- Efluente
- 2 Agua Residual Programa de Porcinos.- Efluente


 Patricia Roldán
 Tecnóloga Química
 TEL: 1100

Nuestro Compromiso con la Universidad es la Excelencia

Ciudad Universitaria- Torobajo - Telefónos 7316800 - 7311449 Ext. 222 - 256 Telefax 7314477 - A.A. 1176 y 1178