

**UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
NÚCLEO DE BOLÍVAR  
ESCUELA DE CIENCIAS DE LA TIERRA  
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL**



**EVALUACIÓN DEL GRADO DE SEPTIZACIÓN DE LAS AGUAS  
NEGRAS AFLUENTES A LA ESTACIÓN DE BOMBEO  
“BOMBAS CLOACAS” DURANTE EL TIEMPO DE RETENCIÓN  
DE LAS AGUAS EN EL POZO HÚMEDO, EN CIUDAD  
BOLÍVAR; MUNICIPIO AUTONOMO HERES.**

**TRABAJO FINAL DE GRADO  
PRESENTADO POR LOS  
BACHILLERES VICENTE  
ARNONE O. Y SAMUEL R.  
OJEDA G. PARA OPTAR AL  
TÍTULO DE INGENIERO  
CIVIL**

**CIUDAD BOLÍVAR, NOVIEMBRE 2010**

## HOJA DE APROBACIÓN

Este trabajo de grado, intitulado “**Evaluación del grado de septización de las aguas negras afluentes a la estación de bombeo “Bombas Cloacas” durante el tiempo de retención de las aguas en el pozo húmedo, en Ciudad Bolívar, Municipio Autónomo Heres**”, presentado por los bachilleres **Vicente Arnone** y **Samuel Ojeda**, ha sido aprobado de acuerdo a los reglamentos de la Universidad de Oriente, por el jurado integrado por los profesores:

Nombres:

Firmas:

Mercedes Sequera

(Asesor)

Ana Romero

Carlos Pérez

\_\_\_\_\_  
Jacques Edibli

Jefe del Departamento de Ingeniería Civil

Ciudad Bolívar \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2010

## **DEDICATORIA**

Le dedico este trabajo a mis padres quienes constituyen los cimientos de lo que soy y de lo que he logrado, por ser mis guías y llevarme por el camino correcto, a mis hermanos, a mis tíos y tías, abuelas y sobrinas por su constante apoyo y por impulsarme a alcanzar el triunfo no solo en lo académico sino también en lo personal.

**Vicente Arnone**

Quisiera dedicarle este trabajo a mi sobrino Brainer Abdías, a mis primos Gregorio, Wendis Vanesa, Wilmer, Emmanuel, Néstor, Adamaris, Rosa, Junior Camacuto Valera, y muy especialmente a la Eucaris Pichoca Florismar por ser mi agente de compras. A todos ellos que son ¡el futuro de Venezuela!

**Samuel Ojeda**

## **AGRADECIMIENTOS**

Queremos agradecerle en primer lugar a Jehová Dios, por ser nuestra fuente de aguas vivas.

Estamos profundamente agradecidos con nuestra tutora la profesora Mercedes Sequera por su valiosa colaboración, a todo el personal de Hidrobolivar que nos facilitó la información necesaria especialmente al Ingeniero Félix Barrientos, al Ingeniero Max Vallee y a la Ingeniero Roraina Nars. Al Ingeniero Luis Moreno de la CVG por su colaboración, a la Doctora Reyes Sánchez Sánchez, al Doctor Alfonso Soubleth y a la Doctora María Pía Olivieri del ISP, a la Licenciada Aida Velásquez, al Arquitecto Andrés Castro y la asistente María García en el jardín botánico del Orinoco. Al personal del Ministerio del Ambiente y muy especialmente al Señor Luis Fuentes.

También queremos agradecer a nuestros compañeros Zereida Rondón y José Onton por su colaboración, a los operadores de Bombas Cloacas, al personal directivo de los liceos, escuelas, universidades por su colaboración, a los médicos de la red barrio adentro, al personal de catastro de la alcaldía de Heres, al personal del hospital Teniente coronel Cesar Andrés Bello y del hospital Julio Criollo Rivas. A nuestra casa de estudios por habernos dado esta oportunidad, también especialmente al técnico Isidro Farías. Ya la hoja no nos cabe para nombrar a todas las personas que nos ayudaron en la realización de este proyecto de investigación a todos.

**¡Muchísimas gracias!.**

## RESUMEN

La estación de bombeo “Bombas Cloacas” tiene doble función; recolectar y bombear las aguas negras, pluviales y del manantial de San Isidro, que son descargadas en el Jardín Botánico del Orinoco. La estación de bombeo es del tipo pozo húmedo con bombas sumergibles de 800 lps y 500 lps sin sistema de alimentación preferencial, la capacidad del pozo húmedo es muy grande debido a que parte de éste se encuentra en el jardín botánico. El objetivo general de este proyecto de investigación es determinar que tanto se descomponen las aguas durante el tiempo en que éstas son retenidas en el pozo húmedo antes de ser bombeadas hasta el río Orinoco. El área de estudio está delimitada por los colectores servidos por Bombas Cloacas, el área servida es de 275.85 hectáreas. El nivel de investigación es del tipo exploratoria debido a la poca información disponible acerca del tópico de estudio, la estrategia es investigación de campo y documental. La estrategia de análisis utilizada fue la del enfoque de los sistemas, se consideran casi todos los factores que contribuyen al proceso de septización de las aguas negras y se midió los efectos que se producen. A fin de cuantificar hasta qué punto se puede producir la septización de las aguas negras se determinó el tiempo de retención de las mismas, siendo este de 45 minutos, esto considerando que para el momento de realizar el trabajo de campo solo se encontraba operando una sola bomba, la de 800 lps. También se cuantificó la cantidad de agua instantánea que llega hasta la estación de bombeo siendo para el método del aforo de 83,1475 lps con un error aproximado de un 15% y para el método de las dotaciones y la variación del líquido cloacal de 170,1100 lps con un error aproximado de un 40%; para el cálculo de este último método se realizó un levantamiento catastral en el área de estudio. También se realizaron análisis físicos, químicos y biológicos de las aguas negras del área de estudio resultando los más significativos: DBO<sub>5</sub> 91,5 mg/l; Sólidos suspendidos 142 mg/l; nitratos 19,09 mg/l; pH 9,06; coliformes totales  $30 \times 10^6$  NMP/100 ml; plomo 0,725 mg/l; cromo 1,93 mg/l; hierro 1,23 mg/l. El consumo máximo registrado en la zona es del tipo RC con un 77,54% del total consumido. El impacto ambiental es tolerable ya que la mayor concentración de olores no afecta a los usuarios y habitantes del lugar, los más beneficiados por la retención de las aguas son las plantas en el pozo húmedo con +53 puntos con efecto directo y continuo y lo más perjudicado es la afectación visual y del paisaje con -39 puntos con efecto indirecto y continuo. La solución para el problema es la construcción y operación de una planta de tratamiento de aguas residuales.

## CONTENIDO

HOJA DE APROBACIÓN .....	ii
DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTOS .....	iv
RESUMEN.....	v
CONTENIDO .....	vi
LISTA DE FIGURAS .....	x
LISTA DE TABLAS .....	xi
INTRODUCCIÓN .....	1
CAPÍTULO I.....	4
SITUACIÓN A INVESTIGAR .....	4
1.1 Planteamiento del problema.....	4
1.2 Objetivos de la investigación .....	10
1.2.1 Objetivo general .....	10
1.2.2 Objetivos específicos. ....	10
1.3 Justificación.....	11
1.4 Alcance.....	12
CAPÍTULO II .....	13
GENERALIDADES .....	13
2.1 Ubicación geográfica de la estación de bombeo “Bombas Cloacas”.....	13
2.2 Acceso al área de estudio .....	14
2.3 Aspectos generales de Bombas Cloacas .....	15
2.4 Características geográficas del área de estudio .....	16
2.4.1 Aspectos físicos geográficos .....	16
2.4.2 Características socio demográficas .....	29
2.4.3 Servicio de agua potable .....	31
2.4.4 Jardín Botánico del Orinoco .....	32
CAPÍTULO III .....	37

MARCO TEÓRICO.....	37
3.1 Antecedentes de la investigación .....	37
3.2 Bases teóricas .....	38
3.2.1 Proceso general en la septización de las aguas negras .....	38
3.2.2 Proceso de descomposición de la materia orgánica presente en las aguas negras .....	39
3.2.4 Constituyentes de las aguas residuales.....	46
3.2.5 Impacto ambiental.....	51
3.2.6 Definición de términos básicos .....	54
3.3 Bases legales .....	58
3.4 Operalización de las variables.....	63
3.4.1 Operalización de la variable Impacto ambiental.....	64
3.4.2 Operalización de la variable Gasto aportado .....	64
3.4.3 Operalización de la variable Características de las aguas negras .....	65
3.4.4 Operalización de la Variable Características geográficas .....	66
CAPÍTULO IV.....	67
METODOLOGÍA DEL TRABAJO .....	67
4.1 Nivel de investigación.....	68
4.2 Diseño de la investigación .....	68
4.3 Población y muestra .....	69
4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	69
4.4.1 Recolección de datos de la variable Impacto ambiental .....	70
4.4.2 Recolección de datos de la variable Gasto aportado .....	71
4.4.3 Recolección de datos de la variable Características del agua .....	73
4.4.4 Recolección de los datos Características geográficas .....	76
4.5 Técnicas de procesamiento y análisis de datos .....	76
4.5.1 Técnicas de procesamiento y análisis de los datos de la variable impacto ambiental.....	77
4.5.2 Técnicas de procesamiento y análisis de los datos de la variable gasto aportado.....	77
4.5.3 Técnicas de procesamiento y análisis de los datos las características de las aguas negras .....	82

4.5.4 Relaciones entre variables y cargas contaminantes .....	83
4.6 Cronograma de trabajo .....	83
4.7 Flujograma de trabajo .....	84
CAPÍTULO V .....	85
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS .....	85
5.1 Evaluación del impacto ambiental en Bombas Cloacas.....	85
5.1.1 Método de superposición cartográfica .....	85
5.1.2 Matrices de impacto ambiental .....	92
5.2. Cuantificación del gasto instantáneo afluente a Bombas Cloacas .....	99
5.2.1 Método del aforo .....	99
5.2.2 Método de las dotaciones y la variación del líquido cloacal.....	106
5.3 Caracterización de las aguas negras en la estación de bombeo “bombas cloacas” .....	112
5.3.1 Características físicas .....	114
5.3.2 Características químicas inorgánicas .....	115
5.3.3 Características químicas orgánicas .....	119
5.3.4 Características biológicas.....	120
5.3.5 Oxígeno disuelto .....	120
5.4 Relaciones entre volúmenes de aguas afluentes, constituyentes y usos dados. .....	121
5.4.1 Usos del agua de acuerdo a la zonificación .....	122
5.4.2 Relaciones entre variables.....	125
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	129
Conclusiones .....	129
Recomendaciones.....	130
REFERENCIAS .....	132
APÉNDICES.....	135
APÉNDICE A .....	135
CÁLCULO DE DOTACIONES DE AGUAS BLANCAS Y AGUAS NEGRAS PARA EL ÁREA DE ESTUDIO.....	135
APÉNDICE B .....	156

NIVELES DE AGUA MEDIDOS EN LA ESTACIÓN DE BOMBEO, VELOCIDAD DEL AGUA EN EL POZO HÚMEDO Y GASTO EN FUNCION DEL ÁREA .....	156
ANEXOS .....	160
ANEXO N° 1.....	160
BOMBA GRANDE DE 800 LPS EN LA ESTACIÓN DE BOMBEO .....	160
ANEXO N° 2.....	161
CANAL PROVENIENTE DEL JARDÍN BOTÁNICO.....	161
ANEXO N° 3.....	162
TABLEROS DE CONTROL DE LAS BOMBAS .....	162
ANEXO N° 4.....	163
TUBERÍAS DE ASPIRACIÓN E IMPUSIÓN DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO.....	163
ANEXO N° 5.....	164
TUBERÍAS DE DESCARGA EN EL RIO ORINOCO .....	164
ANEXO N° 6.....	165
AGUAS NEGRAS A SU PASO POR EL JARDÍN BOTÁNICO DEL ORINOCO .....	165
ANEXO N° 7.....	166
LAGUNAS CENAGOSAS EN EL JARDÍN BOTÁNICO DEL ORINOCO .	166
ANEXO N° 8.....	167
NÚMERO DE ENFERMEDADES HIDRICAS REGISTRADAS EN EL MUNICIPIO HERES EN EL AÑO 2009.....	167

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 Estación de bombeo Bombas Cloacas .....	14
Figura 2.2 Relieves del área de estudio. (Minfra, 2000).....	19
Figura 2.3 Características geológicas y geomorfológicas del área de estudio. (Minfra, 2000) .....	23
Figura 2.4 Tipo de suelo en el área de estudio. (Minfra, 2000) .....	26
Figura 2.5 Histograma de precipitación promedio para Ciudad Bolívar(INAMEH, 2009) .....	27
Figura 2.6 Servicio de Agua potable en el área de estudio. (Hidrobolivar, 2010 .....	33
Figura 2.7 Jardín Botánico del Orinoco. (folleto de la fundación, 1995) .....	34
Figura 3.1 Curva típica de DBO a 20° C (Glynn & Heinke, 1999)3.2.3 Acción microbiana en las aguas negras .....	43
Figura 4.1 Instrumento de medición en el pozo húmedo. ....	74
Fig. 5.1 Zona 0. ....	86
Fig. 5.2 Zona 1. ....	87
Fig. 5.3 Zona 2. ....	88
Fig. 5.4 Zona 3. ....	89
Fig. 5.5 Zona crítica .....	91
Fig. 5.6 Superposición de las zonas de olores.....	92
Fig. 5.7 Niveles de agua en el pozo húmedo en Bombas Cloacas. ....	101
Figura 5.8 Velocidad del agua en el pozo húmedo. ....	103
Figura 5.9 Curva de gasto efluente contra tiempo .....	109
Figura 5.10 Curva de variación de la descarga del líquido cloacal en función de la curva de variación del consumo de agua potable.....	110
Fig. 5.11 Color típico del líquido cloacal en la estación de bombeo. ....	115
Figura 5.12 Relaciones entre las variables que afectan la septización del agua. ....	121
Figura 5.13 Uso del agua de acuerdo a la zonificación.....	124

## LISTA DE TABLAS

Tabla 2.1 Características generales de los suelos en cada unidad del área de estudio.(Minfra, 2000) .....	25
Tabla 2.2 Temperaturas promedios registradas en Ciudad Bolívar. (INAMEH, 2009) .....	28
Tabla 2.3 Planta de la laguna, sitios húmedos y sitios pantanosos. (folleto de la fundación, 1995) .....	36
Tabla 3.1 Demanda bioquímica de oxígeno para diferentes tipos de aguas. (Crites & Tchobanocloud, 2000) .....	41
Tabla 3.2 Agentes potencialmente infecciosos presentes en las aguas residuales no tratadas. (Crites & Tchobanocloud (2000) .....	46
Tabla 3.3 Principales constituyentes de interés en el manejo de aguas residuales. (Crites & Tchobanocloud (2000)).....	47
Tabla 3.4 Límites y rangos de vertido para aguas del sub-tipo 4B.....	62
Tabla 3.5 Límites y rangos para el vertido de aguas del tipo 4.....	62
Tabla 3.6 Límites y rangos máximos para el vertido en ríos. ....	63
Tabla 3.7 Operalización de la variable impacto ambiental. ....	64
Tabla 3.8 Operalización de la variable gasto aportado. ....	65
Tabla 3.9 Operalización de la variable características de las aguas negras. ....	66
Tabla 3.10 Operalización de la variable características geográficas.....	66
Tabla 4.1 Clave de la matriz de impacto ambiental. (Ministerio de ambiente, 2003)	78
Tabla 5.1 Condiciones ambientales en el método de superposición cartográfica.....	90
Tabla 5.2 Matriz de evaluación de impacto ambiental “bombas cloacas” .....	96
Tabla 5.3 Áreas del pozo húmedo.....	105
Tabla 5.4 Gasto afluente por colector según el método de variación de descarga del líquido cloacal. ....	111
Tabla 5.5 Resultados obtenidos de los métodos de aforo y variación de descarga del líquido cloacal con su error respectivo.....	112
Tabla 5.6 Valores usuales de constituyentes en las aguas residuales, valores de “Bombas Cloacas” y el valor máximo de vertido .....	113
Tabla 5.7 Datos de ubicación de las muestras.....	114
Tabla 5.8 Zonificación del área de estudio. ....	122

Tabla 5.9 Valores comparativos entre carga contaminantes de agua residual típica y el agua residual de Bombas Cloacas ..... 127

## INTRODUCCIÓN

En la Venezuela de hoy, según parece, los problemas que habían sido superados en otros tiempos, hoy día parecen haberse manifestado nuevamente; especialmente los que tienen su origen en deficiencias en la ingeniería sanitaria. El ingeniero sanitario es responsable de mantener a raya las enfermedades como el dengue, la malaria, el cólera, la hepatitis A, la giardiasis; el médico se dedica a tratar la enfermedad pero nada puede hacer para evitarla.

Así un suministro eficiente de agua potable evita el almacenamiento en tanques que pueden ser criaderos del mosquito transmisor del dengue, enfermedades como el cólera, la hepatitis infecciosa, que se transmiten por el agua, y cuando ésta no es tratada adecuadamente se dan brotes de enfermedades; el ingeniero sanitario como su nombre lo indica es garante de la salubridad.

El problema de las aguas negras es también parte de la realidad del venezolano, este es el problema que se está tratando en este proyecto de investigación. El hombre es más dependiente del aire, pero también lo es del agua, sin esta no podría vivir y desarrollarse. Es quizás esta falta de conciencia lo que hace que las aguas negras que se descargan al río Orinoco por el colector Bombas Cloacas no tengan el más mínimo tratamiento, además hace honor a su nombre porque las aguas son negras, de hecho estas aguas hacen que el color típico del río Orinoco cambie a un color negro, casi como en sus orígenes o como su afluente el río Caroní. Esto sin considerar los olores desagradables que se producen en la zona.

Este proyecto de investigación trata de responder si el responsable de este síntoma en el río Orinoco es el tiempo de retención de las aguas en el pozo húmedo, en la estación de bombeo Bombas Cloacas. El objetivo que se busca alcanzar es

determinar si en el tiempo en que las aguas negras son retenidas en el pozo húmedo sufren algún grado de septización esto mediante una evaluación sistemática de las condiciones del medio.

Este informe está estructurado en los siguientes capítulos:

Capítulo I. Situación a investigar: aquí se describe cuál es la situación que está siendo objeto de estudio, cuales son los síntomas y signos del problema, las posibles causas, los pronósticos y los controles del pronóstico más resaltantes; también se especifican los objetivos que se buscan alcanzar, el alcance y la justificación de la investigación.

Capítulo II. Generalidades: está centrado en describir el área de estudio del proyecto, y los efectos que esta puede tener con el problema planteado.

Capítulo III. Marco teórico: busca definir cuál es el problema según la visión de varios autores, también se ilustra la forma en cómo otros investigadores han abordado el tema de investigación, se operacionalizan las variables de estudio sin las cuales no hay investigación y se definen las bases legales.

Capítulo IV. Metodología del trabajo: describe el cómo fue realizado el proyecto de investigación, cuales son los datos que hay que recolectar necesarios para la solución del problema. Esta es la guía de cómo se realizó el proyecto de investigación.

Capítulo V. Análisis e interpretación de los resultados: en este se evidencia de manera detallada los pasos para cubrir cada uno de los objetivos planteados al inicio del proyecto de investigación, incluyendo los resultados obtenidos.

Conclusiones y recomendaciones: en atención a los resultados de la verificación y de acuerdo a los objetivos se estructuran las conclusiones del trabajo realizado y a partir de dichas conclusiones se establecen las recomendaciones relacionadas al estudio.

Apéndices y anexos: estos enriquecen y amplían el proyecto de investigación.

# **CAPÍTULO I**

## **SITUACIÓN A INVESTIGAR**

### 1.1 Planteamiento del problema

Después del aire, el agua es el elemento más fundamental para el desarrollo de la vida. Resulta imposible concebir la presencia de la vida en el planeta sin este vital elemento. El agua juega un papel muy importante en los complejos procesos bioquímicos que ocurren en las células, esto debido a su excelente capacidad disolvente lo que proporciona un excelente medio en el cual las biomoléculas pueden reaccionar entre ellas y ser transportadas de un lugar a otro. El agua es esencial para la vida.

La ingeniería sanitaria se encarga del suministro, conducción, distribución, recolección, transporte, tratamiento y disposición del agua, es decir el ciclo del agua en las actividades humanas. El agua tiene muchísima importancia para el desarrollo tanto individual como colectivo. El desarrollo de una población depende de la calidad y cantidad del agua. Una agua que presente problemas de calidad implicará el desarrollo de enfermedades que se transmiten mediante el agua; por ejemplo el cólera, la hepatitis viral, la fiebre tifoidea entre otros; u organismos que dentro de su ciclo vital se desarrollan en el agua y que sirven de vectores a organismos causantes de enfermedades tal es el caso del dengue, la malaria, la fiebre amarilla, entre otros. La calidad también implica un pH adecuado, que no presente dureza, no presente olores, no presente color, etc. En lo que respecta a la cantidad, el agua debe ser abundante para permitir el desarrollo de la población y así evitar problemas de salubridad y estéticos. Es por esto que la ingeniera sanitaria debe estar unida a la ingeniera ambiental y a la biología, en especial dentro de esta última a la fisiología y bacteriología.

El alcantarillado es la parte de la ingeniería sanitaria que se encarga de la recolección, transporte, tratamiento y disposición de las aguas negras y pluviales. Se espera que el sistema trabaje mediante aducción por gravedad, caso contrario y esto por factores topográficos, el agua debe ser elevada hasta otro punto en donde pueda nuevamente ser transportada mediante aducción por gravedad. A fin de elevar el agua se construyen en las zonas bajas estaciones de bombeo, estas tienen como función recolectar el agua e impulsarlas hasta otro sitio. Resulta antieconómico impulsar el agua una vez que esta llega y esto debido tanto a la variación del consumo como a los costos operativos de los equipos, más bien se prefiere almacenarla y después impulsarla.

El sistema de alcantarillado de Ciudad Bolívar presenta una zona baja donde el agua no puede ser transportada por gravedad hasta el sitio de descarga, esta zona está ubicada en las inmediaciones del Jardín Botánico del Orinoco específicamente en la convergencia de las calles Caracas y avenida Bolívar en el sector la Alameda, allí se construyó una estación de bombeo de aguas servidas conocida como “bombas cloacas” esta estación de bombeo se halla bajo el control de Hidrobolivar desde que esta empresa fue creada en el año 2005. Antes de la llegada de Hidrobolivar la estación de bombeo estaba bajo la rectoría de la Corporación Venezolana de Guayana Gerencia De Obras Sanitarias e Hidráulicas (C.V.G. G.O.S.H.) y este organismo a su vez lo obtuvo del hoy extinto Instituto Nacional de Obras Sanitarias (I.N.O.S.) durante el proceso de descentralización vivido en Venezuela al final de la década de los ochenta siglo XX.

Hoy día las condiciones de operación de la estación de bombeo están en su peor momento. En una visita preliminar se observó el estado en que se encuentra la estación de bombeo. De acuerdo a la información suministrada por el operario de turno el sistema consta de dos bombas de capacidad 800 y 500 litros por segundo. La estación de bombeo tiene una capacidad para cinco bombas sin sistema de

alimentación preferencial (la estación de bombeo ya ha colapsado en varias oportunidades vertiendo sus aguas hacia los sectores aledaños esto debido a la interrupción del suministro eléctrico durante precipitaciones intensas). El sistema actual es del tipo de pozo húmedo con bombas sumergibles. La estación de bombeo consta de dos instalaciones bien definidas la primera y más antigua es donde están los pozos y una sala que una vez almacenó los motores de operación de las bombas y la segunda es la caseta de control donde permanece el operario junto con los controles. La estación de bombeo consta de tres pozos, dos correspondientes al almacenamiento de las aguas negras y uno para la recolección de las aguas negras sin embargo el bombeo se realiza desde el pozo de recolección esto trae consigo que la rejilla de protección no se utilice trayendo como consecuencia atascamiento en las bombas. A simple vista la estación de bombeo da la impresión de estar abandonada y esto por la condición deplorable en que se encuentra.

El sistema opera al aire libre trayendo como consecuencia olores desagradables en los alrededores de la estación de bombeo. La grúa puente no está operativa así como la tubería de aspiración de la bomba de 500 litros por segundo está hecha de “caucho sintético” apoyado en un caucho de automóvil. Las obras de descarga están totalmente destruidas lo que se pudo observar fueron los restos de esta dispersos por toda la zona; también se observó cierto hermetismo por parte de los operarios de la estación de bombeo. Cabe destacar que los operarios son trabajadores de la C.V.G conjuntamente con Hidrobolivar, aunque las instalaciones y los equipos son de Hidrobolivar.

Las aguas que llegan a la estación de bombeo provienen de varios colectores: el colector norte, sirve al sector la Alameda. El colector este, proviene desde la calle Caracas y abarca los sectores de el Merecure, Hipódromo viejo, la Shell, calle Altamira, avenida 19 de abril, el desarrollo de esta zona es en mayoría residencial aunque hay algunos desarrollos comerciales muy pequeños y varios talleres de

latonería y pintura. El colector oeste se origina en la avenida Cumana y transcurre por la avenida Bolívar hasta la estación de bombeo, cubre parte del casco central y de la zona comercial, el aporte de aguas es predominante el tipo comercial y poco aporte residencial. El colector sur, está formado por el conjunto laguna el porvenir junto con cuatro colectores; el primer colector parte de la avenida 5 de julio hasta la fuente luminosa allí descarga detrás de las instalaciones del 171, este colector cubre la zona del complejo hospitalario, la Universidad Bolivariana de Venezuela, los sectores Rómulo gallegos, amores y amoríos, residencias Marhuanta; el desarrollo de la zona es tanto residencial como comercial, también hay presencia de talleres de latonería y pintura, el segundo colector descarga a la salida del mercado 5 de julio este trae las aguas del mercado, del palacio de justicia, este colector se empalma con el primero y recorre el jardín botánico hasta la estación de bombeo. El tercer colector cubre parte de la avenida Táchira y las zonas adyacentes; el desarrollo es residencial y comercial; el cuarto colector cubre la zona de mango asado, la Universidad Nacional Experimental de Guayana y zonas aledañas, el desarrollo es residencial en su mayoría con pocos rasgos de actividades comerciales.

Es necesario indagar más cuales actividades se desarrollan en las zonas que aportan las aguas a la estación de bombeo también cuales son las características geográficas de la zona de estudio así como tener un aproximado de la cantidad de agua afluyente a la estación de bombeo para así establecer su relación con la calidad del agua que llega y que posteriormente se descarga al río Orinoco. Cabe destacar que el sistema de alcantarillado en su mayoría es del tipo unitario salvo raras excepciones.

Debido a factores económicos no es recomendable impulsar el agua que llega a la estación de bombeo una vez que llega a esta, más bien, conviene almacenarla para después bombearla estableciendo ciclos uniformes de bombeo esto según el gasto que llega. Debido a que el consumo no es uniforme los ciclos de operación varían a lo largo del día teniendo ciclos de llenados y vaciados más cortos en el día y más largos

en las horas nocturnas donde el consumo de agua es menor. En este punto surge la necesidad de almacenar el agua por un tiempo que según la gaceta oficial de la República [Bolivariana] de Venezuela número 5.318 (extraordinario) debe ser mayor a los cinco minutos e inferior a los 30 minutos; en la visita preliminar a la estación de bombeo se pudo observar que las aguas tenían un periodo de cuatro horas en almacenamiento y esto debido a un corte programado y es que la estación de bombeo no cuenta con una fuente alterna de energía. También se observó que la estación de bombeo no cumple con los parámetros mínimos necesarios para la operación óptima.

Debido a la naturaleza de las aguas negras estas tienden a descomponerse con el tiempo, aquí surge la dificultad problemática ¿durante cuánto tiempo debe ser almacenada el agua en la estación de bombeo de modo que esta no se descomponga? Sin duda alguna los tiempos de retención dependerán tanto del tamaño del pozo de recolección y las capacidades de las bombas como de la composición física, química y biológica del agua y más considerando que las aguas servidas provienen tanto de residencias, comercios, instituciones y algunos rasgos de procesos industriales aunque pequeños.

Ya desde hace mucho tiempo las aguas negras son vertidas desde la estación de bombeo hasta las riberas del río Orinoco causando serios problemas ambientales, esto queda manifestado por los gases que se desprenden cuando las aguas son vertidas ocasionando fuertes olores en la zona y las manchas de aceite que se observan posteriormente en el río Orinoco. Se ha observado una aparente relación entre los tiempos de retención de las aguas y los olores generados. El problema se acrecienta cuando el río Orinoco aumenta de nivel y esto debido a la ausencia de las obras de descargas, en este periodo las aguas son vertidas a escasos centímetros del malecón acrecentando el problema de contaminación. De este hecho pudiera inferirse que las aguas vertidas ya están descompuestas. La descomposición puede ser producto de los largos periodos de retención del agua en la estación de bombeo o en el colector sur.

Este problema no es algo nuevo sino más bien la acumulación de problemas anteriores que hoy día continúan manifestándose.

Los problemas que afectan directamente el ambiente se deben analizar considerando múltiples factores prestando especial interés tanto a los agentes causales o contaminantes como a las personas que directamente están causando o permitiendo que se cause la afectación al medio ambiente. Este proyecto de investigación busca dejar de lado el factor humano causante del problema y centrarse más en reconocer los aspectos técnicos y científicos que hacen que se manifieste el problema. Con el fin de analizar el problema se debe discernir ¿cuáles son las características físicas (tales como clima, vegetación, hidrografía), demográficos, actividades económicas que se desarrollan en el área de estudio que viene siendo las áreas que aportan agua a la estación de bombeo?; también se debe conocer ¿cuál es el volumen de agua que llega a la estación de bombeo?; además de conocer ¿cuales son las características físicas, químicas y biológicas de las aguas que sufren descomposición? así como también es necesario medir el impacto que supone para el medio en general el almacenamiento de estas aguas en la estación de bombeo por los periodos de tiempo señalados.

Es por ello que este proyecto de investigación está orientado a realizar un estudio de los tiempos de retención de las aguas que llegan a la estación de bombeo y medir el tiempo que le toma al agua en descomponerse tomando en cuenta los volúmenes de agua que son captados en el pozo húmedo y los parámetros necesarios recomendados para el vertido del agua en el río Orinoco, de esta forma coadyuvar a mitigar los problemas de contaminación en las márgenes del río Orinoco, de modo de poder tratar de orientar que los tiempos de arranque de las bombas se produzcan antes de que el agua se descomponga.

## 1.2 Objetivos de la investigación

### 1.2.1 Objetivo general

Evaluar el grado de septización de las aguas negras afluentes a la estación de bombeo “Bombas Cloacas” durante el tiempo de retención de las aguas en el pozo húmedo, en Ciudad Bolívar, Municipio Autónomo Heres.

### 1.2.2 Objetivos específicos.

- 1) Determinar las características geográficas de las áreas que aportan las aguas negras a la estación de bombeo.
- 2) Cuantificar el gasto instantáneo de aguas negras efluentes a la estación de bombeo durante el intervalo de tiempo determinado.
- 3) Caracterizar de acuerdo a las normas para la clasificación y el control de la calidad de los cuerpos de agua y vertidos o efluentes líquidos, las aguas efluentes y afluentes a la estación de bombeo
- 4) Establecer relaciones entre los volúmenes de agua afluentes a la estación de bombeo, las características físicas, químicas y biológicas del agua y los usos dados.
- 5) Realizar una evaluación del impacto ambiental en la estación de bombeo producto de la retención de las aguas

### 1.3 Justificación

Teniendo en cuenta la toma de conciencia que actualmente se está impulsando hacia la conservación del medio ambiente y enmarcado dentro de éste el fenómeno agua. Este proyecto de investigación busca tratar un problema puntual de contaminación del medio ambiente. Esta investigación permitirá conocer la calidad del agua vertida, uno de los indicadores de contaminación, esto con el fin de ver cuál de los métodos de tratamiento para el agua servida es el más apto para tratar las aguas, también se busca en base a los resultados obtenidos se puede recomendar una modificación de los ciclos de operación de la estación de bombeo con el fin de evitar la descomposición de las aguas servidas antes de su vertido.

Se espera que esta investigación permitirá dar a conocer una alerta temprana del problema de contaminación en las riveras del río Orinoco, dependerá de hasta qué punto lo tomen en cuenta las personas capaces de resolverlo, y de ser así evitar los olores desagradables en la estación de bombeo y particularmente en el punto de descarga en las riveras del río Orinoco para de esta forma generar calidad de vida tanto de los residentes de la zona como de los comerciantes, y mejorar la impresión que deja a los visitantes propios y foráneos.

La forma como se pretende abordar este problema es sistematizado, considerando el problema no como un hecho puntual sino como la consecución de elementos que le anteceden o le prosiguen. Este proyecto busca vincular un problema típicamente del tipo sanitario con el enfoque de sistemas en el estudio del ambiente para así comprender la situación, concientizar sobre ella y formular situaciones que ayuden a transformarla.

Con el fin de mitigar los problemas de contaminación se espera que mediante la reducción de los tiempos de concentración se evitará que el agua se descomponga

antes de ser vertida, de esta forma una vez que el agua ha sido vertida se pueda disociar con mayor facilidad. El método que se ha venido utilizando es el de disociación de las aguas servidas en el río Orinoco, este método se puede utilizar siempre y cuando el agua se considere fresca y que no contenga cantidad de contaminantes excesivos que puedan degradar el medio ambiente ya que el volumen de agua descargada es mucho menor que el volumen de agua receptora.

#### 1.4 Alcance

Este proyecto de investigación se limita a estudiar las aguas negras en la estación de bombeo, solo se considera parte del jardín botánico del Orinoco hasta donde tiene alcance el pozo húmedo. Los análisis del agua se limitan solo a los más significativos y representativos del objeto de estudio en cuestión y este proyecto de investigación se encuentra limitado a evaluar el efecto de descomposición que presentan las aguas negras en la estación de bombeo “bombas Cloacas” durante el tiempo de retención de las aguas en el pozo húmedo.

## **CAPÍTULO II**

### **GENERALIDADES**

#### 2.1 Ubicación geográfica de la estación de bombeo “Bombas Cloacas”

El área de estudio está definida por la red de colectores de aguas negras y aguas pluviales que son servidas por la estación de bombeo. Los límites del área de estudio están ilustrados en el anexo nº 9. El área de estudio se encuentra ubicada en la parroquia catedral del municipio autónomo Heres entre las coordenadas UTM este 439.000 y este 442.000 y norte 899.000 y norte 901.000. Geográficamente la zona de estudio se encuentra en la parte más norte de la ciudad.

Dentro del área de estudio se distinguen dos barreras naturales, la primera es el río Orinoco por el norte y la segunda es la laguna del medio por el este. En el centro del área de estudio se encuentra ubicado el Jardín Botánico del Orinoco, espacio destinado al cuidado y exhibición de una serie de especies vegetales y animales. La estación de bombeo se encuentra ubicada en la avenida Bolívar nº 166 del sector central en el sector la Alameda antes de la subida de la calle Santa Rita.

El área de estudio está formada por una superficie de 275,85 hectáreas de las cuales 60 hectáreas corresponden a espacios destinados al jardín botánico, la universidad nacional experimental de Guayana U.N.E.G. y el sector Mango Asao. La estación de bombeo posee una superficie de aproximadamente 1776.81 m<sup>2</sup>.

## 2.2 Acceso al área de estudio

El acceso al área es libre, se puede realizar un recorrido por toda el área de estudio sin mayor menoscabo que el tiempo. Solamente se requiere permiso para el acceso en las instalaciones del centro hortícola en el jardín botánico y en la estación de bombeo. Para el desarrollo de este proyecto de investigación se solicitó el permiso tanto al jardín botánico como a Hidrobolívar. La figura 2.1 muestra una fotografía tomada en la estación de bombeo.



Figura 2.1 Estación de bombeo Bombas Cloacas

### 2.3 Aspectos generales de Bombas Cloacas

La estación de bombeo Bombas Cloacas fue construida a finales de la década de los años 40 siglo XX por el hoy extinto Instituto Nacional de Obras Sanitarias, la obra en aquel entonces originalmente comprendía construir una presa de enrocamiento para un volumen de 57 000 m<sup>3</sup> de agua, este tenía como fin embalsar las aguas de la laguna del Pueblo (actualmente conocida como laguna el Porvenir) antes de bombearla. Este proyecto no se ejecutó, en su lugar se diseñó un canal que regulaba el volumen de agua afluente a la estación de bombeo a través de un orificio el cual era abierto según el gasto en el anexo n° 2.

La estación de bombeo fue proyectada con dos fines, el primero era achicar la laguna del pueblo (para aquel entonces el canal de cintura no se había construido y todas las aguas de lluvia terminaban en la laguna del pueblo) que era fuente de mosquitos, y la segunda consistía en descargar las aguas negras de la población para aquel entonces.

El proyecto “cloacas de Ciudad Bolívar estación de bombeo” comprendía la construcción de un pozo húmedo con capacidad mínima de 53,802 m<sup>3</sup> de agua y un pozo seco junto con un estanque séptico de 100 m<sup>2</sup> de superficie con el fin de almacenar el volumen de aguas negras. El anexo n° 11 muestra las obras originales contempladas en la estación de bombeo. Se desconoce cuando el sistema dejó de funcionar correctamente pero de lo que se está seguro es que las instalaciones que le traspasó la CVG GOSH a Hidrobolívar ya estaban en el estado que se evidencia en la actualidad. Se reconoce el trabajo casi monumental que tiene que hacer Hidrobolívar para mantener operando esta estación de bombeo, especialmente con los recursos existentes.

La estación de bombeo actual es del tipo pozo húmedo con bombas sumergibles, la capacidad de la bomba en operación al momento de desarrollar esta investigación es de 800 lps, véase el anexo n° 1, esta opera alternadamente con una de 500 lps; para el momento de la recolección de los datos se encontraba en reparación.

Los colectores que llegan hasta la estación de bombeo se ilustran en el anexo n° 9. La estación de bombeo cuenta con una sola fuente de alimentación eléctrica haciéndola vulnerable frente a los frecuentes apagones y racionamientos de energía eléctrica en la ciudad, especialmente cuando llueve que es el momento en que el suministro debe ser más confiable.

Cuando el suministro de electricidad falla en condiciones de precipitaciones extremas, las aguas residuales superan la capacidad del pozo húmedo (inclusive del jardín botánico) y vierten sus aguas a los alrededores de la estación de bombeo, perjudicando a las personas que viven alrededor de la estación de bombeo o que tienen sus comercios en los alrededores de esta.

Las obras anexas al sistema de bombeo no existen. La estación de bombeo no cuenta con una rejilla de protección que impida el paso de grandes objetos al pozo de recolección y algunos empaques plásticos que pueden obstruir las purgas de las bombas y dañarlas, la rejilla ubicada en el jardín botánico está muy deteriorada. La estación de bombeo tampoco cuenta con una grúa puente que permita cambiar las bombas cuando ocurra un desperfecto. El anexo n° 10 muestra la distribución actual de la estación de bombeo.

## 2.4 Características geográficas del área de estudio

### 2.4.1 Aspectos físicos geográficos

2.4.1.1 Características del relieve: La configuración general del relieve donde se encuentra el área de estudio conforma un plano ligeramente inclinado en sentido sur-norte, es decir en dirección al río Orinoco, con predominio de una pendiente inferior al 10%. Al norte de la ciudad, es posible observar una serie de colinas bajas, con alturas que no sobrepasan los 60 metros sobre el nivel del mar. Entre ellas destacan la del casco histórico, la del cerro el zamuro y la del hotel la cumbre. Hacia el oeste se destaca el relieve plano o cóncavo, con topografía ligeramente baja, inundable, con la presencia de una serie de lagunas, de las cuales se destaca la laguna el Porvenir y la laguna del Medio, la elevación promedio es de 15 metros sobre el nivel del mar. Hacia el sur la topografía sube ligeramente y el relieve se manifiesta como una superficie ondulada. La figura 2.2 muestra los relieves del área de estudio. En el área de estudio se presentan los siguientes relieves:

- ❖ Relieve plano a ondulado (R1): relieve plano a ondulado inclinado hacia el Norte, pendiente menor al 10%

- ❖ Relieve ondulado (R2): relieve ondulado con pendientes que oscilan entre el 10% y el 20%.

- ❖ Relieve fuertemente ondulado a abrupto (R3): relieve fuertemente ondulado a abrupto, con pendientes muy variadas que oscilan entre menores del 10% y mayores del 40%.

2.4.1.2 Características geológicas: el marco geológico del área de estudio está caracterizada por extensiones variables de aluviones, recientes sedimentos del pleistocénico y rocas ígneo-metamórficas: correspondientes a los depósitos del río Orinoco, a la formación Mesa y al complejo Imataca. Las características geológicas presentes en el área de estudio son las siguientes:

❖ Depósitos aluviales recientes (Qr): existen numerosas extensiones de acumulaciones aluviales de edad reciente, asociadas fundamentalmente a los arrastres y depósitos del río Orinoco. Dichos sedimentos consisten en arenas, limos y arcillas y se distribuyen en espesores muy variables, que van desde pocos centímetros en los depósitos más elevados topográficamente de la red tributaria, hasta los varios metros, en la planicie aluvial del río Orinoco.

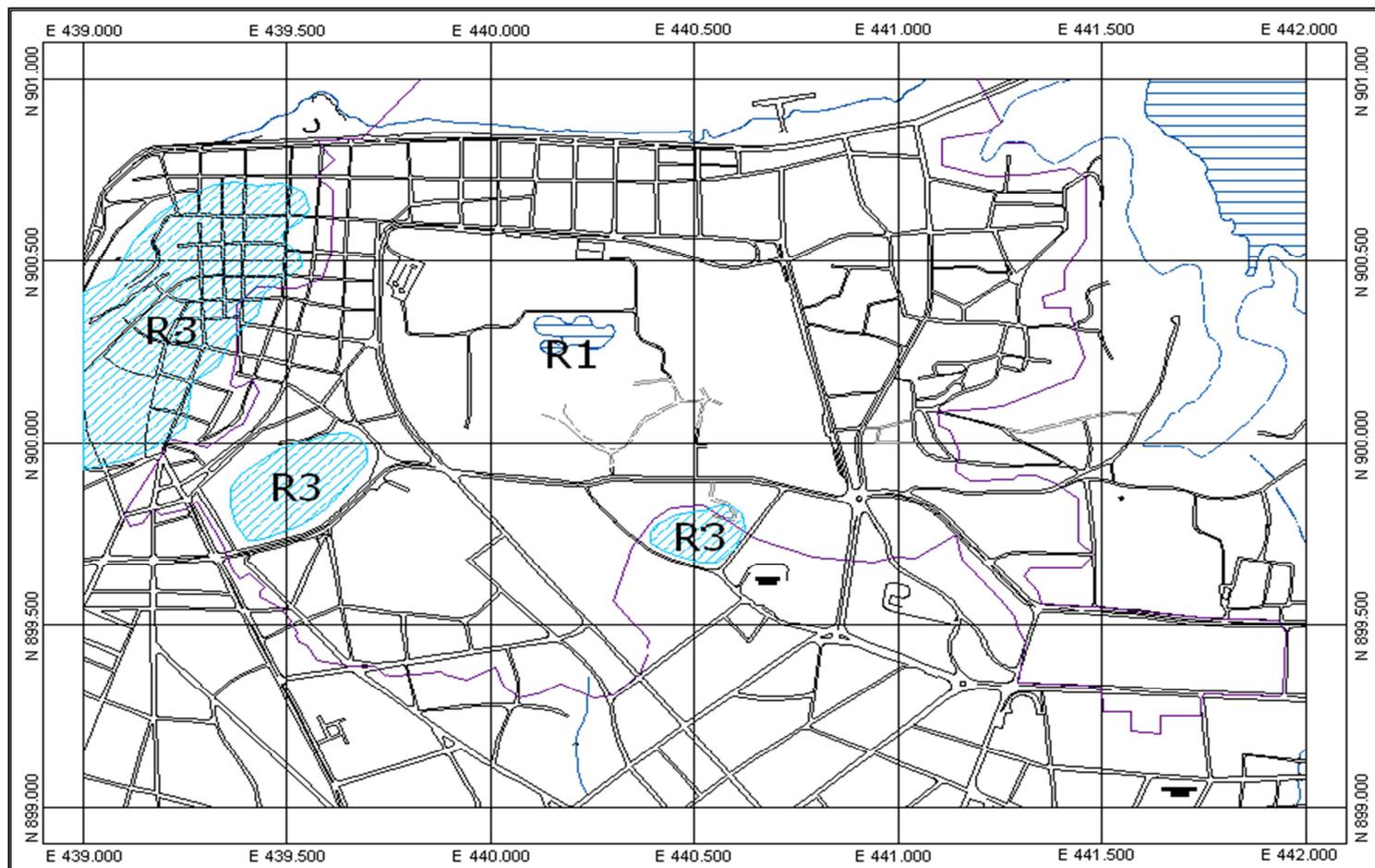


Figura 2.2 Relieves del área de estudio. (Minfra, 2000)

❖ Formación mesa (Qp): representa una capa muy extensa de sedimentos no consolidados, de edad plio-pleistoceno. Son sedimentos heterogéneos en cuyo perfil se encuentran gravas, arenas, limos y arcillas, depositados sobre superficies irregulares de rocas precámbricas.

❖ Complejo ígneo- metamórfico de Imataca (PELi): se trata de una secuencia de rocas meta-sedimentarias e ígneas, plegadas, cuyas características más importantes son la presencia de estratos de formación de hierro, el grado de metamorfismo y la naturaleza de las estructuras.

2.4.1.3 Geomorfología: de manera general y considerando los factores relieve y topografía, geología y procesos geomorfológicos se han delimitado las siguientes unidades geomorfológicas:

❖ Planicie inundable del río Orinoco (Pi): constituyen superficies de topografía baja, planas a ligeramente deprimidas y afectadas por pendientes en el rango 0% al 2%. Son franjas angostas, delimitadas de manera aproximada por las cotas de seis metros y veinte metros sobre el nivel del mar, que se inundan periódicamente por las crecidas del río Orinoco.

❖ Planicie ondulada de la formación Mesa (Po): constituye el conjunto de relieves poco diferenciados que han sido modelados en la formación Mesa. Incluye planos erosionales, colinas, lomas y pequeños valles, teniendo como característica más general es el de una extensa zona topográfica ligeramente ondulada, con pendientes moderadas a bajas y con inclinación predominante hacia el norte.

❖ Colinas. Lomas rocosas (Cr): dentro de este concepto se incluyen colinas y lomas rocosas del complejo Imataca, así como aquellos afloramientos meteorizados en suelos residuales. Tanto colinas y lomas como los suelos residuales se han

desarrollado en granito, gnesis y cuarcitas ferruginosas, están dispersas en el área de estudio.

La figura 2.3 muestra las características geológicas y geomorfológicas del área de estudio.

2.4.1.4 Suelos: las interpretaciones del uso de la tierra con algunos fines de ingeniería es muy general y de ninguna manera sustituye los estudios específicos para construir obras, es decir, como base material para apoyar fundaciones, emplazar calles y para realizar excavaciones poco profundas. Las evaluaciones se hacen siguiendo los siguientes rangos:

a) Buenos o ligeros: incluye los suelos con propiedades favorables para su uso y las limitaciones son menores y pueden superarse con facilidad.

b) Regulares o moderados: incluye suelos con propiedades moderadamente favorables para su uso. Las limitaciones pueden superarse mediante planificación, diseño y mantenimiento especial.

c) Pobres o severos: tienen una o más propiedades desfavorables para su uso. Las limitaciones son difíciles y costosas de superar, por lo que se requiere un mejoramiento del suelo, diseño especial y manejo intensivo.



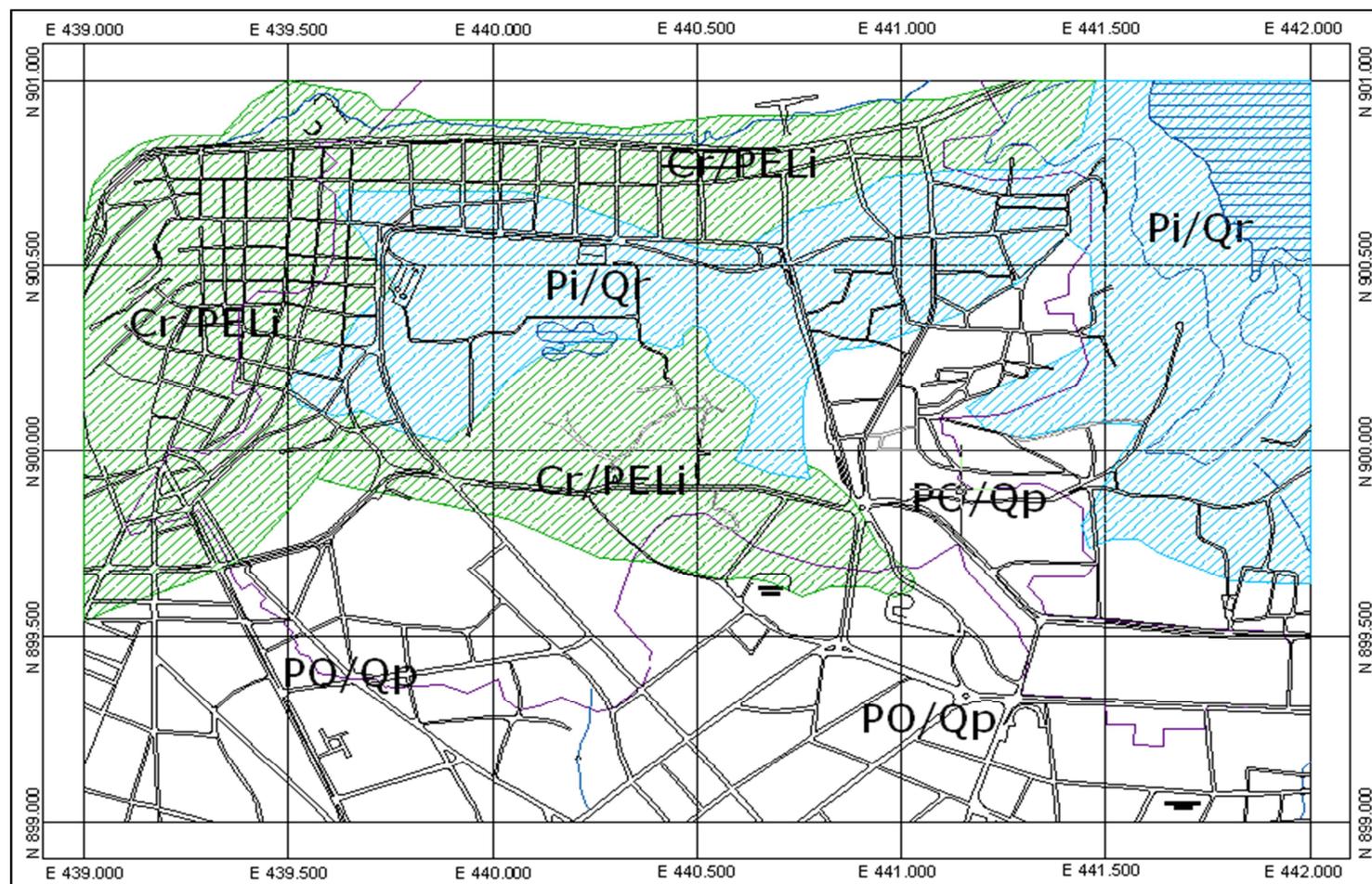


Figura 2.3 Características geológicas y geomorfológicas del área de estudio. (Minfra, 2000)

❖ Unidad I (SI): los suelos de esta unidad presentan mal drenaje. Humedad a partir de los 65 centímetros, erosión imperceptible y suelo profundo. Desde el punto de vista de uso con fines ingenieriles no son suelos aptos, debido fundamentalmente a inundaciones periódicas y a las fluctuaciones del nivel freático.

❖ Unidad II (SII): en general los suelos de esta unidad son profundos, evolucionados, con lixiviación de arcillas, baja saturación de bases y bajo contenido de nutrientes. En cuanto a la interpretación para usos en ingeniería, en específico, trazado de carreteras, excavaciones poco profundas y soporte de viviendas livianas, se consideran suelos aptos.

❖ Unidad VI (SVI): de manera general los suelos de esta unidad se han desarrollado en afloramientos rocosos, por lo que el factor topográfico y la escorrentía superficial parecen controlar la profundidad a la roca y los grados de pedregosidad y rocosidad, aunque una de las dificultades para la labor ingenieril está en la presencia de roca sana en la zona de excavación.

La figura 2.4 muestra el tipo de suelo en el área de estudio. La tabla 2.1 muestra las características generales de cada unidad.

2.4.1.5 Condiciones climáticas: las condiciones climáticas se apoyan en el análisis de las variables precipitación, temperatura, viento, humedad relativa y evaporación. A continuación se describen cada una estas variables.

Tabla 2.1 Características generales de los suelos en cada unidad del área de estudio.(Minfra, 2000)

Unidad	Topografía	Pendiente	Textura	Materia orgánica	Drenaje	Acidez
I (SI)	Baja a ligeramente ondulada	0% al 5%	Liviana a fina	Baja 0,25%	Imperfecto	Moderada (pH 5,4) a fuerte (pH 4,6)
II (SII)	Plana a ondulada colinas y lomas	0% al 5%	Arenosa, arenosa-francosa y francosa arcillosa con costras ferruginosa en el horizonte superficial	Baja	Imperfecto	Moderada a alta
VI (SVI)	-	-	-	-	-	-

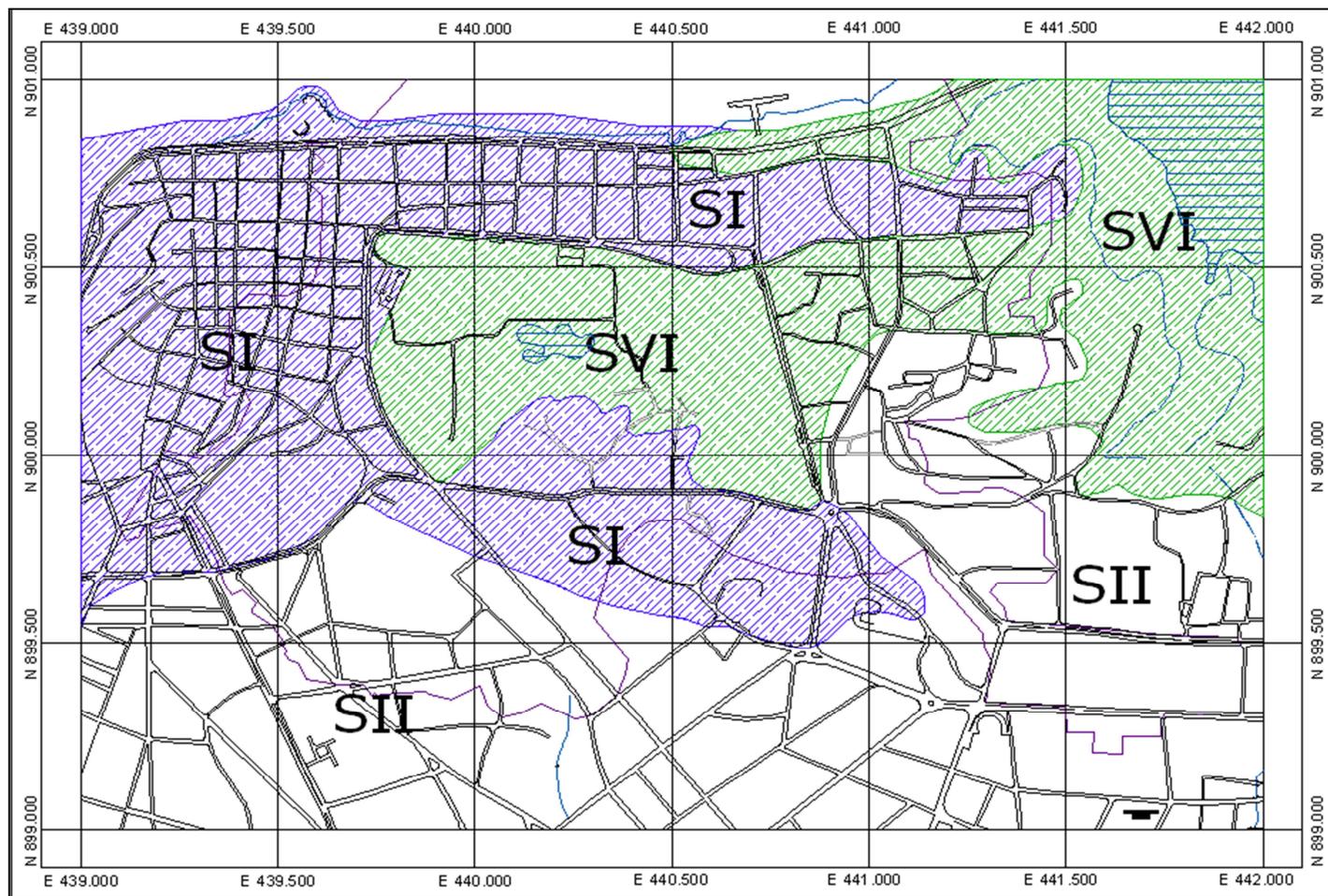


Figura 2.4 Tipo de suelo en el área de estudio. (Minfra, 2000)

❖ Precipitación: para el análisis de estas variables se consideraron los datos proporcionados por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología INAMEH en la estación Ciudad Bolívar- Aeropuerto. El total registrado es de 989,3 mm, las mayores precipitaciones se generan en los meses desde mayo hasta octubre siendo los meses de junio, julio y agosto los más lluviosos. La figura 2.5 muestra el histograma de precipitación promedio

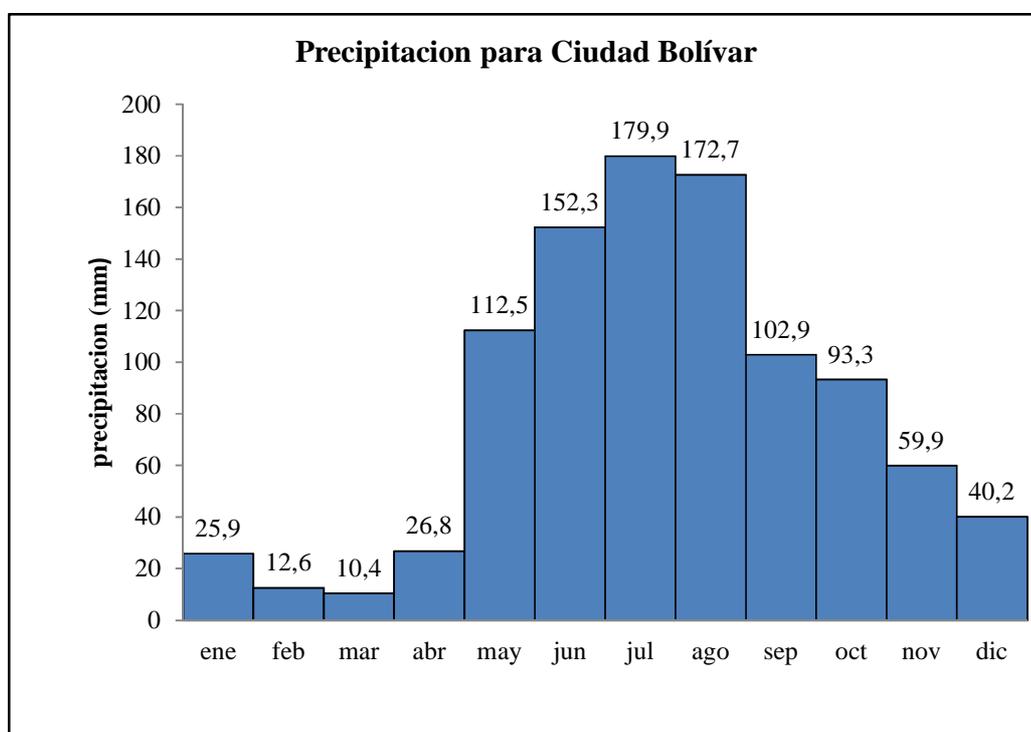


Figura 2.5 Histograma de precipitación promedio para Ciudad Bolívar (INAMEH, 2009)

❖ Temperatura: los datos promedios indican que la temperatura en el área de estudio es alta durante todo el año, produciendo una media anual de 27,7 °C. se observa poca variabilidad entre las temperaturas medias mensuales, no obstante, hay que resaltar que las diferencias entre las temperaturas máximas medias y mínimas medias diarias son significativas (9°C y 11°C). Los meses más cálidos son marzo,

abril, mayo, septiembre, octubre y noviembre, con temperaturas que están por encima de la media anual. La tabla 2.2 muestra las temperaturas promedio registradas durante el periodo de 1951-1958.

Tabla 2.2 Temperaturas promedio registradas en Ciudad Bolívar. (INAMEH, 2009)

Mes	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	sep	oct	nov	dic
T (°C)	26.6	27.1	28.3	28.6	28.3	27	27	27.5	28.3	28.5	27.1	27.7

❖ Viento: la ciudad y su entorno es afectada durante parte del año por los vientos alisios. En el periodo enero-agosto la dirección predominante del viento es este-noreste (E-NE) y durante los meses de octubre- diciembre la dirección es noreste (NE). Así mismo, el promedio de las velocidades mensuales es variable, pasando de 6,3 kilómetros por hora en los meses de agosto y septiembre hasta una velocidad media de 12,60 kilómetros por hora en el mes de marzo. De manera general se puede indicar que las velocidades medias máximas se presentan en el periodo enero-abril (sequía) y coincide con los vientos de dirección E-NE, mientras que las velocidades mínimas corresponden al periodo de lluvias.

❖ Humedad relativa: los valores medios de humedad relativa se mantienen altos durante todo el año, por lo que la media anual se remonta a 75%, siendo frecuentemente el registro de valores máximos de humedad cercana al 100%, en casi todos los meses del año. Las máximas medias anuales ocurren durante los meses de mayor precipitación (junio, julio y agosto) y los valores mínimos en los de sequía (febrero, marzo y abril).

❖ Evaporación: la evaporación media anual para el periodo de 1950 y 1980 es de 1600 mm; siendo alta durante todo el año y en particular en los meses de enero, febrero, marzo, abril y mayo. Los valores máximos absolutos se registran en los

meses marzo y abril, siendo estos 289 mm y 286 mm respectivamente. El análisis comparativo de los valores medios de evaporación con los valores medios mensuales de temperatura, humedad relativa y velocidad del viento indica que la medida que la temperatura se incrementa, la humedad relativa disminuye, aumentando la capacidad atmosférica para absorber vapor de agua mientras que los vientos cumplen una función desecante.

❖ Tipo de clima: según la clasificación climática de Köppen Ciudad Bolívar y su entorno son áreas pertenecientes a un clima tropical lluvioso, con temperaturas el mes más frío a 18°C, con características pluviométricas a las de un clima de sabana, con estación lluviosa en posición alta del sol (verano hemisférico) y donde se produce más del 70% de la precipitación total anual. Los valores de temperatura mantienen una variación anual inferior a los 5°C y presentan dos máximas en abril y noviembre y su mínimo en enero.

#### 2.4.2 Características socio demográficas

El análisis demográfico está referido específicamente al comportamiento poblacional del área de estudio comprendida por Ciudad Bolívar, capital del municipio Heres del estado Bolívar, sobre la base de la información censal disponible y la encuesta socioeconómica realizada por el MINFRA para tal efecto.

2.4.2.1 Población del área de estudio: en base a las proyecciones del censo del 2001 realizado por el Instituto Nacional de Estadísticas INE la proyección para el año 2010 de la parroquia catedral es de una población de 60.440 habitantes en un área de 1546,48 hectáreas. La población del área de estudio se estimó en 17.968 habitantes considerando que 59,58 hectáreas corresponden al Jardín Botánico, 8,67 hectáreas corresponden a la casa de san Isidro y 7,96 hectáreas corresponden al cerro el zamuro. Considerando que la densidad del área de estudio es RC30 con un índice habitacional de 3 habitantes/vivienda.

El área de estudio se caracteriza por ser altamente comercial y el principal asiento de las oficinas de la administración pública tanto municipal como regional. Presenta un alto dinamismo en las horas del día y baja considerablemente su actividad en las horas nocturnas.

2.4.2.2 Nivel asistencial: en el área de estudio se encuentra una múltiple diversidad de servicios tanto públicos como privados que se citan a continuación:

❖ Deportivos y recreativos: se destacan en esta área el Paseo Orinoco, el Jardín Botánico del Orinoco, la octava estrella, el museo casa de san Isidro y el fortín del zamuro, canchas de usos múltiples esparcidas por el área de estudio destacándose la del sector el Merecure y el barrio Hipódromo Viejo y el estadio de beisbol del barrio Amores y Amoríos.

❖ Centros educativos: se encuentra representado por aquellas instalaciones destinadas a la enseñanza en todos los niveles del sistema educativo encantándose a tal efecto: la Universidad bolivariana de Venezuela, la Universidad nacional experimental de Guayana, el Instituto universitario de tecnología del estado Bolívar, el Instituto universitario de tecnología industrial Rodolfo Loero Arismendi, los liceos Angostura y Fernando Peñalver, las escuelas Juan Bautista Farreras, el Colegion,

Ciudad Bolívar, Manuel Palacio Fajardo, Escuela básica Bolívar, Jardín de infancia Guayana, Zea, Hipódromo viejo, Jardín de infancia La llovizna, Niños Pregoneros y grupo escolar estado Mérida.

❖ **Medico Asistencial:** el área de estudio cuenta con diversos centros dedicados a la prestación de servicios de salud destacándose el complejo hospitalario universitario Ruiz y Páez, el Hospital Tcnel Cesar Andrés Bello, el Hospital Julio Criollo Rivas, los módulos tipo I la Shell, el Mérida y catedral de la red barrio adentro y el hospitalito de los bomberos.

❖ **Sociocultural religioso:** en el área de estudio se encuentran los siguientes espacios destinados a la actividad social, cultural y religiosa; se destacan la casita de los títeres, iglesia de las siervas del santísimo, iglesia bautista la buena fe, iglesia casa de dios, iglesia luz del mundo misión 3, iglesia los hechos de la biblia abierta, salón del reino de los testigos de Jehová, plaza del periodista, plaza centurión (parcial), plaza de los bomberos.

❖ **Administrativo gubernamental:** se destacan la sede del CNE, cámara de comercio, registro principal del estado Bolívar, centro de despacho del 171, comando fluvial, bomberos municipales, bomberos marinos, alcaldía del municipio Heres, Contraloría general del estado Bolívar, Procuraduría general del estado Bolívar.

#### 2.4.3 Servicio de agua potable

El servicio de agua potable en el área de estudio proviene desde dos fuentes diferentes, que determinan la existencia de dos grandes sistemas de abastecimiento de agua, el sistema de aducción de Gurí y el sistema de bombeo del rio Orinoco llamado sistema Bolívar. El área de estudio es servida por caja de agua (estanques J y K con una capacidad de 4000 m<sup>3</sup> y 515 m<sup>3</sup> respectivamente, estos están ubicados en el casco

histórico a una cota de 57,35 metros sobre el nivel del mar) y por el estanque C con capacidad para 20.000 m<sup>3</sup>, ubicado en terrenos militares.

El suministro del área de estudio es permanente y con suficiente presión, el suministro nunca falla, sin embargo, los usuarios se sienten molestos por la calidad del agua que llega. La figura 2.6 muestra las áreas atendidas en el área de estudio por los estanques caja de agua y C.

#### 2.4.4 Jardín Botánico del Orinoco

Obra patrocinada desde mediados de 1991, por la gobernación del estado Bolívar, la Corporación Venezolana de Guayana y la Alcaldía del Distrito Heres de Ciudad Bolívar. El terreno asignado para el desarrollo del jardín botánico del Orinoco, está situado a la ribera derecha del río Orinoco y en el centro de Ciudad Bolívar, conectado por su lado oeste con el casco histórico de la ciudad. Dicho terreno tiene un área rectangular de aproximadamente 60 hectáreas, y está claramente delimitado por cuatro calles o avenidas: norte Calle Bolívar, este calle Caracas, oeste Av. Cumana y sur Av. 5 de julio. La figura 2.7 muestra una representación artística del jardín botánico.

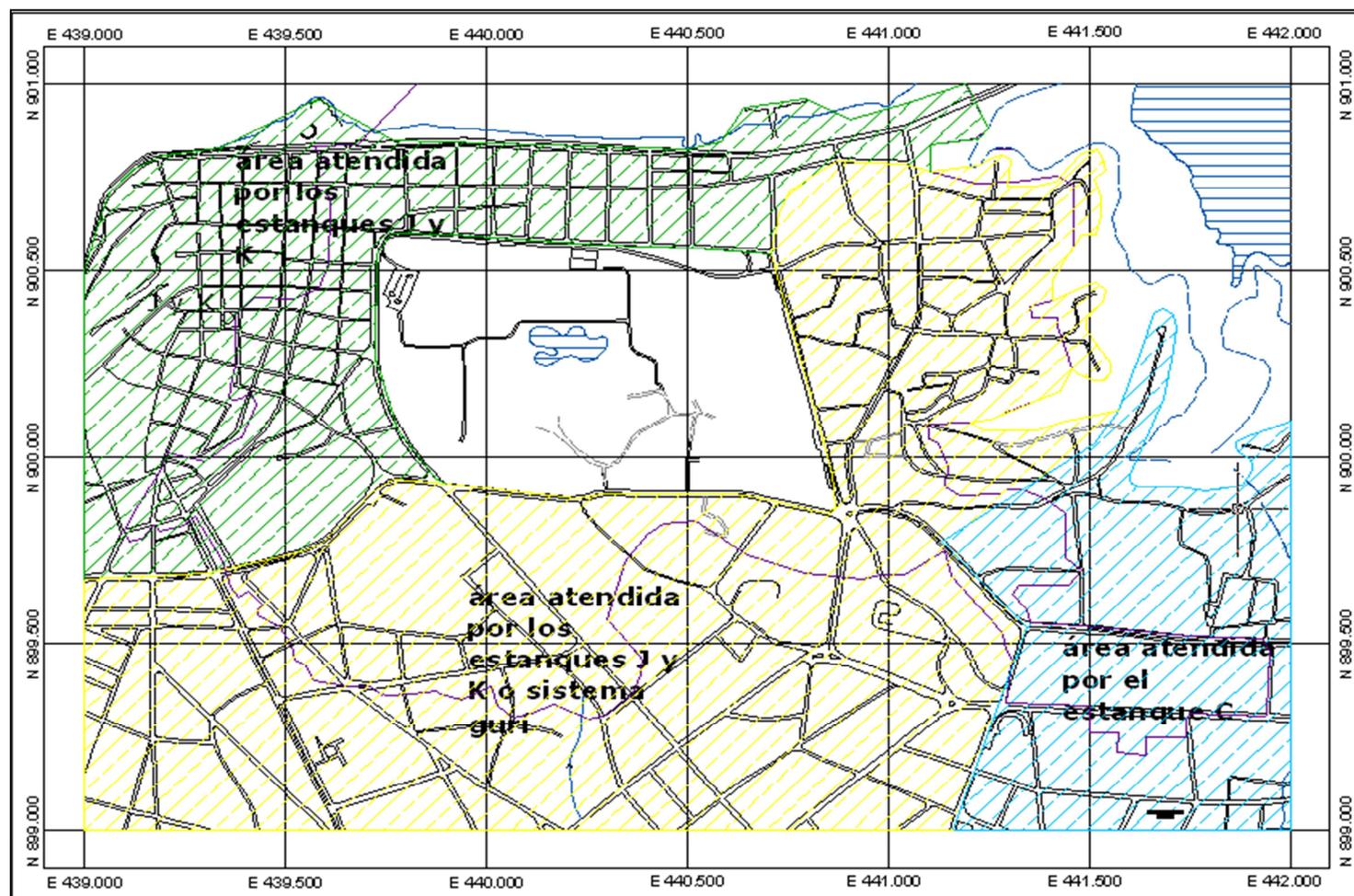


Figura 2.6 Servicio de Agua potable en el área de estudio. (Hidrobolivar, 2010)



Figura 2.7 Jardín Botánico del Orinoco. (folleto de la fundación, 1995)

Desde los tiempos iniciales, la laguna del Porvenir estuvo ligada al desarrollo y vida de la ciudad. Por una parte, constituía fuente segura de pesca y ofrecía además lugares apropiados para desarrollos agrícolas y pastoreo de ganado con la retirada de las aguas en la temporada de sequía. Pero al mismo tiempo representaba también fuerte barrera natural para el crecimiento y expansión de la ciudad hacia su lado este, paralelo al río, a causa de los terrenos inestables, en gran parte pantanosos, propios de las tres lagunas ya mencionadas, que se intercomunicaban entre sí.

La laguna del Porvenir, por su cercanía a la ciudad, constituyó siempre el foco de atención principal de relación e intercambio con la vida cotidiana. Considerándosele por lo general en términos despectivos y causante principal de malos olores (la hedentina) y criadero de zancudos.

Todavía en 1950, el célebre bachiller Ernesto Sifontes, escribía en uno de sus numerosas crónicas sobre la ciudad, al referirse a la laguna “esa materia vegetal en descomposición dará lugar a la formación de tufos mefíticos, que son el horror de la urbe, junto con abundancia de zancudos. Días muy malos nos aguardan” Razón tenía el bachiller Sifontes por sus preocupaciones, y sostiene que “la planta de desecación como ordinariamente se llama al sistema de la bomba, que se emplea para vaciarla es insuficiente para la extracción de la cantidad de agua depositada”.

En el caso concreto de la laguna del Porvenir, la construcción del llamado “canal de cintura” (1964-1970), representó una obra extraordinaria que ha contribuido al desagüe de la ciudad sin que desemboque en la laguna y al saneamiento de la misma, desapareciendo los malos olores y plaga, que fueron motivo de justificada preocupación y protesta por parte del naturalista guayanés Ernesto Sifontes. La estación de bombeo actual trabaja todo el año.

2.4.4.1 Reserva morichal de San Isidro: esta reserva puede constituir una de las áreas de mayor atractivo para el jardín. Encierra la parte final del morichal San Isidro, cuyas cabeceras se encuentran en terrenos del actual liceo Peñalver de Ciudad Bolívar. Todo el morichal fue declarado “zona de reserva hídrica”, por decreto de la Alcaldía del municipio Heres el día 5 de junio de 1992, en conmemoración del día mundial del ambiente.

La parte del morichal ubicada en los terrenos del jardín, está dividida en tres secciones claramente establecidas: a) la zona de la poza formada, por la entrada o desembocadura del manantial frente a la Casa de San Isidro. b) zona del bosque pantanoso ocupada por arboles de grandes proporciones y acompañados por vegetación baja muy variada y atractiva. c) sector abierto y pantanoso; el anexo n° 9 muestra la ubicación de estos para mayor detalle.

2.4.4.2 Plantas de la laguna, sitios húmedos y sitios pantanosos: la tabla 2.3 muestra una lista de plantas que se basa en el inventario realizado en el jardín botánico en el periodo de agosto de 1991 y mayo de 1992.

Tabla 2.3 Planta de la laguna, sitios húmedos y sitios pantanosos. (folleto de la fundación, 1995)

Nombre científico	Nombre común	Nombre científico	Nombre común
<i>Typhia latifolia</i>	Enea	<i>Achorostichum aureum</i>	Helecho
<i>eleocharis</i>	Junco	<i>Montrichardi arborescens</i>	Rabanote
<i>ludwigia</i>	Clavo de pozo	<i>Sesbania</i>	
<i>cyperus</i>	Varias especies	<i>mimosa</i>	
<i>Heliconia psittacorum</i>	platanillo	<i>Heliconia caribaea</i>	Platanillo
<i>costus</i>	Caña de la india	<i>canna</i>	Capacho silvestre

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO TEÓRICO**

#### 3.1 Antecedentes de la investigación

Dentro del desarrollo de esta investigación se considera como aporte el trabajo de (Martínez M. Adriana Y; 2008), en su “diseño de la ingeniería conceptual y básica de una planta de tratamiento de aguas residuales para el sector oeste de la población de Puerto Ordaz, municipio Caroní, estado Bolívar” dentro de sus propósitos estaba realizar un diseño de la ingeniería conceptual de una planta de tratamiento con el fin de mitigar los problemas de contaminación en la área de estudio. Dentro de sus objetivos destaca el aporte realizado para conocer las características físicas, geográficas del área de estudio. La estrategia metodológica empleada para recabar la información fue de campo. Otro de los objetivos fue caracterizar de acuerdo al decreto 833 las aguas residuales de la zona, de allí concluyó que “de la caracterización realizada, los coliformes y los sólidos suspendidos superaron los permitidos en las normas para la clasificación y el control de la calidad de agua de los cuerpos de agua y vertidos o efluentes líquidos, del 11 de octubre de 1995. En este sentido, los valores a reducir son el contenido de sólidos y el de bacterias”.

Otro aporte a considerar es la investigación realizada por (Hanna, 2008), en una “propuesta de una gestión ambiental en el tratamiento de las aguas residuales en el sector Maipure I, parroquia Marhuanta, municipio Heres, Ciudad Bolívar, Estado Bolívar”. Dentro de los objetivos de la investigación se destaca el análisis químico y bacteriológico a las aguas residuales de la zona en estudio. La toma de las muestras se realizó directamente desde los colectores en las bocas de visita, bajo el auspicio de HidroBolívar, esto dentro de su estrategia metodológica. El análisis químico del agua se efectuó en el laboratorio de geociencias de la Universidad de Oriente, núcleo de

Bolívar (U.D.O. Bolívar). Dentro del marco de una propuesta en gestión ambiental llegó a la conclusión que “el impacto ambiental que ejercen las aguas residuales sobre el ambiente y su entorno, el cual es el elemento más directamente afectado que origina degradación al ambiente y desagradables olores”.

### 3.2 Bases teóricas

#### 3.2.1 Proceso general en la septización de las aguas negras

Una vez que el agua potable ha sido utilizada procede a descargarse, se estima que el 80% del agua potable utilizada es devuelta en forma de despojo. El líquido cloacal es un 99.9% en proporción de agua y el volumen restante lo constituyen sólidos en suspensión y solución, estos son los responsables de las características de las aguas negras. El líquido cloacal contiene los mismos componentes del agua de la que proviene, más los componentes propios derivados del uso que se le ha dado, también contienen todos los elementos que son arrastrados por los colectores, especialmente cuando el sistema es único, o que intencionalmente han sido descargados. Al respecto Rivas Mijares (1983), dice “los sólidos presentes son aquellos provenientes de los servicios sanitarios y domésticos, y otros muchos de distinto origen descargados clandestinamente en los conductos. Entre esos sólidos citaremos: papeles, cortezas de frutas, heces fecales”. Glynn & Heinke (1999), dicen que “los residuos que excretan los humanos se conocen como aguas negras sanitarias. Las aguas residuales de áreas residenciales, que se describen como aguas negras domésticas, incluyen residuos provenientes de cocina, baños, lavado de ropa y drenaje de pisos. Éstas, junto con los residuos de los establecimientos comerciales e industriales, se designan como aguas residuales municipales.”

Durante los primeros minutos de haber sido utilizada el agua esta no presenta olores desagradables, durante este lapso de tiempo el agua se le considera fresca.

Cuando las aguas están frescas presentan una reacción alcalina (pH básico) pero al iniciarse el proceso de descomposición esta agua presenta una reacción ácida. Las aguas comienzan a descomponerse pasadas las dos horas de haberse utilizado, en condiciones de temperatura normales, y se hace manifiestamente visible transcurridas las seis u ocho horas. Cuando el agua aun está fresca es de color gris claro, es turbia y de olor grasiento-jabonoso. Cuando ocurre la septización, su color se oscurece con tinte marrón y comienza el desprendimiento de gases provenientes de la descomposición anaeróbica, los cuales le imprimen un fuerte olor desagradable.

### 3.2.2 Proceso de descomposición de la materia orgánica presente en las aguas negras

La mayor parte de la materia orgánica que contamina el agua procede de desechos de alimentos, de aguas negras domésticas y de despojos industriales. Esta agua es descompuesta por bacterias, protozoarios y diversos organismos mayores. El proceso de descomposición ocurre tanto en el agua como en la tierra y se lleva a cabo mediante reacciones químicas que requieren oxígeno libre para transformar sustancias ricas en energía en sustancias pobres en energía (productos). El oxígeno disuelto en el agua puede ser consumido por la fauna acuática a una velocidad mayor a la que esta puede ser remplazado desde la atmósfera, esto origina competencia entre los organismos acuáticos.

Una forma de cuantificar el grado de contaminación de agua por materia orgánica es mediante la determinación de la rapidez con que la materia orgánica nutritiva consume oxígeno por la descomposición bacteriana, a este proceso se le denomina demanda bioquímica de oxígeno (DBO). Según Rivas Mijares (1983), “es la más significativa de todas las pruebas para determinar el comportamiento de los líquidos cloacales de origen doméstico, los cuales, cuando están en presencia de

oxígeno disponible en el medio, toman éste para provocar la descomposición aeróbica bacteriana, hasta tanto esa demanda de oxígeno no se satisfaga”.

En contraste Glynn & Heinke (1999), expresan que “la DBO es el parámetro más importante en el control de la contaminación orgánica, como una base para estimar el oxígeno necesario para los procesos biológicos y como un indicador del rendimiento de los procesos”.

La DBO es afectada por la temperatura del medio, la clase de microorganismos presentes y por la cantidad y tipo de elementos nutritivos presentes. Si estos factores son constantes, la velocidad de oxidación de la materia orgánica se puede expresar en términos del tiempo de vida media, es decir el tiempo en que se descompone la mitad de la cantidad inicial de materia orgánica.

La DBO de una muestra de agua expresa la cantidad de miligramos de oxígeno disuelto por cada litro de agua, que se utiliza conforme se consumen los desechos orgánicos por la acción de las bacterias en el agua. La DBO se expresa en partes por millón<sup>1</sup> de oxígeno y se determina midiendo el proceso de reducción del oxígeno disuelto en el agua manteniendo la temperatura a 20°C en un periodo de cinco días. Una DBO indica que cantidad de oxígeno se requiere para descomponer la materia orgánica contenida en el agua. La tabla 3.1 muestra distintas DBO para distintos tipos de agua.

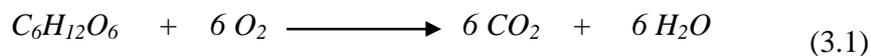
---

<sup>1</sup> Ppm es una unidad de medida que se refiere a los mg (miligramos) que hay en un kg (kilogramo) de solución; como la densidad del agua es 1kg/l, esto implica que 1 kg de solución tiene un volumen de aproximadamente 1 litro, los ppm son también los mg de una sustancia en un litro expresado de otra forma, mg/l; las normas venezolanas miden la DBO en mg/l y no en ppm.

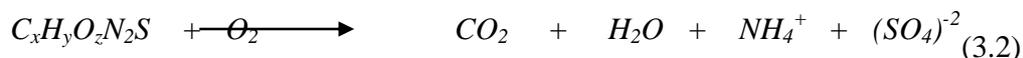
Tabla 3.1 Demanda bioquímica de oxígeno para diferentes tipos de aguas. (Crites & Tchobanoclaus, 2000)

Tipos de agua	Valor o rango de DBO (mg/l)
Agua potable	0,75 a 1,50
Agua poco contaminada	5 a 50
Agua negras municipales	100 a 400
Residuos industriales	500 a 10 000

A la descomposición de materia orgánica en presencia de oxígeno se le llama aerobiosis y es el proceso más eficiente para liberar la energía de la materia orgánica, así la aerobiosis de la glucosa ( $C_6H_{12}O_6$ ) se puede representar mediante la ecuación química 3.1.



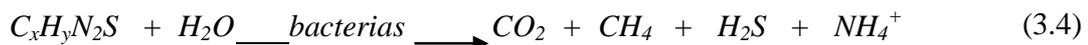
La descomposición aeróbica de las proteínas que contienen nitrógeno y azufre, representados por la fórmula general  $C_xH_yO_zN_2S$ , se puede representar mediante la ecuación química no balanceada 3.2.



Cuando la materia orgánica que contamina el agua se ha agotado, la acción bacteriana de la desoxigenación de las aguas contaminadas oxida al ion amonio ( $NH_4$ ), proceso denominado nitrificación, se puede expresar mediante la ecuación química iónica:



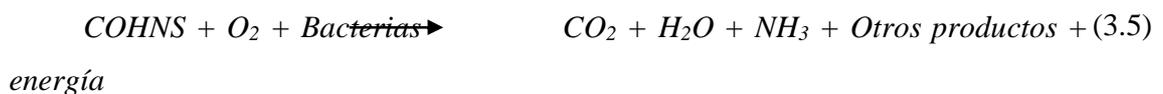
A los procesos de descomposición bacteriana anaeróbica de la materia orgánica se le llama anaerobiosis. A la descomposición bacteriana anaeróbica de las proteínas se le llama putrefacción. La putrefacción de las proteínas puede representarse mediante la ecuación química no balanceada 3.4.



En el proceso de putrefacción, como el metano es insoluble en agua se libera en forma de gas. El sulfuro de hidrogeno  $H_2S$  es un gas incoloro, de mal olor, a huevo podrido, y tóxico en concentraciones de 5% es nocivo para la vida; por lo que la putrefacción desprende un olor fétido en el cual los peces y otros animales que requieren del oxígeno no pueden vivir en aguas contaminadas donde ocurra la putrefacción.

Para Crites & Tchobanoclouds (2000), “tres actividades más o menos diferenciadas pueden ocurrir. Primero una parte del desecho se oxida a productos finales y con ellos los microorganismos obtienen energía para el mantenimiento de las células y la síntesis de nuevo tejido celular. Simultáneamente, otra fracción del desecho se convierte en tejido celular nuevo empleando la energía liberada durante la oxidación [...]. El tercer proceso es llamado respiración endógena. El término usado para representar los desechos orgánicos es COHNS (el cual representa los elementos Carbono, oxígeno, hidrogeno, nitrógeno y azufre). Los tres procesos se definen por las siguientes reacciones químicas:

Oxidación, ecuación 3.5.



Síntesis, ecuación 3.6.



Respiración endógena ecuación 3.7.



Si se considera sólo la oxidación del carbono orgánico presente en el desecho, el oxígeno requerido para completar las tres reacciones es llamada DBO última". La figura 3.1 muestra la curva típica de DBO.

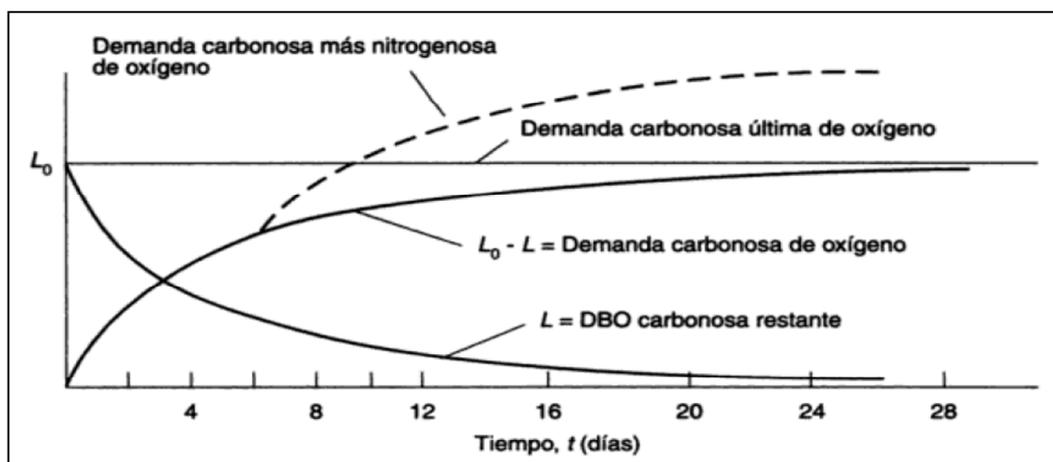


Figura 3.1 Curva típica de DBO a 20° C (Glynn & Heinke, 1999)3.2.3 Acción microbiana en las aguas negras

El hombre vive en relación íntima con los microorganismos sobre su piel y en su sistema digestivo. En estado de salud, los humanos y los microbios viven juntos para beneficio mutuo. Sin embargo, algunas personas sanas viven en armonía con organismos que pueden resultar patógenos para otros. Por ejemplo, algunas personas están adaptadas a las aguas con bacilos que provocan disentería en otras personas. Por

otra parte, resulta muy fácil contaminar el agua con microorganismos como las bacterias intestinales por lo que es muy difícil mantener el agua potable libre de bacterias intestinales y además eliminarlas no es posible, ni benéfico y resulta muy costoso.

Para Crites & Tchobanocloud (2000), “las condiciones ambientales de temperatura y pH tienen un importante efecto sobre la supervivencia y crecimiento de las bacterias. En general, el crecimiento óptimo ocurre dentro de un estrecho intervalo de pH y temperatura, aunque las bacterias pueden sobrevivir dentro de intervalos más amplios”.

Las bacterias coliformes son microorganismos inofensivos para el hombre y residen en su intestino grueso y abundan en la materia fecal. Forman parte de los desechos de las aguas negras y no se desarrollan en el agua, de manera que un recuento de las bacterias coliformes constituye un indicio del grado de contaminación de esas aguas.

Se considera que el número de microorganismos portadores de enfermedad en el agua es proporcional al número total de microorganismos y que una cantidad total baja representa un menor riesgo de contraer una enfermedad. Sin embargo, se han dado casos en que enfermedades virales han sido transmitidas por aguas que cumplen estrictamente con las normas de control de bacterias.

Por consiguiente, la presencia de cualquier impureza típica de las aguas negras, inclusive si no son perjudiciales en sí mismas, implica que el agua en que se encuentran no deja de ser fuente peligrosa de enfermedad. Para Crites & Tchobanocloud (2000), “los organismos patógenos presentes en las aguas residuales pueden provenir de desechos humanos que estén infectados o que sean portadores de

una enfermedad determinada. Las principales clases de organismos patógenos que pueden encontrarse en aguas residuales son: bacterias, parásitos (protozoos) y virus”

El agua contaminada puede estar sucia, mal oliente, ser corrosiva, de mal sabor o poco apta para lavar la ropa con ella. Sin embargo, para el hombre el efecto más perjudicial del agua contaminada ha sido la transmisión de enfermedades por microorganismos que pueden habitar en ella. Por ejemplo, la fiebre tifoidea causada por la bacteria *salmonella typhi*, el cólera causada por la bacteria *Vibrio cholerae*, la disentería provocada por parásitos como las amibas *Entamoeba histolítica* y la bacteria *Shigella*, la gastroenteritis causada por virus, bacterias y protozoarios, la hepatitis infecciosa causada por el virus de la hepatitis y la poliomielitis causada por el virus de la poliomielitis. La tabla 3.2 muestra los principales organismos patógenos y las enfermedades que causan.

Tabla 3.2 Agentes potencialmente infecciosos presentes en las aguas residuales no tratadas. (Crites & Tchobanocloud (2000))

Organismo	Enfermedad	Síntomas
Campylobacter jejuni	gastroenteritis	Diarrea
Escherichia coli	gastroenteritis	Diarrea
Salmonella typhi	Fiebre tifoidea	Fiebre alta, diarrea, úlceras en el intestino delgado
Salmonella (aprox 2100 especies)	salmonellosis	Envenenamiento por comida
Vibrio cholerae	Cólera	Diarrea aguda, deshidratación
cyclospora	ciclosporiasis	Diarrea severa, dolor de estomago, náuseas y vómitos prolongados
Entamoeba histolytica	Amebiasis (disentería amébrica)	Diarrea prolongada con sangrado, abscesos en el hígado y en el intestino delgado
Guardia lamblia	giardiasis	Diarrea leve o severa, náuseas, indigestión
Ascaris lumbricoides	Ascariasis	Infestación de gusanos intestinales
Hepatitis A	Hepatitis infecciosa	Ictericia, fiebre, vómito

### 3.2.4 Constituyentes de las aguas residuales

Con el fin de establecer las cargas orgánicas y de sólidos que transportan las aguas residuales, determinar efectos del vertimiento a cuerpos de agua y seleccionar las operaciones de tratamiento que resultan más económicos y eficaces se miden las

características físicas, químicas y biológicas de las aguas residuales. La tabla 3.3 muestra los principales constituyentes de interés en el manejo de aguas residuales.

Tabla 3.3 Principales constituyentes de interés en el manejo de aguas residuales.  
(Crites & Tchobanocloud (2000))

Constituyentes	Razones de interés
Sólidos suspendidos totales	Formación de depósitos de lodos y condiciones anaerobias.
Compuestos orgánicos biodegradables	Agotamiento del oxígeno en fuentes naturales y desarrollo de condiciones sépticas.
Constituyentes inorgánicos disueltos	Constituyentes inorgánicos adicionados por el uso. Aplicaciones en el reciclaje y en la reutilización de aguas residuales.
Metales pesados	Constituyentes metálicos adicionados por el uso. Muchos metales se clasifican como polulantes de prioridad.
Nutrientes	Crecimiento excesivo de la vida acuática indeseable, eutrofización, concentración de nitratos en agua para consumo.
Patógenos	Transmisión de enfermedades.
Polulantes orgánicos prioritarios	Sospechosos de ser carcinógenos, mutagénicos, teratogénicos o de toxicidad aguda alta.

3.2.4.1 Características físicas: en la caracterización de aguas residuales es importante conocer su contenido de sólidos, distribución de partículas por tamaño, turbiedad, color, transmitancia/absorbencia, olor, temperatura, densidad y conductividad.

❖ Temperatura: varía de un lugar a otro y durante las horas del día y épocas del año. El aumento de temperatura acelera la descomposición de la materia orgánica, aumenta el consumo de oxígeno para la oxidación y disminuye la solubilidad del oxígeno y otros gases.

❖ Sólidos: se encuentran en suspensión, coloidales y disueltos. Los sólidos contenidos en aguas residuales se oxidan consumiendo el oxígeno disuelto en el agua, sedimentan al fondo de los cuerpos receptores donde modifican el hábitat natural y afectan la biótica acuática. Según Rivas Mijares (1983) “los sólidos suspendidos dan indicación clara de la concentración del líquido cloacal en cuanto a su misma característica”

❖ Color: en forma cuantitativa, el color puede ser usado para estimar la condición general del agua residual. Si el color es café claro, el agua residual lleva aproximadamente seis horas después de la descarga. Un color gris claro es característico de aguas que han sufrido algún grado de descomposición o que han permanecido un tiempo corto en los sistemas de recolección. Si el color es gris oscuro o negro, se trata en general de aguas sépticas que han sufrido una fuerte descomposición bacterial bajo condiciones anaeróbicas.

❖ Olor: el olor de un agua residual fresca es en general inofensivo, pero una gran variedad de compuestos malolientes son liberados cuando se produce la septización. El principal compuesto del olor indeseable es el sulfuro de hidrógeno.

3.2.4.2 Características químicas: las aguas residuales han recibido sales inorgánicas y materia orgánica de la preparación de alimentos y el metabolismo humano principalmente y toda clase de materiales que se descartan por los desagües e imparten propiedades especiales a las aguas servidas; además es necesario incluir biocidas, detergentes y desinfectantes.

❖ Compuestos inorgánicos: los compuestos inorgánicos agregados a las aguas durante su uso son principalmente:

*Sales:* generalmente están en solución y contribuyen a aumentar la salinidad del agua. El aumento de sales disueltas durante cada uso del agua puede alcanzar a 300 – 350 mg/l.

*Nutrientes:* el nitrógeno agregado en las proteínas principalmente y el fósforo en compuestos orgánicos y los detergentes son nutrientes que promueven el crecimiento de organismos productores autótrofos en aguas receptoras de desechos.

*Trazas de elementos:* minerales como hierro, calcio, cobre, potasio, sodio, magnesio, manganeso, etc., son esenciales a la actividad microbiana.

*Tóxicos:* afectan a los microorganismos y a los procesos de tratamiento y provienen de productos farmacéuticos, químicos y biocidas. Algunos tóxicos comunes son plomo, cromo, zinc, mercurio, cianuro, ácidos, bases fuertes, derivados del petróleo y biocidas.

❖ Gases: en aguas residuales los gases son producto de la descomposición biológica de la materia orgánica y de la transferencia desde la atmósfera.

*Oxígeno disuelto:* se disuelve desde la atmósfera y de la actividad fotosintética de algas. Hay muy poco oxígeno disuelto en el producto cloacal fresco y ninguno en aguas residuales sépticas.

*Dióxido de carbono ( $CO_2$ ):* la concentración es función del pH y el equilibrio químico del agua, también se encuentra monóxido de carbono (CO), el  $CO_2$  en el agua es producido durante la respiración de microorganismos en aguas residuales y como producto de la descomposición biológica.

*Metano ( $CH_4$ ):* producto de la descomposición anaeróbica de materia orgánica. Se encuentra en condiciones anaeróbicas donde hay descomposición en condiciones anóxicas.

*Amoníaco ( $NH_3$ ):* las distribuciones dependen del pH de las aguas. Valores más altos del pH favorecen la presencia del gas  $NH_3$ , especialmente por encima de 9. Es resultado de la descomposición biológica de compuestos nitrogenados.

*Sulfuro de hidrógeno ( $H_2S$ ):* alteran el pH de las aguas y produce corrosión de las alcantarillas. El  $H_2S$  se produce en condiciones anaerobias cuando predomina la formación de ácidos y no hay producción de metano.

❖ *Compuestos orgánicos:* la materia orgánica en aguas residuales está representado por hidratos de carbono, (azúcares, almidones), proteínas, grasas, celulosa, lignina, orgánicos sintéticos, etc. Para Glynn & Heinke (1999), “las proteínas y carbohidratos constituyen el 90% de la materia orgánica de las aguas negras domésticas. Las fuentes de estos contaminantes biodegradables incluyen excrementos y orina humanos, los residuos de alimentos de los fregaderos, el polvo y la suciedad procedente del baño y del lavado de ropa, mas varios jabones, detergentes y otros productos de limpieza”

3.2.4.3 Características biológicas: en las aguas residuales se encuentran microorganismos que se desarrollan en el medio acuático que degradan la materia orgánica en condiciones aeróbicas o anaeróbicas, estos organismos están en capacidad de desarrollarse siempre y cuando las aguas residuales le ofrezcan las condiciones oportunas. Por lo general las aguas negras contienen coliformes, (el término coliformes incluye todas las bacterias, virus, protozoos aerobias y anaerobias, que forman esporas en forma de cilindro que fermentan la lactosa con formación de gas dentro de 48 °C a 35°C). Para Crites & Tchobanoclaus (2000), “los principales grupos de organismos presentes en aguas superficiales y aguas residuales están conformados por bacterias, hongos, protozoos, plantas y animales y virus”.

### 3.2.5 Impacto ambiental

Es la alteración que se produce en el ambiente cuando se lleva a cabo un proyecto o una actividad. Las obras como la construcción de una carretera, un desarrollo urbanístico, un parque, una área de cultivo etc. Puede ejercer un impacto sobre el medio que lo rodea. La alteración no siempre es negativa, puede ser favorable o desfavorable para el medio.

Para Maldonado & Ovalles (1995), “Técnicamente, un impacto ambiental puede ser definido como cualquier cambio que surja en el componente social, económico, biológico, físico o químico de un sistema ambiental; que se produzca como consecuencia de la construcción y funcionamiento de una obra así como las actividades que ambas fases (construcción y funcionamiento) generan”.

3.2.5.1 Elementos a considerar en los impactos ambientales: en los impactos ambientales hay que tener en cuenta los siguientes aspectos.

❖ Signo: si es positivo y sirve para mejorar el medio ambiente o si es negativo y degrada la zona.

❖ Intensidad: según la destrucción del medio ambiente sea total, alta, media o baja.

❖ Extensión: según afecte a un lugar muy concreto se llama puntual, a una zona algo mayor (parcial), a una gran parte del medio (impacto extremo) o a todo (total). Hay impactos de ubicación crítica: como puede ser un vertido en un río poco antes de una toma de agua para consumo humano: será un impacto puntual, pero en un lugar crítico.

❖ Momento: en que se manifiesta y así distinguimos impacto latente que se manifiesta al cabo del tiempo, como puede ser el caso de la contaminación de un suelo como consecuencia de que se vayan acumulando pesticidas u otros productos químicos, poco a poco, en ese lugar. Otros impactos son inmediatos o a corto plazo y algunos son críticos como puede ser ruido por la noche, cerca de un hospital.

❖ Persistencia: se dice que es fugaz si dura menos de un (1) año, si dura de uno (1) a tres (3) años es temporal y pertinaz si dura de cuatro (4) a diez años. Si es para siempre sería permanente.

❖ Recuperación: según sea más o menos fácil de reparar distinguimos irrecuperables, reversibles, mitigables, recuperables, etc.

❖ Suma de efectos: a veces la alteración final causada por un conjunto de impactos es mayor que la suma de todos los individuales y se habla de efecto sinérgico.

❖ Periodicidad: distinguimos si el impacto es continuo como una cantera, por ejemplo; o discontinuo como una industria que, de vez en cuando, desprende sustancias contaminantes o periódico o irregular como los incendios forestales.

3.2.5.2 Evaluación de impacto ambiental: tiene como fin el identificar, predecir e interpretar los impactos que una determinada actividad tendrá sobre el medio ambiente en el caso de ser proyectos no ejecutados o medir el impacto que una obra tiene sobre el ambiente.

Existen maneras de detectar el impacto ambiental de la sociedad sobre los componentes de un sistema ambiental, tal y como lo es la evaluación del impacto ambiental, la cual se considera una metodología para estudiar la relación de un proyecto o actividad con su entorno natural y social. El procedimiento no se limita a la consideración de aspectos ecológicos, sino que pretende hacer un enfoque integral en el que intervienen, además, aspectos ecológicos, socioeconómicos, políticos y culturales.

La evaluación del impacto ambiental permite analizar y sopesar las potencialidades y limitaciones de un sistema ambiental dado y, en consecuencia, prever las alteraciones que cualquier proyecto ocasione sobre uno o más componentes ambientales y sobre las interacciones entre éstos: ello permite tomar decisiones basadas en la validez ambiental de una obra antes de que ésta se haga realidad. No se trata de obstaculizar o negar el desarrollo, sino más bien optimizarlo mediante estudios objetivos que reflejen las posibles alteraciones negativas y positivas del ambiente a fin de evitar o mitigar las primeras y ampliar las segundas.

3.2.5.3 Metodologías de la evaluación del impacto ambiental: algunas de las metodologías utilizadas en la evaluación de impacto ambiental son:

❖ **Matrices:** estas metodologías incorporan una lista de actividades del proyecto u obra a realizar y sus posibles impactos: y una lista de rasgos ambientales susceptibles de ser impactados. Estas dos listas se correlacionan en una matriz que identifica las relaciones de causa-efecto entre actividades específicas e impactos potenciales.

❖ **Métodos de superposiciones:** estas metodologías se basan en el análisis de un conjunto de mapas de las características ambientales (físicos, sociales, ecológicos, estéticos) del área del proyecto. Estos mapas se superponen para producir una caracterización compuesta del ambiente regional. Los impactos se identifican reconociendo las áreas de superposición y luego, analizando todos los posibles impactos en estas áreas.

❖ **Redes:** estas metodologías establecen redes de causa-condición-efecto. Son un intento de reconocer que una serie de impactos pueden ser producidos rápidamente por una sola acción del proyecto.

❖ **Listas de chequeo:** estas metodologías presentan una lista específica de parámetros ambientales para ser investigados pero no requieren de nexos de causa-efecto con las actividades del proyecto.

❖ **Métodos Ad Hoc:** evalúan problemas muy específicos y se diseñan especialmente para ello.

### 3.2.6 Definición de términos básicos

Aquí se presentan una serie de términos que serán frecuentemente utilizados en este informe, estos tienen como fin familiarizar al lector con los términos utilizados en el planteamiento del problema.

**Aducción:** es el proceso de transportar el agua. Se acuña el término aducción por gravedad cuando el agua es transportada por la energía potencial de gravedad.

**Alcantarillado:** es el conjunto de estructuras y tuberías usados para el transporte de aguas negras, aguas residuales o aguas pluviales; desde el lugar que se generan hasta el lugar donde se descargan o se tratan. (<http://es.wikipedia.org/wiki/Alcantarillado>)

**Agentes contaminantes:** toda materia, energía o combinación de éstas, de origen natural o antrópico, que al liberarse o actuar sobre la atmósfera, agua, suelo, fauna, o cualquier otro elemento del ambiente, altere o modifique su composición natural o la degrade. (<http://es.wikipedia.org/wiki/Alcantarillado>)

**Aguas afluentes:** Incorporación de caudal aportado por uno más cauces (efímero o no) hacia otro de mayor envergadura.

**Aguas efluentes:** dicese las aguas que descargan desde una planta de tratamiento de aguas o sistema de alcantarillado hacia la red pública o cuerpo receptor.

**Aguas negras:** se consideraran así todas las aguas residuales que han tenido contacto con heces fecales u orina, el calificativo de negras se debe al color que presentan estas aguas al estar descompuestas. (<http://es.wikipedia.org/wiki/Alcantarillado>)

**Aguas pluviales:** son las aguas que provienen de las precipitaciones y son transportadas por cunetas y recolectadas por sumideros de ventana o de rejillas para unirse a la red de aguas negras, si el sistema es del tipo unitario, o ser transportada

para su tratamiento o descarga independiente de las aguas negras, si el sistema es del tipo separado. (<http://es.wikipedia.org/wiki/Alcantarillado>)

***Aguas residuales:*** son aquellas aguas que han sido utilizadas y ya no están aptas para el consumo humano, se consideran aguas residuales si estas no han tenido contacto con heces fecales u orina. ([http://es.wikipedia.org/wiki/Tratamiento\\_de\\_aguas\\_residuales](http://es.wikipedia.org/wiki/Tratamiento_de_aguas_residuales))

***Ciclos de bombeo:*** es el lapso de tiempo comprendido entre el arranque de la(s) bomba(s) y el tiempo de parada de la(s) bomba(s) este depende de la cantidad de agua que se desea bombear, por lo general los fabricantes de las bombas recomiendan los ciclos de operación de cada bomba. ([http://es.wikipedia.org/wiki/Estaci%C3%B3n\\_de\\_bombeo](http://es.wikipedia.org/wiki/Estaci%C3%B3n_de_bombeo))

***Contaminación de las aguas:*** acción o efecto de introducir elementos, compuestos o formas de energía capaces de modificar las condiciones del cuerpo de agua superficial o subterráneo de manera que se altere su calidad en relación con los usos posteriores o con su función ecológica para el desarrollo de la vida acuática y ribereña. (Extracto de la ley orgánica del ambiente, 2006. Artículo N° 3)

***Estación de bombeo:*** son instalaciones destinadas a impulsar las aguas negras hasta un punto donde puedan ser transportadas por gravedad, consiste en un pozo recolector, un sistema de bombas, tuberías de aspiración e impulsión, válvulas y controles. ([http://es.wikipedia.org/wiki/Estaci%C3%B3n\\_de\\_bombeo](http://es.wikipedia.org/wiki/Estaci%C3%B3n_de_bombeo))

***Evaluación del impacto ambiental:*** es un proceso de advertencia temprana que opera mediante un análisis continuo, informado y objetivo que permite identificar las mejores opciones para llevar a cabo una acción sin daños intolerables, a través de

decisiones concatenadas y participativas, conforme a las políticas y normas técnicas ambientales. (Extracto de la ley orgánica del ambiente, 2006. Artículo n° 3)

**Obras de descarga:** consiste en todas las infraestructuras empleadas para la descarga de las aguas negras crudas o tratadas, se debe procurar que el punto donde se descarga este lo más alejado del contacto humano y bien adentrado en el curso receptor, esto con el fin de facilitar el proceso de dilución de las aguas que no han sido tratadas. ([http://es.wikipedia.org/wiki/Tratamiento\\_de\\_aguas\\_residuales](http://es.wikipedia.org/wiki/Tratamiento_de_aguas_residuales))

**Periodo de descomposición:** es el lapso de tiempo que le llevan a las aguas negras en degradar toda la materia orgánica que contiene originando unos productos de desechos como son los gases de metano  $NH_4$ , sulfuro de hidrogeno  $H_2S$ , acido sulfúrico,  $H_2SO_4$  y el olor típico de las aguas negras. ([http://es.wikipedia.org/wiki/Tratamiento\\_de\\_aguas\\_residuales](http://es.wikipedia.org/wiki/Tratamiento_de_aguas_residuales))

**Planta de tratamiento de aguas residuales:** son espacios destinados al tratamiento de las aguas negras a través de procesos físicos, químicos y biológicos que tienen como fin eliminar los contaminantes físicos, químicos y biológicos presentes en las aguas efluentes del uso humano. ([http://es.wikipedia.org/wiki/Tratamiento\\_de\\_aguas\\_residuales](http://es.wikipedia.org/wiki/Tratamiento_de_aguas_residuales))

**Pozo de recolección:** es el pozo donde se almacenan las aguas negras para ser bombeadas, según el tamaño de la población servida y el consumo de agua será el tamaño del pozo. También se conoce como pozo húmedo o cámara de aspiración. ([http://es.wikipedia.org/wiki/Estaci%C3%B3n\\_de\\_bombeo](http://es.wikipedia.org/wiki/Estaci%C3%B3n_de_bombeo))

**Sistema unitario:** es el sistema de tratamiento de aguas negras en el cual los colectores además de transportar las aguas negras transportan las aguas pluviales en el mismo colector. (<http://es.wikipedia.org/wiki/Alcantarillado>).

**Tiempos de retención:** son los lapsos de tiempo en el cual las aguas negras son almacenadas en el pozo de recolección para posteriormente ser bombeadas. Estos tiempos deben ser cuidadosamente planificados con los ciclos de operación de las bombas para evitar la septización del agua. ([http://es.wikipedia.org/wiki/Estaci%C3%B3n\\_de\\_bombeo](http://es.wikipedia.org/wiki/Estaci%C3%B3n_de_bombeo))

**Variación del consumo:** es la variación que experimenta el gasto de agua a lo largo de un periodo de tiempo determinado puede ser una hora (variación horaria), un día (variación diaria), un mes (variación mensual), un año (variación anual). ([http://es.wikipedia.org/wiki/Red\\_de\\_abastecimiento\\_de\\_agua\\_potable](http://es.wikipedia.org/wiki/Red_de_abastecimiento_de_agua_potable))

**Vertido:** descarga de aguas residuales que se realice directa o indirectamente a los cauces mediante canales, desagües o drenajes de agua, descarga directa sobre el suelo o inyección en el subsuelo, descarga a redes cloacales, descarga al medio marino-costero y descargas submarinas. (Normas para la clasificación y el control de la calidad de los cuerpos de agua o efluentes líquidos, 1995. Artículo n° 2)

### 3.3 Bases legales

Teniendo en cuenta el basamento jurídico venezolano que regula la disposición de las aguas servidas y de su relación con el medio ambiente se tiene en cuenta:

1) Que la constitución de la República Bolivariana de Venezuela en su artículo número 84 expresa que “El estado promoverá y desarrollara políticas orientadas a elevar la calidad de vida, el bienestar colectivo y el acceso a los servicios. Todas las personas tienen el derecho a la protección de la salud, así como el deber de participar activamente en su promoción y defensa, y el de cumplir con las medidas sanitarias y de saneamiento que establezca la ley”

2) Que la constitución de la República Bolivariana de Venezuela en su artículo número 127 expresa que “Toda persona tiene derecho individual y colectivamente a disfrutar de una vida y de un ambiente sano y ecológicamente equilibrado. [...]. Es una obligación del estado, con la activa participación de la sociedad, garantizar que la población se desenvuelva en un ambiente libre de contaminación, en donde el aire, el agua, los suelos, las costas, el clima, la capa de ozono, las especies vivas, sean especialmente protegidos, de conformidad con la ley.”

3) Que la constitución de la República Bolivariana de Venezuela en su artículo 304 expresa que “todas las aguas son de dominio público de la nación, insustituibles para la vida y el desarrollo. La ley establecerá las disposiciones necesarias a fin de garantizar su protección, aprovechamiento y recuperación, respetando las fases del ciclo hidrológico y los criterios de ordenación del territorio.”

4) Que la Gaceta Oficial de la República [Bolivariana] de Venezuela número 5.318. Extraordinario, en su artículo número 2 numeral 55 expresa que “En toda estación de bombeo de aguas servidas o aguas pluviales, deberá preverse una capacidad de almacenamiento suficiente. En las de aguas servidas solamente, se debe procurar que sea el mínimo posible para evitar el deterioro de las aguas afluentes.

Dicha capacidad de almacenamiento estará representada por el volumen del pozo húmedo, comprendido entre el nivel más elevado en el cual arrancan las bombas y el nivel más bajo en el cual paran.

El número de arranques por hora será el máximo que permita el fabricante, con el fin de disminuir la capacidad del pozo húmedo y el tiempo de retención de las aguas servidas.”

5) Que la ley orgánica del ambiente en su artículo número 57 numeral 3 expresa que para la conservación de la calidad del agua se tomara en consideración “La reutilización de las aguas residuales previo tratamiento.”

6) Que la ley orgánica del ambiente en su artículo número 57 numeral 4 expresa que para la conservación de la calidad del agua se tomara en consideración “El tratamiento de las aguas.”

7) Que la ley orgánica para la prestación de los servicios de agua potable y saneamiento, en su artículo número 6 párrafo único expresa que “se declaran de utilidad pública e interés social el servicio de agua potable, el servicio de saneamiento y las obras afectas para su prestación”.

8) Que la ley de aguas en su artículo nueve numeral primero establece que a fin de mantener el control y manejo de la calidad de los cuerpos de agua se realizara mediante: “La clasificación de los cuerpos de agua o sectores de estos, atendiendo a su calidad y usos actuales y potenciales.”

9) Que la ley de aguas en su artículo nueve numeral segundo establece que a fin de mantener el control y manejo de la calidad de los cuerpos de agua se realizara mediante: “El establecimiento de rangos y límites máximos de elementos contaminantes en los efluentes líquidos generados por fuentes puntuales.”

10) Que la ley de aguas en su artículo nueve numeral cuarto establece que a fin de mantener el control y manejo de la calidad de los cuerpos de agua se realizara mediante: “La elaboración y ejecución de programas maestros de control y manejo de la calidad de las aguas, donde se determinen las relaciones causa-efecto entre fuentes contaminantes y problemas de calidad de aguas, las alternativas para el control de los efluentes existentes y futuros, y las condiciones en que se permitirán sus vertidos,

incluyendo los límites de descargas máxicas para cada fuente contaminante y las normas técnicas complementarias que se estimen necesarias para el control y manejo de la calidad de las aguas.”

11) Que el decreto n° 883 de fecha 11 de Octubre de 1995 de normas para la clasificación y el control de la calidad de los cuerpos de agua y vertidos o efluentes líquidos en su artículo número tres expresa que “las aguas se clasifican en:

Tipo 4 aguas destinadas a balnearios, deportes acuáticos, pesca deportiva, comercial y de subsistencia. Las aguas del tipo 4 se desagregan en los siguientes subtipos:

Ommisis...

Subtipo 4B: aguas para el contacto humano parcial.”

12) Que el decreto n° 883 de fecha 11 de Octubre de 1995 de normas para la clasificación y el control de la calidad de los cuerpos de agua y vertidos o efluentes líquidos en su artículo número cuatro numeral diez expresa que: “Las aguas del Sub-Tipo 4B son aquellas cuyas características corresponden con los límites y rangos siguientes [indicados en la tabla 3.4]:

Tabla 3.4 Limites y rangos de vertido para aguas del sub-tipo 4B.

Parámetro	Limite o rango máximo
Organismos coliformes totales	a) menor a 5000 NMP por cada 100 ml en el 80% de una serie de muestras consecutivas. b) menor a 10000 NMP en el 20% restante
Organismos coliformes fecales	Menor a 1000 NMP por cada 100 ml en la totalidad de las muestras.
Moluscos infectados con <i>S. mansoni</i>	Ausentes

13) Que el decreto n° 883 de fecha 11 de Octubre de 1995 de normas para la clasificación y el control de la calidad de los cuerpos de agua y vertidos o efluentes líquidos en su artículo número cuatro numeral 11 expresa que: "Las aguas del Tipo 4 deberán cumplir, además, con las siguientes condiciones [indicados en la tabla 3.5]:

Tabla 3.5 Limites y rangos para el vertido de aguas del tipo 4.

Parámetro	Limite o rango máximo
Oxígeno disuelto (OD)	mayor de 5,0 mg/l (*)
pH	Mínimo 6,5 y máximo 8,5.
Aceites minerales	0,3 mg/l
Detergentes	menor de 1 mg/l.
Sólidos disueltos	desviación menor de 33% de la condición natural
Residuos de petróleo, sólidos sedimentables y flotantes	Ausentes
Metales y otras sustancias tóxicas	no detectable (**)
Fenoles y sus derivados	0,002 mg/l
Organofosforados y Carbamatos	0,1 mg/l
Organoclorados	0,2 mg/l

\* Este valor también se podrá expresar como porcentaje de saturación, el cual debe ser mayor de 60%

\* Según los métodos aprobados por el Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables.” (Extracto fiel de la norma)

14) Que el decreto n° 883 de fecha 11 de Octubre de 1995 de normas para la clasificación y el control de la calidad de los cuerpos de agua y vertidos o efluentes líquidos en su artículo número diez expresa que: “A los efectos de este Decreto se establecen los siguientes rangos y límites máximos de calidad de vertidos líquidos que sean o vayan a ser descargados, en forma directa o indirecta, a ríos, estuarios, lagos y embalses [indicados en la tabla 3.6]:

Tabla 3.6 Límites y rangos máximos para el vertido en ríos.

Parámetro	Límite o rango máximo
Aceites minerales e hidrocarburos	20 mg/l
Aceites y grasas vegetales y animales	20 mg/l
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO <sub>5,20</sub> )	60 mg/l
Sulfuros	0,5 mg/l
Sólidos suspendidos	80 mg/l

### 3.4 Operalización de las variables

De acuerdo a los objetivos planteados para abordar el problema desde un punto de vista estrictamente sistémico se han identificado las siguientes variables: a) variable impacto ambiental, b) variable gasto aportado, c) variable características del agua, d) variable características geográficas.

### 3.4.1 Operalización de la variable Impacto ambiental

Definición conceptual: cualquier cambio que surja en el componente, social, económico, biológico, físico o químico de un sistema ambiental, que se produzca, como la consecuencia de la construcción o funcionamiento de una obra, así como las actividades que ambas fases generan.

Definición operacional: la evaluación del grado de alteración en el sistema ambiental producido por las operaciones y actividades desarrolladas en la estación de bombeo “Bombas Cloacas”, también como la medida de las interacciones que estas actividades ocasionan con el sistema ambiental. La tabla 3.7 muestra la operalización de la variable impacto ambiental.

Tabla 3.7 Operalización de la variable impacto ambiental.

Variable	Dimensión	Indicadores
Impacto ambiental	Alteración	Método de superposición cartográfica
	Interacción	Matrices de evaluación de impacto ambiental

### 3.4.2 Operalización de la variable Gasto aportado

Definición conceptual: es la cantidad de aguas negras provenientes de los usos domésticos, comerciales, institucionales, industriales. Así como la infiltración de aguas negras a los colectores, y cuando el sistema es unitario incluye las aguas pluviales. Si el sistema es separado incluye las descargas clandestinas de aguas de lluvia a la red de alcantarillado.

Definición operacional: la cantidad de agua que efectivamente llega a la estación de bombeo producto del uso residencial, comercial, institucional y de infiltración. Incluye las aguas del morichal San Isidro y las aguas de lluvia si las hubiera. La tabla 3.8 muestra la operalización de la variable gasto aportado.

Tabla 3.8 Operalización de la variable gasto aportado.

Variable	Dimensión	Indicadores
Gasto Aportado	Según el uso dado	Método de las dotaciones y variación del liquido cloacal
	Gasto instantáneo	Método del aforo

#### 3.4.3 Operalización de la variable Características de las aguas negras

Definición conceptual: son los constituyentes agregados a las aguas residuales por medio de su uso. Estos constituyentes son una mezcla compleja de contaminantes tanto orgánicos como inorgánicos tanto en suspensión como disueltos. Los constituyentes presentes en las aguas residuales se agrupan generalmente de acuerdo a sus propiedades en constituyentes físicos, químicos y biológicos.

Definición operacional: por medio de los análisis químicos de laboratorio mide las características físicas, químicas y biológicas que poseen las aguas negras que llegan hasta la estación de bombeo. La tabla 3.9 muestra la operalización de la variable características de las aguas negras.

Tabla 3.9 Operalización de la variable características de las aguas negras.

Variable	Dimensión	Indicadores
Características de las aguas negras	Tiempo de retención	Medición de los ciclos de operación en la estación de bombeo
	Caracterización de las aguas negras	Análisis de laboratorio

#### 3.4.4 Operalización de la Variable Características geográficas

Definición conceptual: es la descripción del medio natural como el relieve, hidrografía, vegetación, clima, aspectos socio demográficos de una región en particular.

Definición operacional: revisión del material bibliográfico relativo a las características físico naturales y demográficos del área de estudio. La tabla 3.10 muestra la operalización de la variable características geográficas.

Tabla 3.10 Operalización de la variable características geográficas.

Variable	Dimensión	Indicadores
Características geográficas	Componentes físico-naturales	Características físicas
	Componentes antropogenicos	Características socio-demográficas

## **CAPÍTULO IV**

### **METODOLOGÍA DEL TRABAJO**

Este capítulo trata de responder cuales son las técnicas y los procedimientos necesarios para resolver el problema planteado. En el contenido de este capítulo se busca de la forma más sencilla describir los procedimientos necesarios para la obtención de los datos, manipulación y la forma en que serán presentados para su posterior análisis.

Como un proyecto de investigación científica se busca que los procedimientos señalados aquí puedan ser repetidos por cualquier investigador posterior y obtener los mismos resultados, salvo que las condiciones del medio llegaran a cambiar. El enfoque que se ha venido utilizando es sistémico, es decir, no considerando el problema como un hecho aislado sino como un subsistema que repercute en un sistema general, esto se debe tener muy presente cuando se quiera repetir este procedimiento en las condiciones futuras.

Teniendo en cuenta que las variables a estudiar están continuamente cambiando, especialmente la variable agua, se considera este proyecto de investigación como de diseño longitudinal de evaluación en grupo. Los estudios de este tipo según Hernández S, Fernández C, Baptista P (2003), “examinan cambios a través del tiempo en subpoblaciones o grupos específicos” (p.151). Esta investigación busca medir los cambios que tiene la variable agua (considerando la muestra como una subpoblacion) a lo largo del tiempo de retención en el pozo húmedo y las implicaciones que esto trae consigo.

#### 4.1 Nivel de investigación

El nivel de investigación que se emplea es el exploratorio según Bellorín, Rivas J. (2003), los estudios exploratorios “en pocas ocasiones constituyen un fin en sí mismos, generalmente determinan tendencias, identifican áreas, ambientes, contextos y situaciones de estudio, relaciones potenciales entre variables; o establecen el `tono´ de investigaciones posteriores más elaboradas y rigurosas” (p.39).

El nivel de investigación es exploratorio debido a que durante la fase de revisión de literatura se encontró que no existe información detallada que se especialice en la septización de las aguas negras, la poca información disponible tuvo que ser complementada con otros tópicos que inciden directamente con el objeto de estudio. De igual forma la cantidad de información que se encuentra disponible como trabajos previos son muy antiguos y el acceso a las fuentes es muy difícil en parte debido a que las fuentes se encuentran muy distantes y el acceso, por lo general, es más o menos restringido.

#### 4.2 Diseño de la investigación

Según la forma en que se tomaron los datos la investigación es de campo y documental. Según Bellorín, Rivas J. (2003), la investigación es de campo “cuando la estrategia que cumple el investigador se basa en métodos que permiten recoger los datos en forma directa de la realidad donde se presentan” (p.47). En efecto a fin de obtener los datos necesarios se recurrirá a el sitio donde se manifiesta el problema, en este caso la estación de bombeo, sin embargo los datos necesarios que no puedan ser recabados en la estación de bombeo serán tomados directamente de la fuente necesaria. Para de Canales F, de Alvarado E, Pineda E (1997), “La investigación documental depende fundamentalmente de la información que se recoge o consulta en documentos, entendiéndose este término, en sentido amplio, como todo material de

índole permanente, es decir, al que se puede acudir como fuente o referencia en cualquier momento o lugar, sin que se altere su naturaleza o sentido” (p.57), en tal sentido parte de la información recabada se obtuvo de la revisión de material bibliográfico en físico como en digital, también se revisaron planos y otros materiales como memorias descriptivas de los proyectos ejecutados.

#### 4.3 Población y muestra

La población está constituida por todas las aguas servidas, negras y pluviales que logran llegar a los colectores y de allí hasta la estación de bombeo más las aguas que se le incorporan desde el morichal de San Isidro. Para la muestra se tomará una porción de las aguas al momento de detenerse el bombeo y al momento de arranque del bombeo. La muestra se tomará preferiblemente un día de alto consumo, salvo que sea feriado, quedan excluidos los días viernes, sábado, domingo y lunes. La muestra debe ser tomada en la hora de máximo consumo en todo caso se recomienda en horas de la mañana entre las 9:00 am y las 11:00 am.

#### 4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

En esta sección se da a conocer cuáles son los procedimientos necesarios para la recolección de los datos, cada procedimiento está acompañado de la técnica utilizada en cada caso y en los instrumentos necesarios para su recolección. A tal efecto se tiene en cuenta lo dicho por Mendel (1865), y citado por Mazparrote (1999), que “el valor y la utilidad de un experimento dependen de lo apropiado que sea el material para el objeto con que se emplea” (p.167). Según lo planteado en la operacionalización de la variable el procedimiento necesario para conocer los datos de cada variable se presenta a continuación.

El primer paso que se realizó fue ubicar los planos de colectores de aguas negras y desagües de aguas de lluvia, donde el sistema sea separado, esto con la empresa prestadora del servicio de saneamiento que, en este caso es Hidrobolívar; luego se procedió a delimitar el área de estudio según las direcciones de los colectores, además, se indicaron los colectores principales, secundarios y terciarios según lo mostrado en el anexo n° 9. A partir de recabada esta información se pudo precisar los datos necesarios que se debían recolectar dentro del área de estudio.

#### 4.4.1 Recolección de datos de la variable Impacto ambiental

Se recuerda que la definición operacional de esta variable es la evaluación del grado de alteración en el sistema ambiental producido por las operaciones y actividades desarrolladas en la estación de bombeo “Bombas Cloacas”, también como la medida de las interacciones que estas actividades ocasionan con el sistema ambiental. Esta variable mide dos aspectos: a) la alteración del sistema ambiental, b) la interacción en el sistema ambiental.

4.4.1.1 Técnicas e instrumentos de recolección de los datos de alteración del sistema ambiental mediante el método de la superposición cartográfica: la técnica empleada para recolectar estos datos es la observación directa mediante métodos sensoriales olfativos. Los materiales necesarios para tal fin son los siguientes:

##### **Materiales y equipos necesarios:**

- 1) Mapa de la zona de estudio. (similar al mostrado en el anexo n° 10)
- 2) Papel
- 3) Lápices
- 4) GPS (opcional)

Procedimiento: la técnica consiste en recorrer la zona de estudio e ir indicando con un lápiz en un papel o en el propio mapa de la zona de estudio la intensidad del olor percibido, se puede elaborar una notación similar en cada participante indicando con una letra o un número la intensidad del olor percibido. También se puede anotar la coordenada del GPS e indicarla en el mapa.

4.4.1.2 Técnicas e instrumentos de recolección de los datos de la matriz de impacto ambiental: la técnica empleada para recolectar estos datos es la observación directa. Se debe procurar ser lo más objetivo posible con la observación realizada, se recomienda elaborar una memoria fotográfica de la zona de estudio o en su defecto se pueden realizar dibujos detallados de la zona. Los materiales y equipos necesarios para recolectar los datos son los siguientes:

**Materiales y equipos necesarios:**

- 1) Papel
- 2) Lápices
- 3) Cámara fotográfica

Procedimiento: se debe detallar lo más posible el área de estudio, identificando las acciones que se desarrollan y los impactos potenciales de ser afectados por la ejecución de las acciones. Se puede acompañar de una memoria fotográfica o realizar dibujos del área de estudio.

4.4.2 Recolección de datos de la variable Gasto aportado

Según la definición operacional de la variable ésta queda definida como la cantidad de agua que efectivamente llega a la estación de bombeo producto del uso residencial, comercial, institucional y de infiltración. Incluye las aguas del morichal

San Isidro y las aguas de lluvia si las hubiera. Esta variable mide dos aspectos: a) el gasto según el uso dado, b) el gasto mediante el aforo.

4.4.2.1 Técnicas e instrumentos de recolección de los datos del método de las dotaciones y la variación del líquido cloacal: la técnica empleada para recolectar estos datos es documental y de campo (observación directa, entrevista no estructurada). Para obtener los datos de la curva de variación del consumo de agua potable se tomó una combinación de las curvas típicas mostradas por Arocha (1983), y Rivas Mijares (1983); el apéndice C.1 muestra los valores típicos de esta curva.

También es necesario realizar un levantamiento catastral de toda el área de estudio (275.85 hectáreas) discriminándolo según la actividad que se desarrolla en el área de estudio, ya sea residencial, comercial, institucional, mixta. Los materiales y equipos necesarios para la recolección de los datos son los siguientes:

**Materiales y equipos necesarios:**

- 1) Papel
- 2) Lápices
- 3) Cuadernillo de anotaciones para el levantamiento catastral

Procedimiento: utilizando las curvas de variación de consumo se procede a calcular los valores de gasto a cada hora entera, es decir, 07:00 am, 08:00 am, etc.; estos valores se promedian y se grafican en una curva patrón. Para el levantamiento catastral se procedió a recorrer toda la zona de estudio (se recomienda hacerlo en horas de la mañana antes de las 09:30 am y en la tarde después de las 03:30 pm). Se debe anotar por manzana la cantidad de viviendas y el tipo de viviendas, comercios y los tipos de comercios, para las instituciones se debe recolectar los datos de cantidad de alumnos en las escuelas y centros educativos, la cantidad de camas y consultorios

en centros asistenciales, de acuerdo a lo establecido en las normas sanitarias para proyectos, construcción, reparación, reforma y mantenimiento de edificaciones.

4.4.2.2 Técnicas e instrumentos de recolección de los datos del aforo en la estación de bombeo: la técnica empleada es el aforo en la estación de bombeo. Los materiales y equipos necesarios son los siguientes:

**Materiales y equipos necesarios:**

- 1) Papel
- 2) Lápices
- 3) Cinta métrica (metro de apreciación  $\pm 0.1$  cm)
- 4) Cinta métrica (cinta de apreciación de  $\pm 0.5$  cm)
- 5) Reloj con cronómetro
- 6) Objeto pesado (puede ser una piedra o algún otro objeto)

Procedimiento: se debe instalar el metro en el pozo húmedo procurando que este toque el fondo del pozo, para que no se mueva se le puede colocar un objeto pesado como el que se ilustra en la figura 4.1, se procede a leer el nivel del agua en el pozo húmedo cada minuto y se anota en el papel. Posteriormente se debe medir con la cinta métrica el área del pozo en la estación de bombeo, después se debe medir el pozo en el jardín botánico.

4.4.3 Recolección de datos de la variable Características del agua

Según la definición operacional de la variable queda definida por medio de los análisis químicos de laboratorio mide las características físicas, químicas y biológicas que poseen las aguas negras que llegan hasta la estación de bombeo. Esta variable

consta de dos dimensiones definidas como: a) tiempo de retención de las aguas en el pozo húmedo, b) caracterización de las aguas negras.



Figura 4.1 Instrumento de medición en el pozo húmedo.

4.4.3.1 Técnicas e instrumentos de recolección de los datos del tiempo de retención de las aguas en el pozo húmedo: la técnica empleada es observación directa (entrevista no estructurada). Los materiales y equipos necesarios son:

**Materiales y equipos necesarios:**

- 1) Papeles
- 2) Lápices
- 3) Reloj cronometrado

Procedimiento: se procede a medir la hora de arranque de las bombas y la hora de parada de las bombas, nuevamente se mide la hora de arranque de las bombas y la hora de parada de las bombas, los valores se anotan en el papel.

4.4.3.2 Técnicas e instrumentos de recolección de los datos de caracterización de las aguas negras: la técnica de recolección de datos es la indicada por los métodos normalizados, el tipo de muestra es muestra de sondeos, según los métodos normalizados (1992), las muestras de sondeo es “una muestra recogida en un lugar y un momento determinados sólo puede representar la composición de la fuente en ese momento y lugar. Sin embargo, cuando se sabe que una fuente es bastante constante en su composición durante un período considerable a lo largo de distancias sustanciales en todas direcciones, puede decirse que una muestra de dicha fuente representará un periodo de tiempo más largo o un volumen mayor o ambas cosas, con respecto al punto específico en el que fue recogida.” (p.158)

El plan de muestreo fue el señalado por los métodos normalizados (1992) los cuales son: a) etiquetado de las muestras, b) sellado de la muestra, c) libro de registro de campo, d) registro de la cadena de vigilancia, e) hoja de petición de análisis de la muestra, f) envío de la muestra al laboratorio y g) recepción y almacenamiento de la muestra.

#### **Materiales y equipos necesarios:**

- 1) Papel
- 2) Lápices
- 3) Cinta adhesiva
- 4) Botellas de plástico de polietileno (1000 ml)
- 5) Envases esterilizados (100 ml)
- 6) Guantes

7) Cava refrigerada a 4° C

Procedimiento: se debe tomar la primera muestra cuando el pozo este vacío, se debe tomar con mucho cuidado procurando que no le entre oxígeno a la muestra. La segunda muestra se toma cuando el pozo está lleno justo antes de bombear las aguas.

#### 4.4.4 Recolección de los datos Características geográficas

Según la definición operacional de la variable se define como la revisión del material bibliográfico relativo a las características físico natural y demográfico del área de estudio.

4.4.4.1 Técnicas e instrumentos de recolección de los datos de las características físicas y características demográficas: la técnica utilizada para recolectar estos datos es la revisión bibliográfica. Los materiales y equipos necesarios son:

**Materiales y equipos necesarios:**

- 1) Papel
- 2) Lápices

Procedimiento: se procedió a tomar los aspectos más resaltantes de las características geográficas ubicadas en el área de estudio solamente.

#### 4.5 Técnicas de procesamiento y análisis de datos

En esta parte del informe se pretende dar a conocer cuál fue el tratamiento dado a los datos recolectados, según lo señalado en el aparte 4.4 de este capítulo.

#### 4.5.1 Técnicas de procesamiento y análisis de los datos de la variable impacto ambiental

4.5.1.1 Técnicas de procesamiento y análisis de los datos de alteración del sistema ambiental mediante el método de la superposición cartográfica: una vez marcados los puntos de intensidades de olor en el mapa se procede a delimitarlos en regiones a cada grupo según sea su intensidad. Se debe sombrear con un color cada región y luego se deben superponer todas las regiones en un solo mapa, esto con el fin de mostrar mejor cual es la alteración que sufre el medio por la combinación de los olores en la estación de bombeo.

4.5.1.2 Técnicas de procesamiento y análisis de los datos de la matriz de impacto ambiental: una vez recolectados los datos se procede a llenar la matriz de actividades potenciales contra impactos, existen muchos tipos de matrices de impacto ambiental la seleccionada para este caso se encuentra en la tabla 4.1.

#### 4.5.2 Técnicas de procesamiento y análisis de los datos de la variable gasto aportado

4.5.2.1 Técnicas de procesamiento y análisis de los datos del método de las dotaciones y la variación del líquido cloacal: los datos obtenidos del promedio de la curva de variación de consumo patrón se tabulan tal y como se muestra en el apéndice C.1; y se reservan. Se procede a calcular las densidades de las manzanas utilizando los datos obtenidos mediante el levantamiento catastral de la zona de estudio para ello se aplica el siguiente procedimiento:

Tabla 4.1 Clave de la matriz de impacto ambiental. (Ministerio de ambiente, 2003)

<p style="text-align: center;">Naturaleza (C)</p> <p>❖ Impacto beneficioso +</p> <p>❖ Impacto perjudicial -</p>	<p style="text-align: center;">Intensidad (In) (grado de destrucción)</p> <p>❖ Baja 1</p> <p>❖ Media 2</p> <p>❖ Alta 4</p> <p>❖ Muy alta 8</p> <p>❖ Total 12</p>
<p style="text-align: center;">Extensión (Ex) (área de influencia)</p> <p>❖ Puntual 1</p> <p>❖ Parcial 2</p> <p>❖ Extensa 4</p> <p>❖ Total 8</p> <p>❖ Crítica (+8)</p>	<p style="text-align: center;">Momento (Mo) (plazo de manifestación)</p> <p>❖ Largo plazo 1</p> <p>❖ Medio plazo 2</p> <p>❖ Inmediato 4</p> <p>❖ Crítico (+4)</p>
<p style="text-align: center;">Persistencia (Pe) (permanencia del efecto)</p>	<p style="text-align: center;">Reversibilidad (Rv)</p>

❖ Fugaz 1	❖ Corto plazo 1
❖ Temporal 2	❖ Medio plazo 2
❖ Permanente 4	❖ Irreversible 4
Acumulación (Ac) (incremento progresivo)	Efecto (Ef) (relación causa-efecto)
❖ Simple 1	❖ Indirecto (secundario)
❖ Acumulativo 4	❖ Directo
Periodicidad (P) (regularidad de manifestación)	Recuperabilidad (Mc) (reconstrucción humana)
❖ Irregular y discontinuo	❖ Recuperación inmediata 1
❖ Periódico	❖ Recuperación medio plazo 2
❖ Continuo	❖ Mitigable 4
	❖ Irrecuperable 8

Para expresar la importancia inherente en la matriz de impacto ambiental se aplica la relación:  $I = (3In + 2Ex + Mo + Pe + Rv + Ac + Ef + P + Mc)$ .

Se totaliza el número de parcelas ya sean comercios, viviendas, instituciones educativas, asistenciales; que hay en cada manzana. Para calcular la densidad de la manzana se aplica la ecuación 4.1

$$D = \frac{n}{A} \quad (4.1)$$

Donde:

*D*: Densidad de la parcela expresado en (unidad urbanística<sup>2</sup>/hectárea).

*n*: Número de parcelas en la manzana.

*A*: Área de la parcela (hectáreas).

Para obtener el gasto en cada parcela se asignan las dotaciones de acuerdo a lo estipulado en las normas sanitarias para proyectos, construcción, reparación, reforma y mantenimiento de edificaciones, para cada una de las parcelas, según las características obtenidas del levantamiento catastral, teniendo en cuenta que el número de parcelas debe ser igual a la densidad *D* y el área debe ser igual a una hectárea. La dotación total es igual a la dotación de la parcela más los gastos de infiltración y los gastos institucionales se muestran en el apéndice A.1.

Para obtener el gasto de aguas blancas de cada parcela se aplica la ecuación 4.2;

$$G_{AB} = G_m \times A \quad (4.2)$$

---

<sup>2</sup> La unidad urbanística es la forma de expresar la cantidad de parcelas presentes en una manzana, o en una comunidad; de acuerdo al uso dado a la parcela ya sea residencial (R), comercial (C), mixto (RC). Así una densidad RC30 indica que hay entre viviendas y comercios 30 parcelas en una hectárea.

Donde:

$G_{AB}$ : Gasto de aguas blancas expresado en (LPD).

$G_m$ : Gasto de la manzana expresado en (LPD/hectárea).

$A$ : Área de la manzana expresado en hectáreas.

Para obtener el gasto de aguas negras en cada parcela se aplica la ecuación 4.3

$$G_{AN} = \frac{G_{AB} \times 0.80 + G_{AB} \times 1.03}{86400} \quad (4.3)$$

Donde:

$G_{AN}$ : Gasto de aguas negras expresado en (LPS).

$G_{AB}$ : Gasto de aguas blancas expresado en (LPD).

4.5.2.2 Técnicas de procesamiento y análisis de los datos del aforo en la estación de bombeo: los datos obtenidos se proceden a tabularlos tal y como se ilustra en el apéndice B.1. A partir de estos datos se construye una curva de nivel del agua contra tiempo. Se procede a calcular la velocidad aplicando la ecuación 4.4.

$$V = \frac{S_{i+1} - S_i}{60} \quad (4.4)$$

Donde:

$V$ : Velocidad expresada en (cm/seg).

$S_{i+1}$ : Posición en un tiempo inmediatamente superior (cm).

$S_i$ : Posición en un tiempo (cm).

Para obtener el gasto se aplica la ecuación 4.5

$$Q = \frac{V \times A}{1000}$$

(4.5)

Donde:

$Q$ : Gasto en litros por segundo.

$V$ : Velocidad en (cm/seg).

$A$ : Área (cm<sup>2</sup>).

#### 4.5.3 Técnicas de procesamiento y análisis de los datos las características de las aguas negras

Para el análisis de las aguas negras se procedió a compararlo con las Normas para la clasificación y el control de la calidad de los cuerpos de agua y vertidos o efluentes líquidos, también se comparó con los valores usuales presentes en las aguas negras frescas, basado en el trabajo de distintos autores.

Para el cálculo del tiempo de retención se aplicó la ecuación 4.6

$$Tr = Ta - Tpa$$

(4.6)

Donde:

$Tr$ : Tiempo de retención (minutos).

$Tpa$ : Hora de parada de las bombas.

$Ta$ : Hora de arranque de las bombas.

#### 4.5.4 Relaciones entre variables y cargas contaminantes

Para calcular la carga contaminante de los constituyentes de las aguas residuales se aplicó la ecuación 4.7.

$$CC = \frac{C \times Cpc}{1000} \quad (4.7)$$

Donde:

*CC*: Carga contaminante expresado en (gramos/día/habitante).

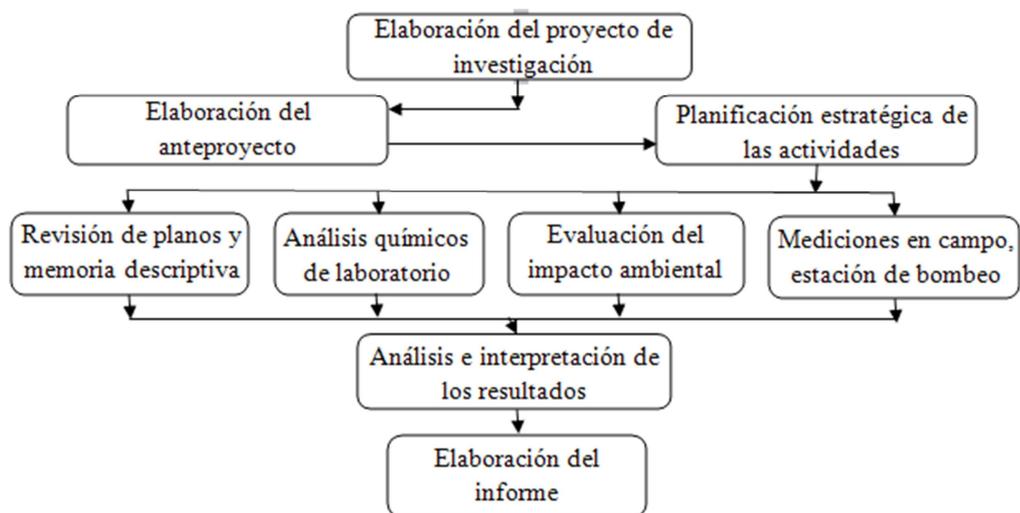
*C*: Constituyente expresado en (mg/l).

*Cpc*: Consumo per cápita expresado en (LPD/habitantes).

#### 4.6 Cronograma de trabajo

Descripción	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.
Planteamiento del problema						
Elaboración del anteproyecto						
Recolección de los datos						
Análisis de los resultados						
Elaboración del informe						

## 4.7 Flujograma de trabajo



## **CAPÍTULO V**

### **ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS**

#### 5.1 Evaluación del impacto ambiental en Bombas Cloacas

La evaluación del impacto ambiental busca establecer una relación entre la actividad que se produce, en este caso la retención de las aguas negras, y el medio que lo rodea. A fin de determinar estas relaciones se realizó una evaluación del impacto ambiental que supone la retención de las aguas en el pozo húmedo utilizando para ello las técnicas de superposición cartográfica y matrices; las metodologías utilizadas para tal fin se describen en el capítulo IV.

##### 5.1.1 Método de superposición cartográfica

Para este método se distinguieron diferentes condiciones ambientales con el objetivo de contrastar los impactos ambientales producidos, en este caso sólo se considera el impacto que se produce sobre el aire, identificando las zonas que se superponen y analizando los posibles efectos de la intervención de estas áreas. Se identificaron cinco zonas de acuerdo a la dirección e intensidad del viento. La dirección del viento es sentido sur oeste. La actividad o acción humana interventora es el almacenamiento de las aguas negras en el pozo húmedo durante el tiempo de retención, los impactos potenciales en este caso es el aire afectado por los gases desprendidos por la descomposición de la materia orgánica en el agua.

5.1.1.1 Zona 0: esta zona no presenta olores producto de la septización de las aguas residuales en la estación de bombeo. Esto es favorable ya que de esta forma no se perjudica los comercios y viviendas circundantes. La figura 5.1 muestra la zona 0 indicada en color azul.

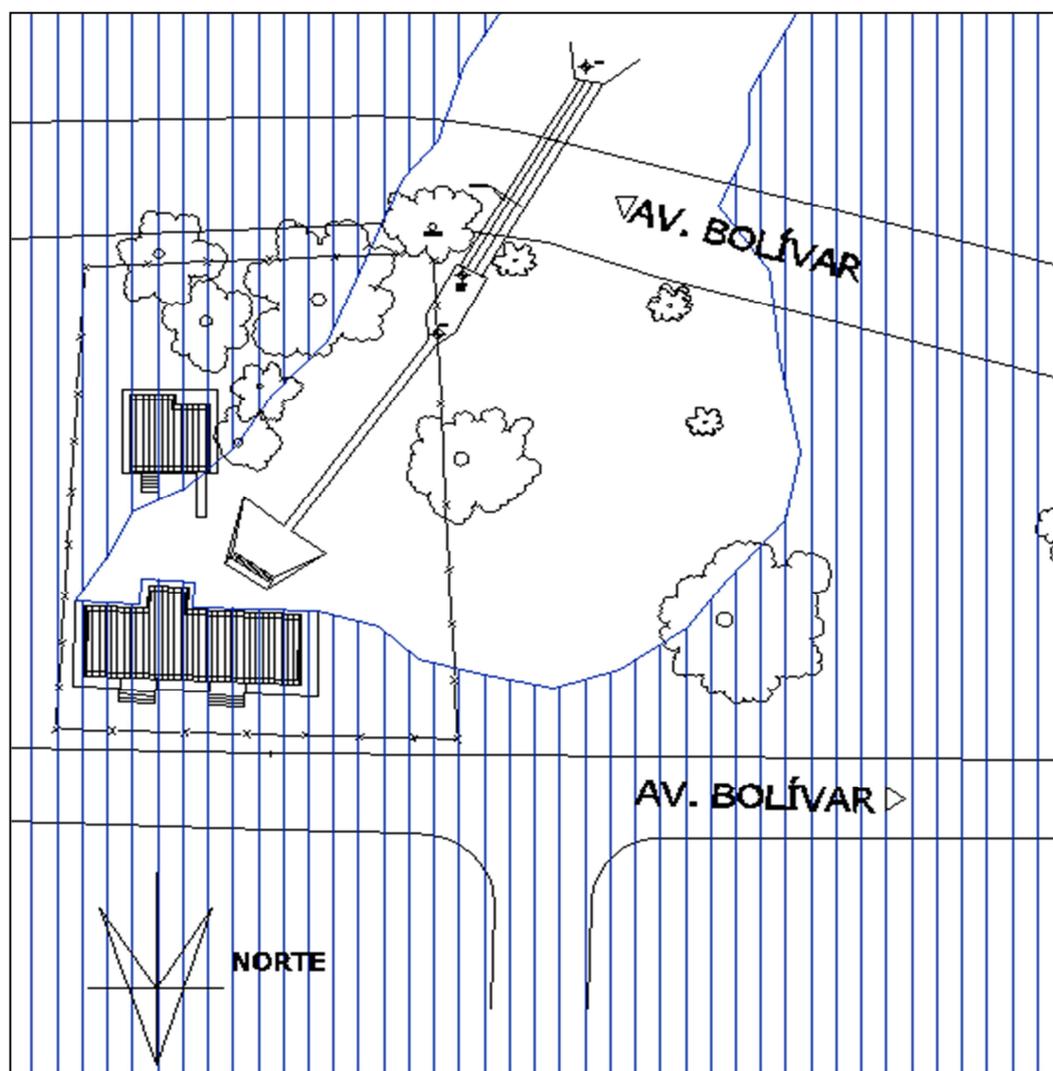


Fig. 5.1 Zona 0.

5.1.1.2 Zona 1: zona de baja concentración de olores. El olor en esta zona es comparable al agua residual fresca, este tipo de zona está influenciada por la intensidad del viento que en este caso se considera alta con tiempos de retención relativamente cortos, entre 35 y 60 minutos, sin embargo, cuando los tiempos de retención son altos, es decir mayores de 60 minutos, la zona 1 tiende a expandirse en la misma dirección del viento afectando la zona 0. Esta zona afecta tanto a peatones como a usuarios de vehículos. La figura 5.2 ilustra la zona 1 en color morado.

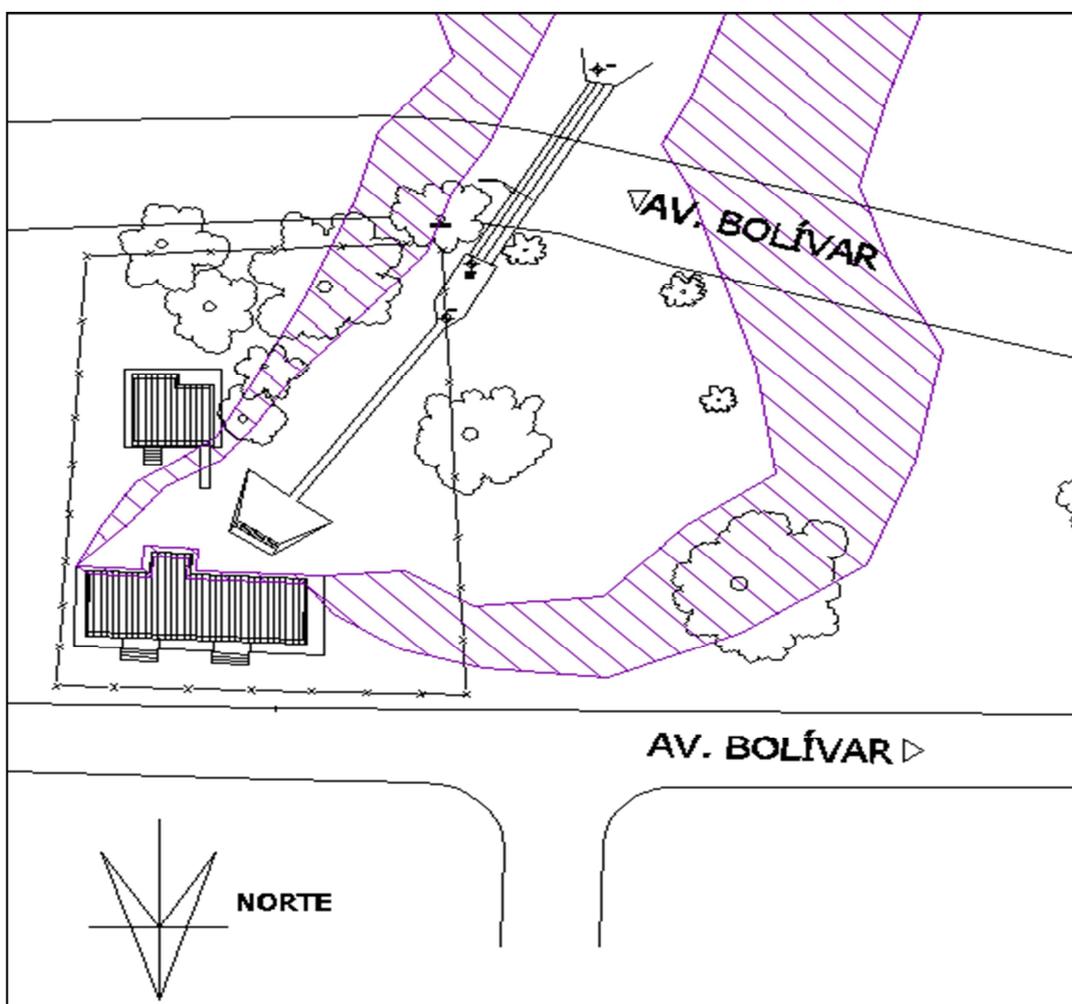


Fig. 5.2 Zona 1.

5.1.1.3 Zona 2: esta zona presenta una concentración media de olores. Se encuentra parcialmente dentro de la estación de bombeo, y fuera de esta se halla entre los 10 y 20 metros con respecto a la cerca. Igual que la zona anterior se encuentra afectada tanto por la dirección del viento como por los tiempos de retención. Esta zona afecta a los peatones y usuarios de vehículos en la avenida Bolívar sentido oeste-este. La figura 5.3 muestra el área abarcada por la zona 2 de color verde.

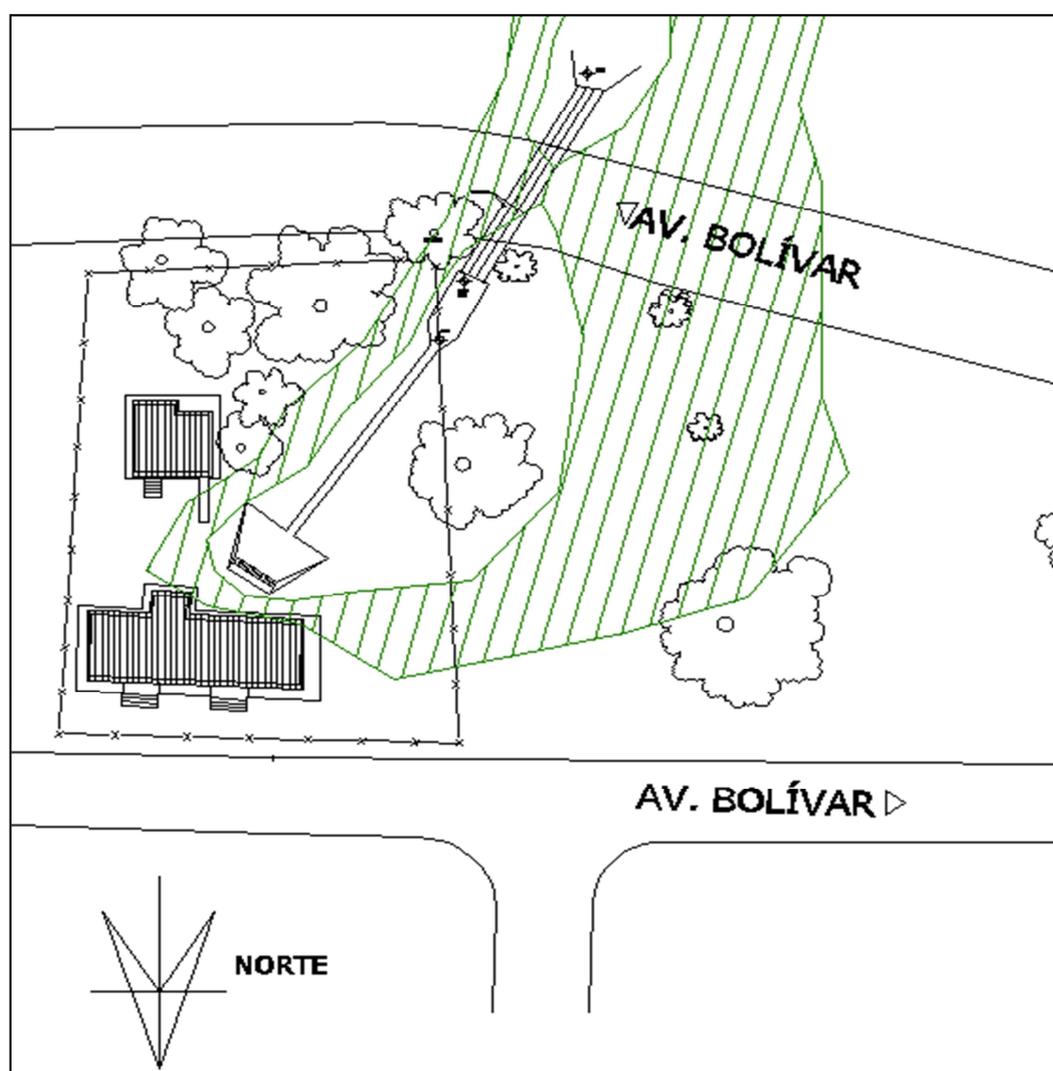


Fig. 5.3 Zona 2.

5.1.1.4 Zona 3: esta zona presenta una fuerte concentración de olores, el color es característico de aguas que han tenido una fuerte descomposición, tolerables solo durante breves periodos de tiempo. Esta zona se encuentra alrededor del pozo en la parte trasera de la estructura original de bombeo, sale fuera de la estación de bombeo hasta una distancia máxima de aproximadamente 10 metros con respecto a la cerca. La figura 5.4 muestra la zona 3 en color anaranjado.

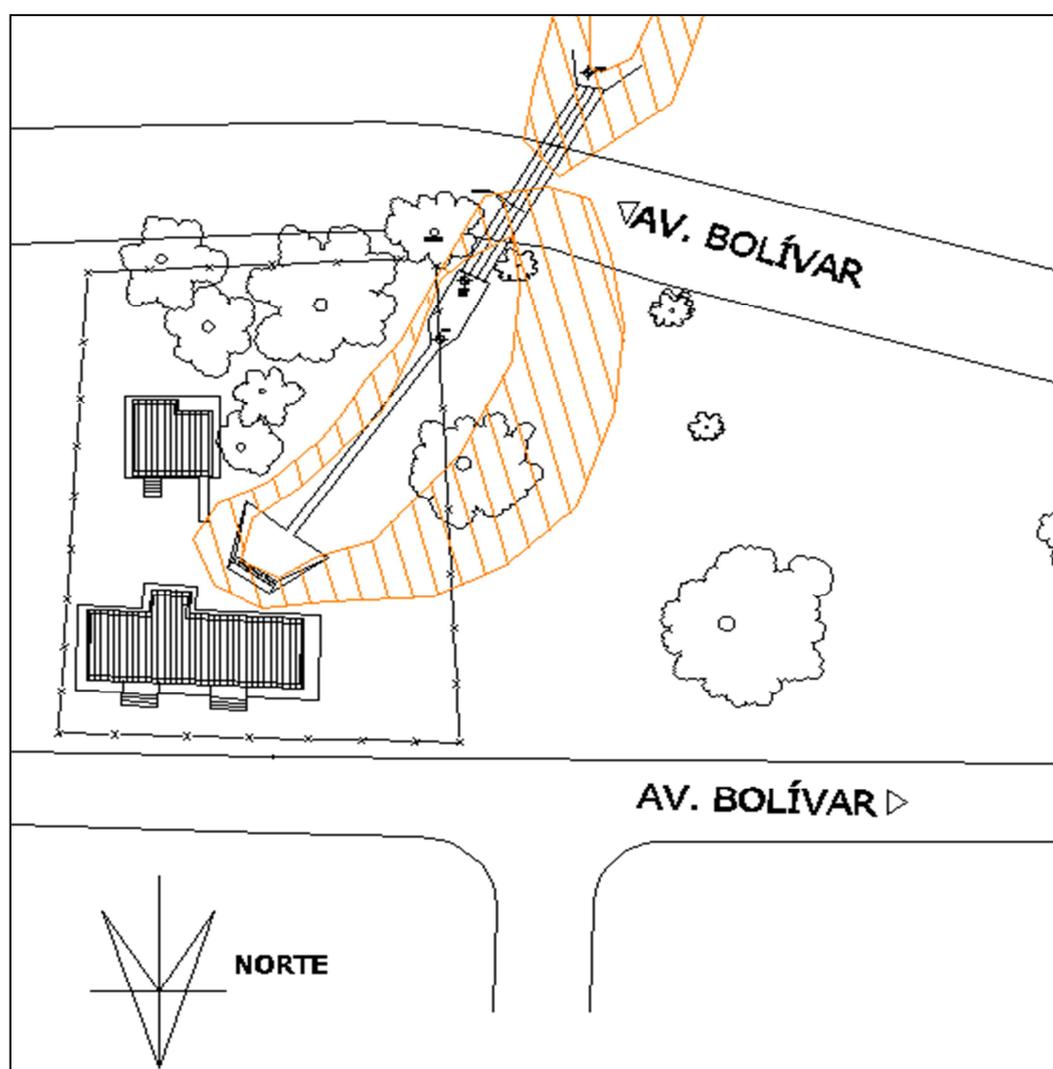


Fig. 5.4 Zona 3.

Esta zona se ve afectada por la dirección e intensidad del viento y los tiempos de retención que son relativamente altos. Afecta a una menor área fuera de la estación de bombeo en la avenida Bolívar pero con una mayor intensidad. Esta zona afecta fuertemente a los usuarios de automóviles y peatones.

5.1.1.5 Zona crítica: esta zona presenta una fuerte concentración de olores que se pueden describir como asfixiantes e intolerables producto de una fuerte descomposición del agua debido principalmente a largos tiempos de retención producto de fallas en los equipos de bombeo o en el suministro de energía eléctrica. Estos olores se manifiestan principalmente dentro de la estación de bombeo y en el jardín botánico no logrando alcanzar la avenida Bolívar salvo raras excepciones. La figura 5.5 muestra la zona crítica de color rojo.

Las condiciones ambientales descritas quedan agrupadas en la tabla 5.1 aquí se aprecian las zonas y el grado de concentración de olores. La precisión de este método aumenta a medida de que más personas participan, este método ha sido ampliamente utilizado y ha traído resultados confiables.

Tabla 5.1 Condiciones ambientales en el método de superposición cartográfica.

Condición ambiental	Intensidad del olor	Características
Zona 0	-	Esta zona no presenta olores
Zona 1	Baja	El olor es similar a aguas residuales frescas
Zona 2	Media	El olor es similar a pantano
Zona 3	Alta	Olor fuerte y penetrante fétido
Zona crítica	Intenso	Olor asfixiante intolerable

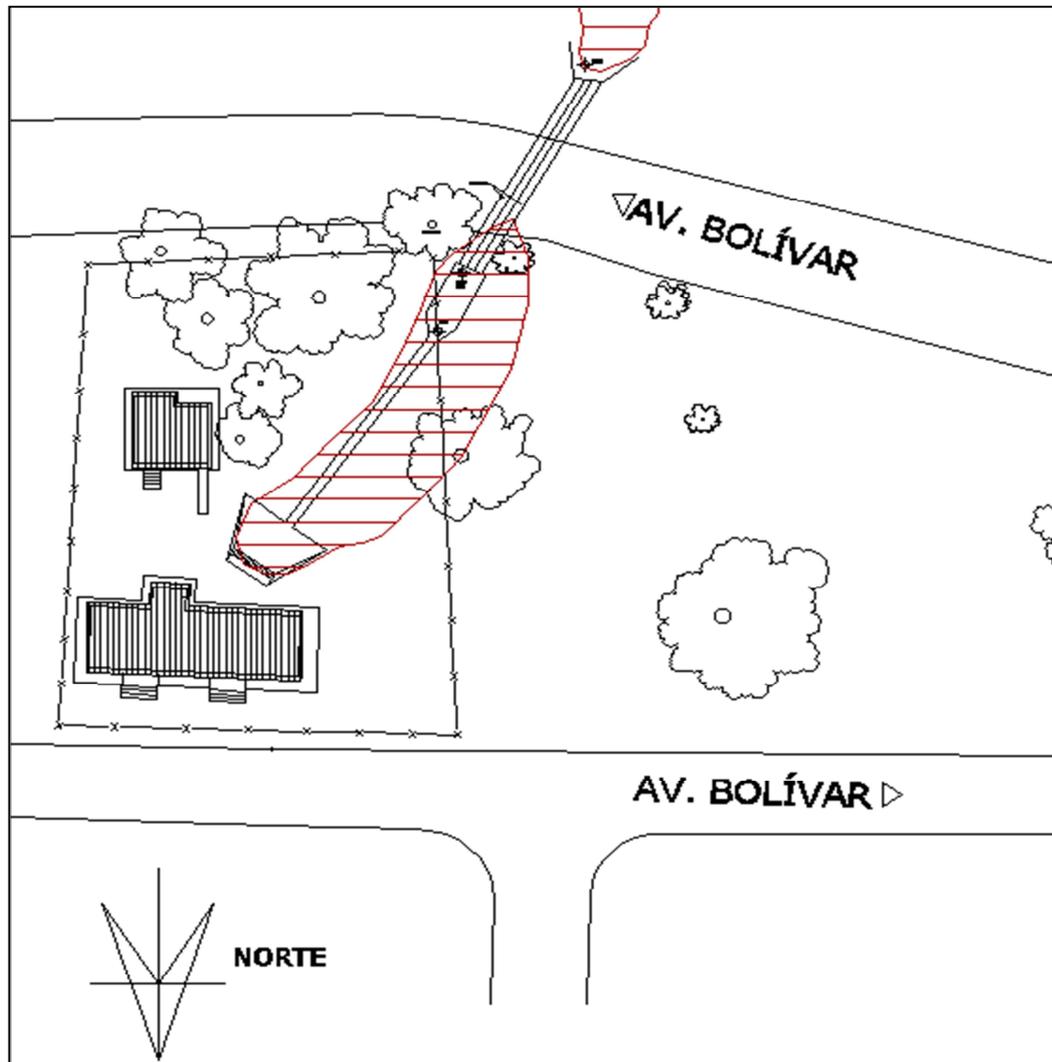


Fig. 5.5 Zona crítica

Estas condiciones ambientales se han superpuesto en una sola figura con el fin de ilustrar la forma cómo actúan conjuntamente todas las zonas, la figura resultante es igual a la suma de cada una de las zonas que ejercen impacto sobre el medio que lo rodea. A juzgar por los pocos peatones que transitan por el lugar y por el volumen medio de vehículos se puede decir que el impacto es tolerable ya que la mayor concentración de olores, que se perciben desagradables, se encuentran dentro del perímetro de la estación de bombeo y las zonas que se hallan fuera de esta son áreas

verdes, los comercios y las viviendas no se ven afectados por los olores producidos. La figura 5.6 muestra la superposición de las zonas.

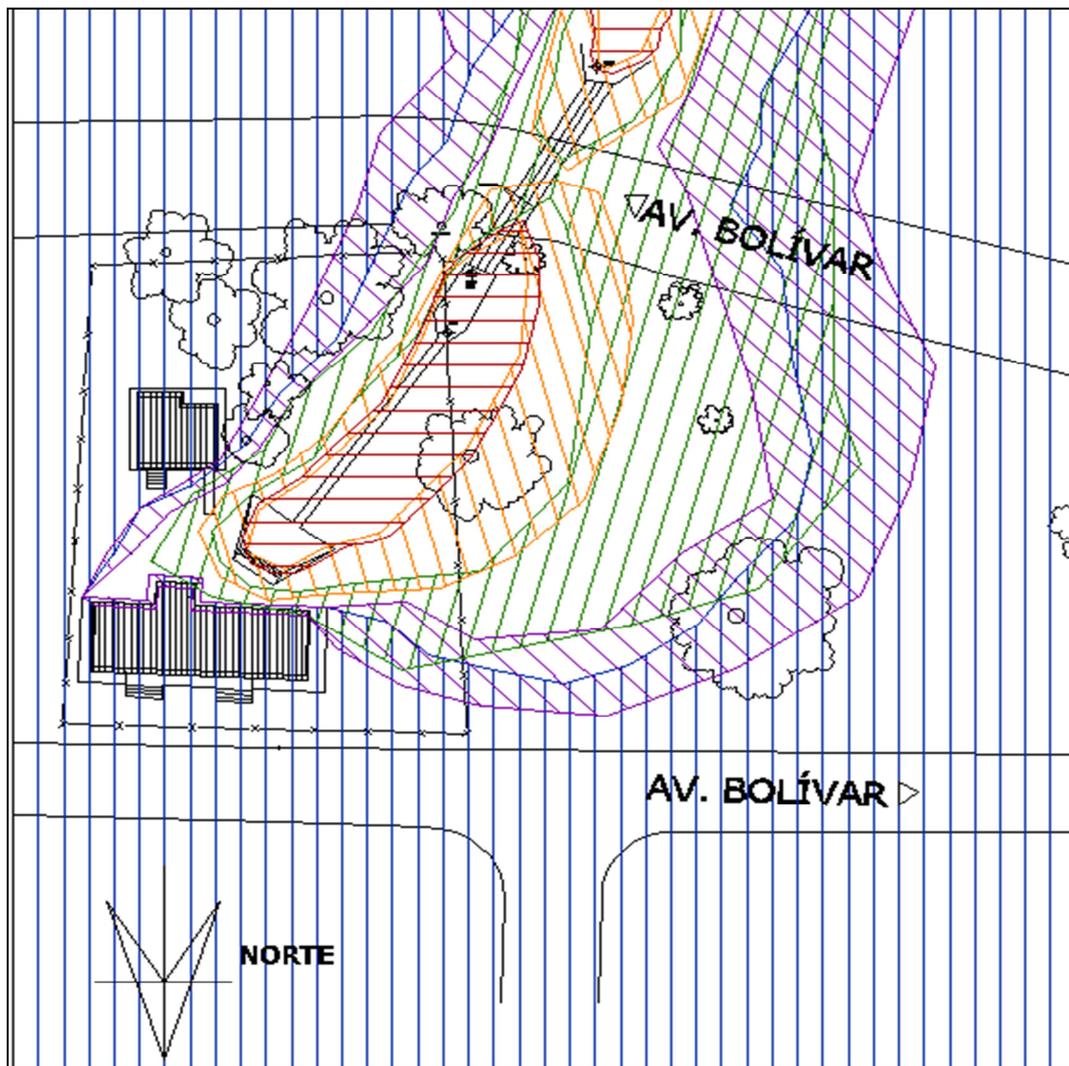


Fig. 5.6 Superposición de las zonas de olores

### 5.1.2 Matrices de impacto ambiental

Dentro del desarrollo de esta investigación se identificó que la acción que produce alteración sobre el medio es la retención de las aguas en el pozo húmedo.

Además se identificaron los impactos potenciales que suponen para el medio la retención de las aguas.

5.1.2.1 Listado de impactos potenciales: para efectos de la descripción de los impactos y la actividad que lo ocasiona los principales impactos detectados son los siguientes:

- ❖ Afectación de la calidad del agua: la calidad del agua se ve condicionada por el tiempo de retención en el pozo húmedo, así si el tiempo de retención está entre los 30 y 60 minutos, la calidad no se ve afectada considerablemente; en cambio si el tiempo es mayor a los 60 minutos la calidad del agua se ve afectada.

- ❖ Los suelos pueden sufrir afectaciones debido a la acumulación de desechos sólidos no peligrosos<sup>3</sup> originados por el transporte de sólidos a través del alcantarillado y de los canales del jardín botánico, especialmente los desechos provenientes de la flora presente en el jardín botánico conjuntamente con los desechos sólidos que alcanzan el drenaje así como de origen doméstico. También existe la posibilidad de contaminación de suelos debido al derrame de efluentes líquidos como gasoil, aceites y grasas durante el mantenimiento de vehículos.

- ❖ Modificación del paisaje y efectos visuales: se verá afectado las instalaciones de la estación de bombeo y circunscribiéndose dentro del jardín botánico. Para el usuario genera una mala impresión el color de las aguas negras.

---

<sup>3</sup> Entendido como sustancias que no tienen efectos potencialmente carcinógenos o que tienen un efecto significativo a la exposición prolongada de estas sustancias en la salud humana

❖ Flora en el pozo húmedo: se ha identificado como la vegetación que se encuentra presente en el pozo que se ha desarrollado conjuntamente con las aguas negras.

❖ Fauna (aves): se ha identificado como las especies que concurren esporádicamente a beber agua al pozo húmedo, no siendo esta su única fuente de sustento de agua.

❖ Algas: se han identificado diversas especies de algas siendo la más común en la estación de bombeo la especie conocida como cabello de sirena. Estas se desarrollan principalmente en el canal que proviene del jardín botánico.

❖ Afectación de la salud de los trabajadores: se verá afectado por la concentración de gases alrededor del pozo húmedo.

5.1.2.2 Matriz del impacto “bombas cloacas”: una vez identificados y descritos los impactos con potencialidad de originarse, se realizó una evaluación utilizando una matriz de impactos potenciales vs actividad o acción con el fin de entender las relaciones existentes entre la acción y su efecto sobre el medio. La tabla 5.2 muestra la matriz de impacto “bombas cloacas”. La clave de valores de la matriz aparece en el capítulo IV.



	Algas (cabello de sirena)	+	2	1	1	4	1	4	D	C	2	+20 Directo y Continuo
	Afectación de la salud de los trabajadores	-	1	1	1	1	2	4	I	id	2	-15 Indirecto e irregular y discontinuo

Tabla 5.2 Matriz de evaluación de impacto ambiental “bombas cloacas”

De los resultados obtenidos en la matriz el impacto más beneficioso es el de la flora con +53 puntos con efecto beneficioso continuo y una periodicidad continua, las plantas que crecen en el pozo húmedo se ven favorecidas por los nutrientes que contiene el agua, esto ha hecho que la flora dentro del pozo húmedo se halla desarrollado simultáneamente con el pozo adaptándose a las condiciones de este.

Otros que resultan beneficiados con el almacenamiento de las aguas en el pozo son las aves con +20 puntos y efecto indirecto e irregular y periodicidad discontinua, el efecto es indirecto e irregular ya que el pozo húmedo de la estación de bombeo no es la única fuente de agua de la que disponen las aves esto le aporta el efecto indirecto; la irregularidad se produce por el hecho de que el beneficio no es regular, las aves se benefician solo cuando acuden hasta el pozo. La mayoría de las aves que frecuentan el pozo no lo hace periódicamente es por ello que la periodicidad es discontinua.

También con +20 puntos de beneficio pero con efecto directo y periodicidad continua son las algas “cabello de sirena”. El beneficio de estas algas es directo y solo posible en las condiciones actuales que presenta la estación de bombeo especialmente el canal de concreto que proviene del jardín botánico<sup>4</sup>, en caso de cambiar las condiciones, el efecto sobre las algas seria vital. Las aguas solo pueden sobrevivir en las condiciones del medio actual es por ello que el beneficio es directo. El beneficio es continuo debido a que las algas se benefician durante todo su ciclo de vida.

El impacto potencial más perjudicial sobre el medio debido a la retención de las aguas negras en el pozo húmedo es la modificación del paisaje o efectos visuales con un impacto perjudicial de -39 puntos y efecto indirecto y periodicidad continua. El efecto se considera indirecto debido a que es un hecho derivado de la retención de las

---

<sup>4</sup> Las algas cabello de sirena solo crecen en terreno firme como puede ser una roca o concreto, es necesario que las aguas tengan velocidades altas.

aguas en el pozo húmedo, la periodicidad es continua debido a que las aguas siempre están retenidas en el pozo. De todos los impactos este es el más perjudicial debido a la forma en que se manifiesta, la estación de bombeo comparte con el jardín botánico el pozo húmedo, es dentro del jardín botánico donde se encuentra la mayor parte del pozo húmedo y el efecto que causa el color y el olor del agua es muy negativo este mismo efecto se manifiesta en la estación de bombeo sumado a ello el estado de abandono en que se encuentra esta.

Otro efecto perjudicial es la calidad del agua, esta se ve afectada con un peso de -27 puntos y efecto directo y continuo. El efecto sobre el agua es directo debido a que es esta el medio afectado y continuo ya que este efecto es constante.

El suelo se ve afectado con -20 puntos con efecto indirecto y continuo. El impacto sobre el suelo se produce por la constante acumulación de trazas de elementos tóxicos específicamente dentro de la estación de bombeo en la canal que proviene del jardín botánico. Esta contaminación se hace más notable cuando debido a imprevistos en la estación de bombeo los niveles de agua en el pozo húmedo aumentan esto trae consigo una mayor cantidad de suelo afectado.

La salud de los trabajadores se ve afectada por los efectos de una fuerte septización del líquido cloacal, especialmente cuando el suministro de energía eléctrica es suspendido por largos periodos de tiempo. En estos casos la concentración de gases como el  $NH_3$ ,  $CH_4$  y el  $H_2S$  en altas concentraciones pueden tener efectos graves para la salud a corto plazo como puede ser una intoxicación por algunos de estos gases. El efecto perjudicial en este caso es de una magnitud de -15 indirecto e irregular y discontinuo. De los impactos encontrados este es el menor debido a la poca posibilidad de ocurrencia.

## 5.2. Cuantificación del gasto instantáneo afluente a Bombas Cloacas

A fin de cuantificar la cantidad de aguas negras que llegan a la estación de bombeo se utilizaron dos métodos, el primero es el método del aforo en la estación de bombeo y el segundo es el método de las variaciones de descarga de aguas negras a partir de las variaciones del consumo de agua potable de acuerdo a las dotaciones asignadas en las normas sanitarias para proyecto, construcción, reparación, reforma y mantenimiento de edificaciones. La metodología empleada para cada método se describe en el capítulo IV.

### 5.2.1 Método del aforo

Para el desarrollo de este método se requiere conocer el tiempo de retención de las aguas en el pozo húmedo, el número de arranques por hora de la bomba de 800 [lps] es de 1[arranque/hora]; de acuerdo a las normas generales para proyectos de alcantarillados el número de arranques por hora será el máximo permitido por el fabricante. los tiempos de retención en Bombas Cloacas pueden variar desde las 2 horas de retención en condiciones normales hasta ninguna retención en caso de lluvia (la bomba ha trabajado hasta 10 horas seguidas). La figura 5.7 muestra los niveles de agua medidos en Bombas cloacas.

El tiempo de retención en este caso es de 45 minutos. Este se extiende desde las 10:15 am hora en que se apagó la bomba hasta las 11:00 am hora en que se encendió nuevamente la bomba. El tiempo de operación de la bomba es de 15 minutos, tiempo en el cual vació el pozo húmedo.

Desde que se comenzó a realizar las mediciones hasta que entró en operación la bomba el nivel del agua creció desde los  $159.2 \pm 0.1$  cm a las 09:40 am hasta los  $162.7 \pm 0.1$  cm a las 10:00 am el crecimiento promedio es de  $0.2 \pm 0.1$  centímetros

por cada minuto. Entre las 10:00 am y las 10:05 am el descenso del agua es más o menos lento pasando de  $162.7 \pm 0.1$  cm hasta  $154.5 \pm 0.1$  cm siendo el descenso promedio de  $1.64 \pm 0.1$  centímetros/minuto, esta fase se conoce como fase de aclimatamiento de la bomba. Entre las 10:05 am hasta las 10:13 am los niveles del pozo sufrieron los descensos más pronunciados pasando de  $154.5 \pm 0.1$  cm hasta  $13.3 \pm 0.1$  cm lo que representa un descenso promedio de  $15.7 \pm 0.1$  cm/min, en esta fase la bomba opera a plena capacidad. Entre las 10:13 am y las 10:15 am el nivel promedio del agua es de  $13.1 \pm 0.1$  cm, en esta fase la bomba está trabajando al vacío ya que el caudal que le llega a la estación de bombeo y especialmente desde el jardín botánico es menor a la capacidad de la bomba. En este punto se tomó la primera muestra.

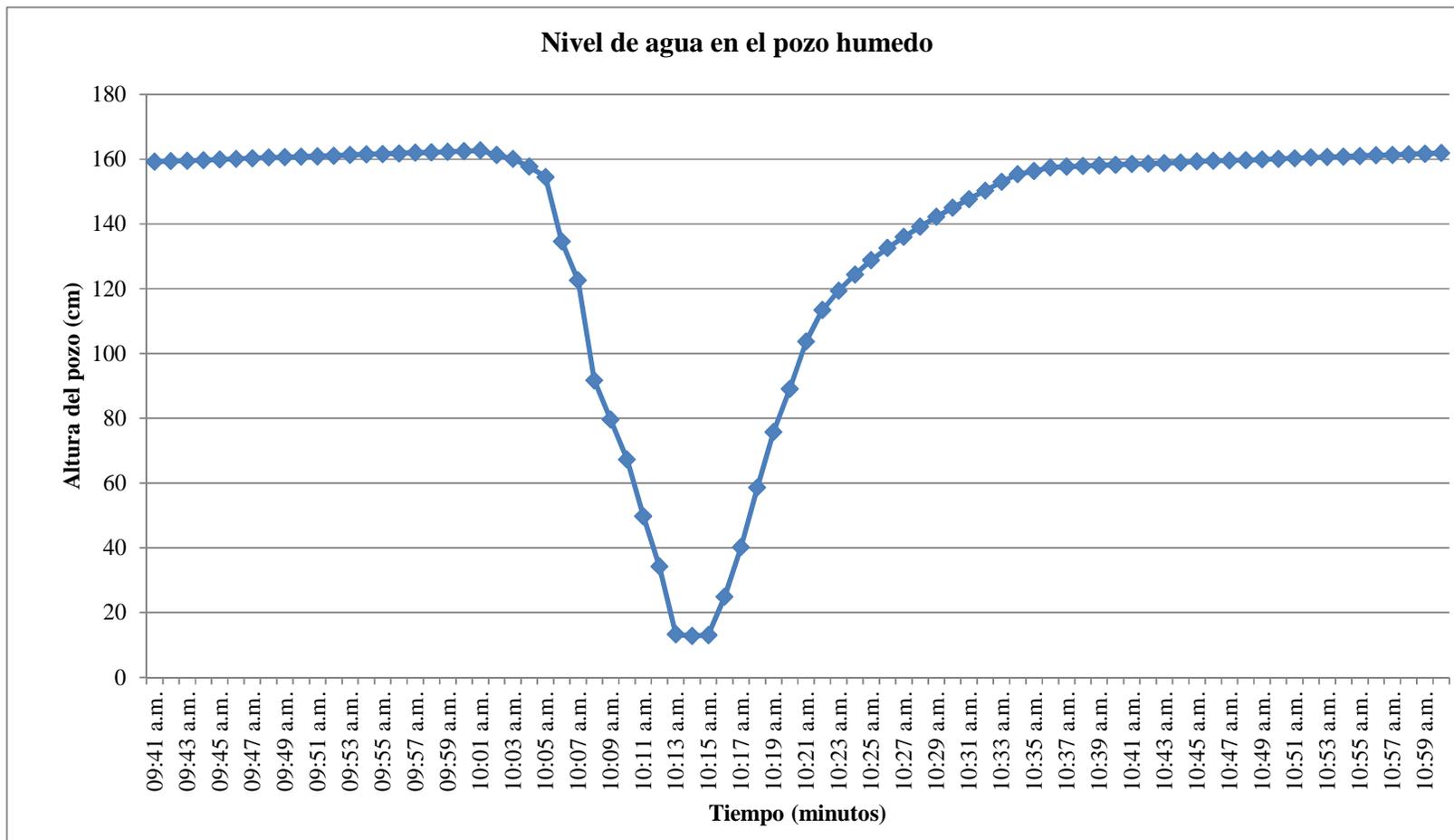


Fig. 5.7 Niveles de agua en el pozo húmedo en Bombas Cloacas.

Una vez apagada la bomba y finalizado el bombeo el nivel de agua comienza a aumentar rápidamente pasando de  $13.1 \pm 0.1$  cm a las 10:15 am hasta  $113.4 \pm 0.1$  cm a las 10:22 am siendo el incremento promedio de  $12.5 \pm 0.1$  cm/min en este punto el nivel del agua se estabiliza pasando de  $113.4 \pm 0.1$  cm a las 10:22 am hasta un nivel de  $155.4 \pm 0.1$  cm a las 10:34 am el incremento en este intervalo es de 3.5 cm/min. A partir de este punto el incremento es leve pasando de  $155.4 \pm 0.1$  cm a las 10:34 am hasta  $161.9 \pm 0.1$  cm a las 11:00 am, el incremento en este caso es de  $0.25 \pm 0.1$  cm/min. En este punto se tomó la muestra número 2. Este último incremento es mayor que el que se registro entre las 09:00 am hasta las 10:00 am el cual fue de  $0.2 \pm 0.1$  cm/min.

Teniendo en cuenta que el pozo se vacía en 15 minutos en condiciones normales el tiempo de retención por hora es de 45 minutos, este valor está por encima del máximo recomendado que es de 30 minutos, sin embargo, este tiempo es sólo referencial ya que según la información suministrada por los operarios de la estación de bombeo los tiempos de retención son menores a las dos horas en condiciones normales.

Cuando se presenta la lluvia la condición cambia, según la intensidad y duración de la lluvia los tiempos de operación pueden variar desde más de dos horas y hasta 10 horas de operación continua de la(s) bomba(s). Debido a que la estación de bombeo carece de un sistema de alimentación preferencial los tiempos de retención se ven afectados por las interrupciones del fluido eléctrico.

La curva de altura del pozo contra tiempo da una idea de cómo es la variación del nivel de agua. A partir de la curva de altura del agua contra tiempo, aplicando los métodos de cálculo diferencial descritos en el capítulo IV, se obtiene la curva de velocidad de agua contra tiempo. La figura 5.8 muestra la curva de velocidad del agua contra tiempo.

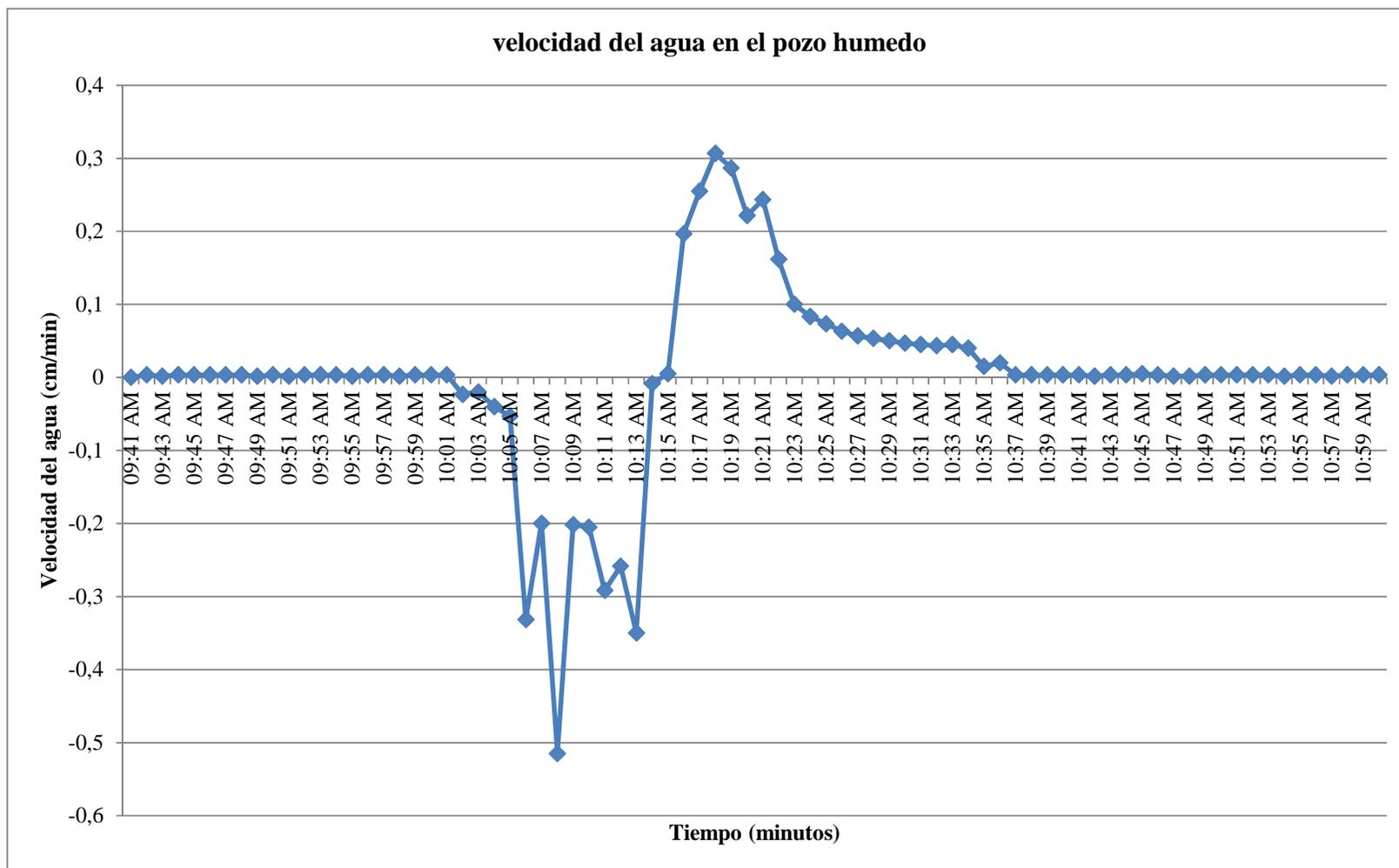


Figura 5.8 Velocidad del agua en el pozo húmedo.

La velocidad del agua es variable tal y como se muestra en la figura 5.8. El Signo positivo indica que va creciendo en contra del vector aceleración de gravedad y el negativo es crecimiento a favor del vector aceleración de gravedad. Esta curva de velocidad contra tiempo describe perfectamente el movimiento del agua en el pozo húmedo en función del gasto de agua que llega y el gasto de agua que sale. Desde el momento que se procedió a tomar las mediciones a las 09:40 am hasta las 10:00 am la velocidad de agua es constante, el valor promedio es de 0.0029 cm/seg hacia arriba; en este intervalo el pozo se está llenando.

En el intervalo de tiempo que va desde las 10:00 am hasta las 10:05 am comienza el descenso del nivel del agua del pozo, la velocidad de descenso promedio es de -0.0153 cm/seg durante esta fase la bomba comienza su proceso de aclimatamiento. A partir de las 10:05 am y hasta las 10:13 am la velocidad se hace muy variable, la velocidad máxima registrada es de -0.5150 cm/seg. Hay dos posibles alternativas para explicar el comportamiento extraño de esta velocidad, la primera es que se deba a causas naturales del movimiento del fluido y de las diferencias entre el gasto de entrada y salida (el gasto de salida es mayor que el gasto de entrada), la segunda es que se deba a anomalías en el funcionamiento de la bomba<sup>5</sup>. A partir de las 10:13 am la velocidad experimentó una brusca variación pasando de -0.3500 cm/seg a las 10:13 am a -0.0083 cm/seg a las 10:14 am y 0.0050 cm/seg a las 10:15 am, en este intervalo la bomba está trabajando al vacío.

A partir de las 10:15 am la velocidad del agua comienza un incremento significativo pasando de 0.0050 cm/seg a las 10:15 am a 0.1967 cm/seg a las 10:16 cm/seg a partir de allí el crecimiento es más uniforme hasta alcanzar el máximo de 0.3067 cm/seg a las 10:18 am, desde donde comienza un descenso promedio de

---

<sup>5</sup> Una semana después de realizar el trabajo de campo en la estación de bombeo la bomba sufrió desperfectos.

0.2440 cm/seg hasta las 10:23 am desde aquí la velocidad de incremento del agua es más uniforme con un valor promedio de 0.0583 cm/seg hasta las 10:34 am. Desde este punto sufre una variación pequeña hasta alcanzar la velocidad promedio de 0.0031 cm/seg hasta las 11:00 am donde comienza nuevamente el ciclo.

A partir de la ecuación (4.5) se calculó el gasto instantáneo que le llega a la estación de bombeo, para ello se multiplicó la curva de velocidad contra tiempo por las áreas del pozo en cada nivel. La tabla 5.3 muestra las áreas calculadas de las mediciones de campo en la estación de bombeo y el jardín botánico.

Tabla 5.3 Áreas del pozo húmedo.

Localización	Área (cm <sup>2</sup> )
Pozo dentro estación de bombeo	660 000
Pozo recolección de aguas	487 500
Canal	712 500
Pozo captación	252 525
Canales Jardín Botánico	25 672 500
Total	27 785 025

Los valores del pozo dentro de la estación de bombeo se basan en la información contenida en los planos, el error de esta medida puede estar entre un 3% a un 6% debido a las estructuras dentro del pozo (véase anexo nº 11) todos los demás valores se basan en mediciones hechas en campo con cinta métrica de aproximación  $\pm 1$  cm, los errores en las áreas medidas en los canales puede ser entre un 20% a un 40% debido a lo difícil que resulta el acceso a los canales en el jardín botánico. La figura 5.9 muestra la curva de gasto contra tiempo.

El gasto promedio efluente en la estación de bombeo por el método del aforo es de 81.0425 lps entre las 09:40 am y las 10:00 am, con un error de aproximadamente un 15% derivado de el error contraído por la medida del área. Durante este tiempo, el gasto instantáneo que llegó a la estación de bombeo de 81.0425 lps tuvo una velocidad de incremento del agua de 0.0029 cm/seg pasando de una altura de  $159.2 \pm 0.1$  cm hasta una altura de  $162.7 \pm 0.1$  cm.

Debido a que las áreas que abarca la estación de bombeo son variables especialmente cuando comienza el descenso y el ascenso del agua en el pozo húmedo los valores de gasto entre las 10:00 am hasta las 10:37 am estos valores de gasto de agua son referenciales y no se corresponden con los gastos reales que llegan a la estación de bombeo y que luego son bombeados. Resulta muy difícil determinar el área del pozo húmedo en función del tiempo debido al tamaño que este posee.

Durante el intervalo que va desde las 10:37 am hasta las 11:00 am el gasto efluente es de 80.9017 lps con un error de 15% y una velocidad de 0.0031 cm/seg pasando de una altura de  $157.7 \pm 0.1$  cm a una altura de  $161.9 \pm 0.1$  cm.

El gasto promedio que llega a la estación de bombeo por el método del aforo es de 83.1475 lps con un error de un 15%.

### 5.2.2 Método de las dotaciones y la variación del líquido cloacal

Para el desarrollo de este método es necesario construir una curva de variación de consumo de agua potable, esta se construyó en base a las curvas de variación de consumo típicas de los autores Rivas Mijares (1983) y Arocha (1983). Del levantamiento catastral realizado y asignando las dotaciones que corresponden según las normas sanitarias para proyectos, construcción, reparación, reforma y mantenimiento de edificaciones, multiplicando por 0.80 el gasto de dotaciones y

asignando al gasto de infiltración un 3% del gasto anterior se obtiene que el gasto promedio para el área de estudio es de 81.68 lps. La figura 5.10 muestra la curva de variación del líquido cloacal según las dotaciones.



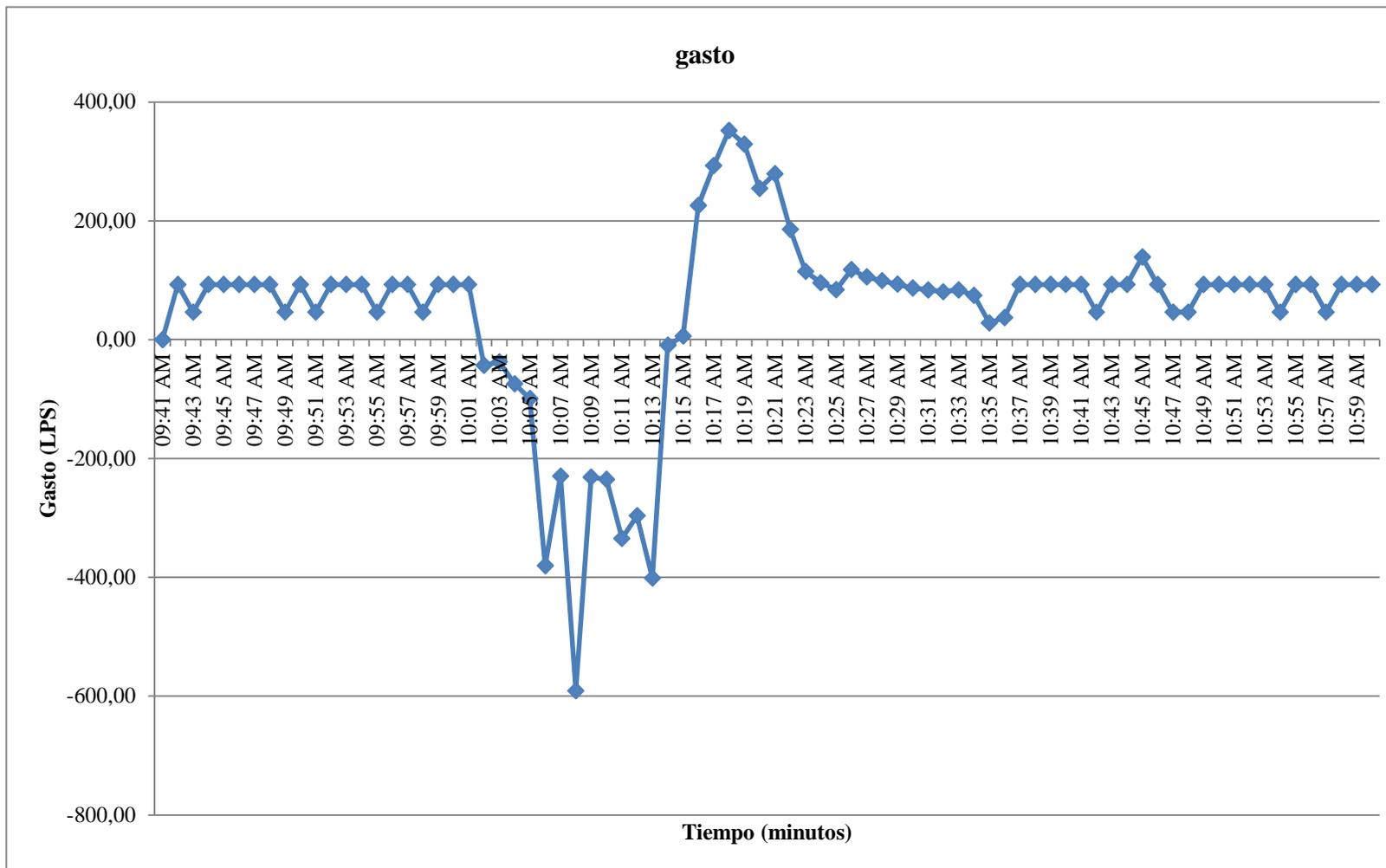


Figura 5.9 Curva de gasto efluente contra tiempo

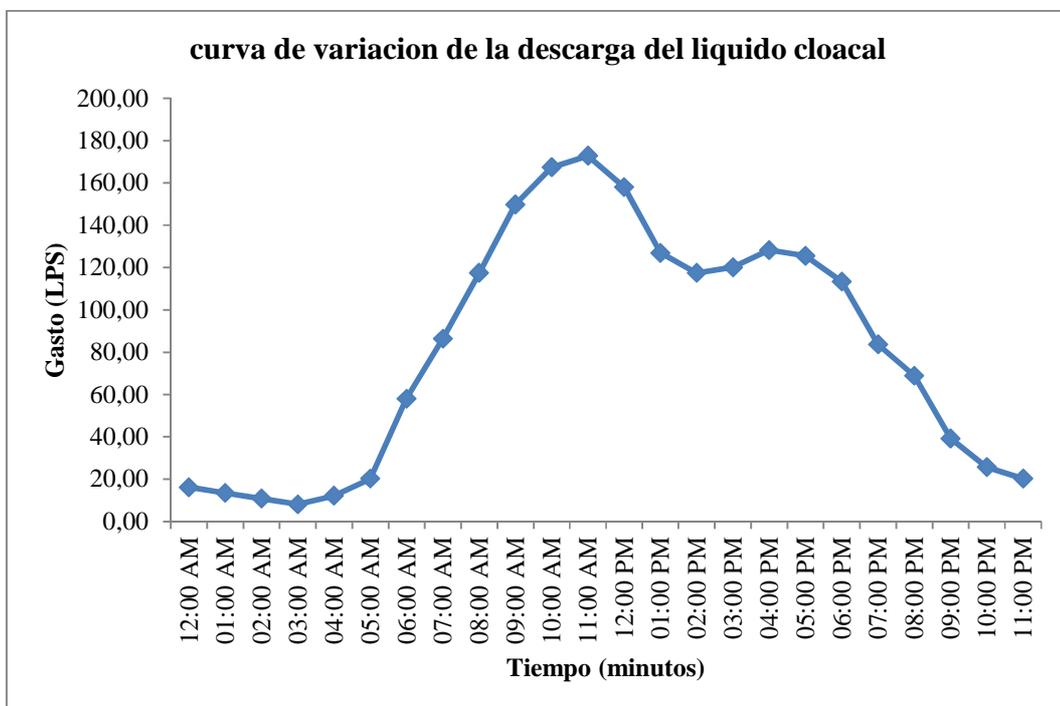


Figura 5.10 Curva de variación de la descarga del líquido cloacal en función de la curva de variación del consumo de agua potable.

La curva anterior se basa en la curva de variación del consumo de agua potable desplazada 15 minutos hacia la derecha (considerando que el tiempo de viaje del agua es de 15 minutos). El error de este método para medir el gasto de agua en una estación de bombeo normal puede ser muy preciso, sin embargo, dadas las condiciones que imperan en Bombas Cloacas el error es bastante significativo; se estima que el error puede ser de un 35% a un 45% debido a que no se conoce con precisión el tiempo de viaje de las aguas que descargan en el jardín botánico.

Según la curva de descarga del líquido cloacal el gasto que le llega a la estación de bombeo a las 10:00 am de 167.41 lps con un  $K_2$ <sup>6</sup> de 2.05 y para las 11:00 am es de 172.81 lps con un  $K_2$  de 2.12, el consumo promedio es de 170.11 lps.

En comparación con el método anterior la diferencia de gasto es de 204.6%. Los posibles errores de este método pueden ser: a) Las dotaciones asignadas están por encima del consumo real, b) el tiempo de retención de las aguas en el jardín botánico son muy grandes. La tabla 5.4 muestra el gasto de agua que llega a la estación de bombeo por colector. La tabla 5.5 muestra los resultados obtenidos y los errores posibles expresados en porcentaje.

Tabla 5.4 Gasto afluyente por colector según el método de variación de descarga del líquido cloacal.

Colector	Gasto afluyente (lps)	Sitio de descarga
Bolívar	38.25	Bombas Cloacas
El porvenir	30.18	Jardín botánico
Hospital	13.25	Jardín botánico

---

<sup>6</sup>  $K_2$  es la relación entre el gasto en cualquier hora del día y el gasto promedio diario. Para efectos de diseño se debe tomar el gasto máximo diario.

Tabla 5.5 Resultados obtenidos de los métodos de aforo y variación de descarga del líquido cloacal con su error respectivo.

Método	Gasto (lps)	Error estimado (%)
Método del aforo	83.1475	15
Método de variación del líquido cloacal	170.1100	40

### 5.3 Caracterización de las aguas negras en la estación de bombeo “bombas cloacas”

Para la caracterización de las aguas residuales efluentes a bombas cloacas se considera las normas para la clasificación y el control de la calidad de los cuerpos de agua y vertidos o efluentes líquidos. Los constituyentes han sido clasificados como físicos, químicos y biológicos. Se tomaron tres muestras: la primera se tomó cuando el pozo se encontraba vacío, la segunda muestra cuando el pozo se encontraba lleno, justo antes del bombeo de las aguas negras; la tercera muestra se tomó posteriormente cuando el pozo se encontraba lleno.

Los resultados obtenidos permiten identificar la septicidad de las aguas negras en la estación de bombeo. la metodología utilizada para el programa de muestreo se describe en el capítulo IV. Para la discusión de los resultados se toman como base los límites o rangos máximos permitidos por la norma venezolana<sup>7</sup>, además se discute el efecto que esta puede tener en el proceso de septización del agua y el efecto sobre el medio. La tabla 5.6 muestra los valores obtenidos de los análisis de laboratorio, los valores comunes del agua residual y los límites de vertido.

---

<sup>7</sup> Normas para la clasificación y el control de la calidad de los cuerpos de agua y vertidos o efluentes líquidos.

CONSTITUYENTES	AGUA RESIDUAL FRESCA			AGUA SÉPTICA	AGUA VERTIDO
	Henry, Heiken (1999)	Crites, Tchobanoclaus (2000)	Arocha (1983)	Bombas Cloacas (2010)	Norma para la clasificación y el control del vertido
	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Sólidos en suspensión	300	210	300	142	80
Nitratos	-	0	0.2	19.09	10
pH	7.0	-	-	9.06	6,5-8,5
Sulfuros	-	-	-	0.14	0.5
Cloruros	-	50	-	2661.5	1000
Grasas y aceites	-	90	-	2.49	20
Plomo	0.1	-	-	0.725	0.5
Cromo	0.08	-	-	1.93	2.0
Zinc	0.29	-	-	7.58	5.0
Hierro	-	-	-	1.23	10
Cadmio	0.010	-	-	0.1	0.2
DBO <sub>5</sub>	240	210	200	91.5	60
DQO	400	500	-	151.92	350
Carbono orgánico total	170	160	-	65.11	-
Coliformes (NMP/100 ml)	80 x 10 <sup>6</sup>	10 <sup>7</sup> - 10 <sup>8</sup>	-	30 x 10 <sup>6</sup>	< 5000 NMP

Tabla 5.6 Valores usuales de constituyentes en las aguas residuales, valores de “Bombas Cloacas” y el valor máximo de vertido

Los valores de los constituyentes de las aguas sépticas en Bombas Cloacas se basan en los análisis de laboratorio realizados para el desarrollo de este proyecto de investigación, los valores citados son el promedio de las aguas residuales tomados en las muestras 1, 2 y 3. La tabla 5.7 muestra la cantidad de muestras tomadas el lugar donde fueron tomadas y la hora a la que fue tomada. De la tabla 5.6 los valores del agua residual fresca por Arocha se basa en el trabajo de Rivas Mijares; se consideró la relación entre DBO y DQO se tomó como 0.6 y la relación DQO y carbono orgánico total se tomó como 1.4.

Tabla 5.7 Datos de ubicación de las muestras.

Muestra	Nivel del pozo Con respecto al fondo (cm)	Lugar	Fecha	Hora
Muestra 1	12.8	Bombas Cloacas	01/06/10	10:15 am
Muestra 2	162.7	“	01/06/10	11:00 am
Muestra 3	186.3	“	30/06/10	09:45 am

### 5.3.1 Características físicas

5.3.1.1 Sólidos en suspensión: el resultado obtenido para la muestra 1 es de 149 mg/l y para la muestra 2 es de 135 mg/l, comparándola con las aguas residuales frescas el valor obtenido está por debajo del promedio para estas. Según este valor el líquido cloacal esta menos concentrado ya que la mayor parte de los sólidos que se encontraban en suspensión ya se han asentado, esto hace pensar que las aguas han estado retenidas por un tiempo relativamente largo o que las velocidades de transporte son muy bajas como para que se produzca el asentamiento. En lo que respecta al vertido el valor descargado está por encima del máximo permitido.

5.3.1.2 Color: el color del líquido cloacal en la estación de bombeo es negro esto hace pensar que las aguas han tenido algún grado de descomposición. El color es indicativo de la septización que ya poseen las aguas al llegar a la estación de bombeo. Este proceso ocurre en el jardín botánico, ya que es aquí donde las aguas pasan más tiempo almacenadas en las lagunas cenagosas y en los canales. La figura 5.11 muestra el color típico del agua residual en Bombas Cloacas.



Fig. 5.11 Color típico del líquido cloacal en la estación de bombeo.

### 5.3.2 Características químicas inorgánicas

5.3.2.1 Nitratos: los valores obtenidos son para la muestra 1 es de 18,43 mg/l y para la muestra 2 es de 19,75 mg/l. comparando este valor con el de las aguas residuales frescas este se encuentra muy por encima del valor normal que es de 0,2 mg/l. El hecho de que las aguas residuales posean elevados valores de  $(\text{NO}_3)^-$  da a entender que las aguas han tenido un proceso de oxidación de los  $(\text{NO}_2)^-$  en presencia de oxígeno debido a la acción de las bacterias nitrificadoras; cuando ocurre la septización el  $(\text{NO}_3)^-$  desaparece rápidamente debido a la acción de las bacterias desnitrificadoras. Estos valores dan a entender que no se ha alcanzado la septización debido a la presencia de oxígeno disuelto aportado en su mayor parte por las algas, sin embargo, el color da a entender que tiene que haber ocurrido algún grado de descomposición de la materia orgánica presente. En cuanto al vertido este está por encima del recomendado.

5.3.2.2 pH: el valor obtenido para la muestra 1 es de 9,13 y para la muestra 2 es de 8,98. Este valor está por encima del valor usual de las aguas residuales frescas que es 7,0. El valor del pH indica una alta actividad del ion  $\text{H}^+$ . Este valor no favorece el desarrollo ni la subsistencia de la actividad biológica ya que el rango para el desarrollo de esta es entre 5 y 9, el valor obtenido está por encima de este rango. Los microorganismos que están presentes en estas aguas son los más resistentes, estos se han adaptado a las condiciones del medio. El rango de vertido está entre 6,5 y 9,5 de modo que el valor descargado está por encima del máximo permitido por la norma.

5.3.2.3 Sulfuros: el valor obtenido para la muestra 3 es de 0,14 mg/l. Los sulfuros en aguas residuales frescas se producen rápidamente, según la concentración de las aguas residuales. Estos sulfuros se descomponen en condiciones sépticas en  $\text{H}_2\text{S}$ , este se desprende en forma de gas hacia la atmósfera. El valor máximo del vertido es de 0,5 mg/l encontrándose que el valor de vertido cumple con las normas venezolanas.

5.3.2.4 Cloruros: los valores obtenidos son para la muestra 1 de 2789 mg/l y para la muestra 2 es de 2534 mg/l. El valor usual en aguas residuales frescas es de 50 mg/l. El valor presente en Bombas Cloacas está muy por encima del valor típico de un agua residual fresca, no se descarta que la gran cantidad de cloruros es aportada por el agua potable en forma de cloro residual utilizado en el tratamiento, ya que las aguas negras contienen los mismos constituyentes del agua potable. La fuente típica de los cloruros en las aguas negras es el uso domestico, las heces, y el lixiviado de los suelos y las rocas. El valor máximo para el vertido según las normas es de 1000 mg/l, encontrándose que la descarga al rio Orinoco supera en creces al límite máximo permitido.

5.3.2.5 Grasas y aceites: el valor obtenido en los análisis de laboratorio para la muestra 3 es de 2.49 mg/l siendo el valor típico en aguas residuales frescas es de 90 mg/l. La diferencia es muy significativa, se presume que el faltante es degradado antes de llegar a la estación de bombeo o que se quede retenido en los canales del jardín botánico. El valor máximo permitido de descarga es de 20 mg/l, el valor obtenido en Bombas Cloacas está muy por debajo del máximo permitido.

5.3.2.6 Plomo: según los resultados de los análisis los niveles de plomo para la muestra 1 es de 0,69 mg/l y para la muestra 2 es de 0,76 mg/l. Los valores típicos de plomo en aguas residuales domesticas es de 0,1 mg/l, el valor en Bombas Cloacas es siete veces el valor típico del agua residual. Se presume que el exceso de plomo proviene de las descargas ilegales productos utilizados en talleres de latonería y pintura y de las descargas de aceite de carro que se filtran hasta los colectores de aguas negras en el centro de despacho del 171 en la fuente luminosa véase anexo nº 9. En lo referente a la descarga este valor está muy por encima del máximo permitido por las normas venezolanas, el valor máximo es de 0,5 mg/l, considerando lo altamente toxico que resulta el plomo se debe prestar atención al vertido en el rio Orinoco realizando estudios en la fauna y en los pescadores en el rio.

5.3.2.7 Cromo: los valores obtenidos para la muestra 1 es de 1,97 mg/l y para la muestra 2 es de 1,89 mg/l, donde el valor usual para aguas residuales domesticas es de 0,08 mg/l. Al igual que el plomo el exceso de cromo se puede deber a las descargas ilegales de desechos de pintura y otros productos químicos al alcantarillado y de la filtración de aceites derivados de los hidrocarburos. Las normas venezolanas establecen que el valor máximo de vertido es de 2,0 mg/l, los valores vertidos por Bombas Cloacas están casi al límite del máximo permitido.

5.3.2.8 Zinc: el resultado obtenido para el zinc es de 7,47 mg/l para la muestra 1 y de 7,68 mg/l para la muestra 2, el valor usual en aguas residuales domesticas es de 0,29 mg/l encontrando que la diferencia entre los valores típicos y el valor registrado en Bombas Cloacas es bastante significativo. Al igual que el plomo y el cromo, el exceso de zinc se puede deber a descargas ilegales de contaminantes al sistema de alcantarillado. El valor máximo de vertido según las normas venezolanas es de 5,0 mg/l, el valor descargado por Bombas Cloacas está por encima del máximo permitido.

5.3.2.9 Hierro: el valor obtenido para la muestra 1 es de 1,17 mg/l y para la muestra 2 es de 1,28 mg/l. El máximo valor permitido por las normas venezolanas es de 10 mg/l por lo que la descarga de aguas con contenido ferroso está muy por debajo del máximo permitido. Es una paradoja el metal que no hace daño es el único que está por debajo del límite permitido.

5.3.2.10 Cadmio: los resultados obtenidos son para la muestra 1 fue de 0,08 mg/l y para la muestra 2 es de 0,12 mg/l, el valor típico de las aguas residuales domésticas es de 0,010 mg/l. Los valores obtenidos son 10 veces el valor típico en aguas negras domésticas. Se presume que el exceso provenga de los vertidos ilegales al alcantarillado. Las normas venezolanas establecen el valor máximo de vertido es de 0,2 mg/l encontrándose que las aguas residuales están por debajo del permitido.

### 5.3.3 Características químicas orgánicas

5.3.3.1 Demanda bioquímica de oxígeno: el valor obtenido para la muestra 1 es de 94 mg/l y para la muestra 2 es de 89 mg/l, siendo el valor usual entre 210 mg/l y 240 mg/l. El valor obtenido en Bombas Cloacas está por debajo del valor típico esto da a entender de gran parte de la materia orgánica ha sido descompuesta durante la retención de las aguas en el jardín botánico. Las normas establecen que el límite máximo de DBO es de 60 mg/l, el valor descargado por Bombas Cloacas supera el máximo permitido.

5.3.3.2 Demanda química de oxígeno: teniendo como referencia los resultados del DBO se tiene que la demanda química de oxígeno para las aguas de Bombas Cloacas es de alrededor de 151,92 mg/l, siendo el valor típico para aguas residuales frescas de 450 mg/l. se puede decir entonces que la materia orgánica ha tenido una fuerte oxidación debido a largos periodos de retención de las aguas, especialmente en las lagunas cenagosas del jardín botánico. El límite máximo de vertido es de 350 mg/l por lo cual el valor descargado por Bombas Cloacas está por debajo del límite máximo permitido.

5.3.3.3 Carbono orgánico total: el valor para las aguas de Bombas Cloacas es de 65,11 mg/l siendo el valor usual en aguas residuales frescas de 165 mg/l, esto da a entender que gran parte del carbono disponible ya ha sido consumido.

#### 5.3.4 Características biológicas

5.3.4.1 Coliformes totales: el valor promedio para las muestras tomadas en Bombas Cloacas es de  $30 \times 10^6$  NMP/100 ml, siendo los valores usuales para aguas residuales mayores a los  $80 \times 10^6$  NMP/100 ml. Esto hace pensar que ha habido un descenso en el número de coliformes y que estos no se están reproduciendo en las aguas negras de Bombas Cloacas (la tendencia debería ser a aumentar y no a disminuir) considerando que aun poseen alimentos y oxígeno disponible para vivir. También se infiere que los microorganismos presentes son los que mejor se han adaptado a las condiciones del medio en que viven, es decir, solo sobreviven los más fuertes o los que mejor se adaptan.

#### 5.3.5 Oxígeno disuelto

El resultado del análisis de laboratorio indica que el oxígeno disuelto es de 0,98 mg/l, las aguas residuales frescas no poseen oxígeno disuelto. el oxígeno obtenido por

estas aguas provienen de tres fuentes: a) descarga del colector hospital, el nivel de descarga de este colector esta 0,50 metros por encima del canal de descarga; esto hace que se le añada oxígeno al líquido cloacal, en este mismo canal existen escalones a lo largo del trayecto añadiéndole otra cantidad de oxígeno. b) descarga del colector el porvenir, el nivel de descarga es de 1,76 metros medido desde el canal hasta el colector. Esta caída le proporciona una gran cantidad de oxígeno debido a la solubilidad de este. c) el oxígeno aportado por las algas, estas aportan una cantidad de oxígeno producto de la acción de la fotosíntesis en el día pero a su vez consumen el oxígeno en horas de la noche. Estas fuentes de oxígeno evitan que ocurra el proceso de septización de las aguas negras en gran escala. El límite máximo de vertido debe ser a 5 mg/l, el vertido de las aguas está por debajo del mínimo permitido.

#### 5.4 Relaciones entre volúmenes de aguas afluentes, constituyentes y usos dados.

A fin de establecer relaciones entre los volúmenes de agua, constituyentes y usos se procede a comparar cada uno de los parámetros obtenidos entre ellos, esto con el fin de tener una idea aproximada del proceso de septización. Este proceso está condicionado por los constituyentes de las aguas negras y estos a su vez están condicionados por el uso dado al agua, no obstante, el uso del agua afecta directamente el volumen del agua. La figura 5.12 muestra las relaciones de los parámetros en cuestión.

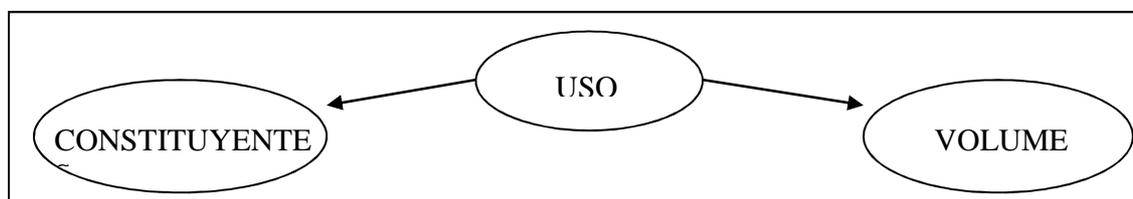


Figura 5.12 Relaciones entre las variables que afectan la septización del agua.

#### 5.4.1 Usos del agua de acuerdo a la zonificación

Los resultados obtenidos provienen del levantamiento catastral realizado en el área de estudio, estos están determinados por la actividad que se desarrolla (el apéndice A muestra la zonificación obtenida de cada parcela en el área de estudio). La zonificación obtenida se muestra en la tabla 5.8 aquí se describen el tipo de zonificación y las características de cada una así como una referencia de localización en el área de estudio.

Tabla 5.8 Zonificación del área de estudio.

Zonificación	Características	Referencia
Residencial comercial (RC)	Zona dedicada al comercio de mercancía seca, como ropa, zapatos, artículos electrónicos, artículos varios; también el espacio se destina a viviendas unifamiliares y multifamiliares.	Paseo Orinoco, calle Venezuela, calle cumana, av. 19 de abril, av. Táchira, av. cruz verde.
Residencial (R)	Este tipo de zona se destina exclusivamente al uso residencial, existe ventas en bodegas pero todas son en las mismas viviendas no poseen un local propio	Sector hipódromo viejo, el cerrito, amores y amoríos, calle Altamira, la Shell.
Comercial (C)	Son manzanas que se dedican exclusivamente a la actividad comercial no desarrollándose alguna otra actividad.	Manzana ubicada en la calle cumana c/c av. bolívar (tostadas juancitos)

Residencial Zona de uso especial (RZUE)	Este tipo de zonas se destina tanto a viviendas como a oficinas de la administración pública, o dependencias de esta última.	Casco histórico en el perímetro de la Alcaldía
Zona de uso especial (ZUE)	Este tipo de zonas se destinan exclusivamente a oficinas de la administración pública y a actividades comerciales muy básicas tales como venta de comidas, papelería, etc.	Casco histórico en la alcaldía, IUTEB, consejo legislativo, dirección de cultura de la alcaldía.
Institucional (EDU,ASIST)	Este tipo de zonificación se destina exclusivamente a centros educativos públicos y privados, universidades, cuarteles, ambulatorios, hospitales etc.	Grupo escolar estado Mérida, hospital Julio Criollo Rivas, UBV, comando fluvial

A partir de la zonificación obtenida se procede a estimar el gasto producido por cada zonificación y por cada método. La figura 5.13 muestra el uso de agua de acuerdo a la zonificación obtenida.

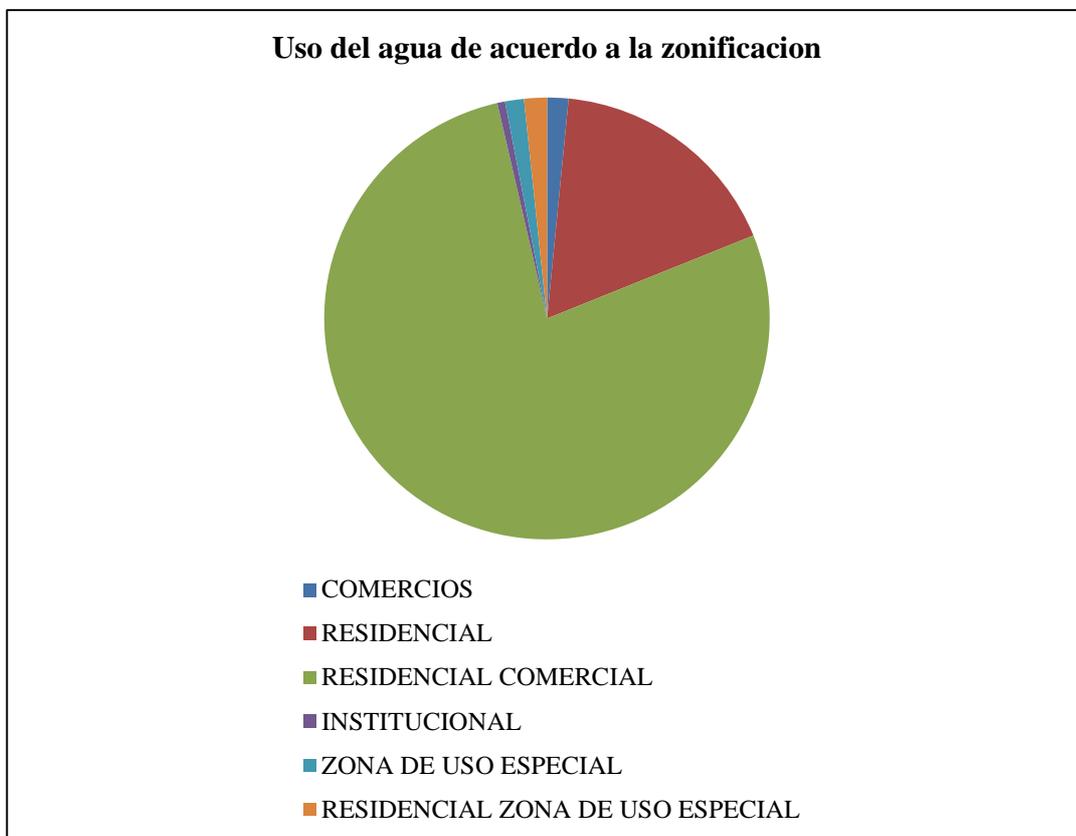


Figura 5.13 Uso del agua de acuerdo a la zonificación.

De acuerdo al gráfico anterior el mayor uso dado al agua es en actividades residenciales y comerciales con un 77,54% esto representa para el método del aforo una contribución de 63,63 lps y para el método de variación del líquido cloacal equivale a 131,90 lps del total efluente. El uso del agua solamente en actividades residenciales representa un 17,33% esto es 14,16 lps por el método del aforo y 29,49 lps por el método de variación del líquido cloacal.

El uso del agua en actividades estrictamente comerciales representa un 1,55% del total del agua utilizada, esto equivale a 1,26 lps por el método del aforo y 2,63 lps por el método de la variación del líquido cloacal. El agua empleada en actividades residenciales y de zona de uso especial representa un 1,65% del total registrado esto

equivale a 1,35 lps por el método del aforo y 2.81 lps por el método de la variación del liquido cloacal. Las zonas de uso especial representan el 1.37% del total utilizado esto equivale a 1,12 lps por el método del aforo y 2,33 lps por el método de la variación del liquido cloacal. El uso del agua en actividades institucionales es del 0,56% del total utilizado esto es equivalente a 0.46 lps por el método del aforo y 0,95 lps por el método de la variación de la descarga del liquido cloacal.

#### 5.4.2 Relaciones entre variables

Se han observado las siguientes relaciones entre las variables uso del agua, constituyentes (características del agua) y el uso que se le ha dado.

- ❖ Se detectó que los valores altos en los metales como el plomo, cromo, zinc y cadmio están muy por encima de los valores que poseen las aguas residuales domesticas, esto se debe al uso que se le da al agua en los tres talleres de latonería y pintura detectados, de las tres estaciones de servicio detectadas y de los siete talleres electromecánicos mas otros talleres de reparación de electrodomésticos.

- ❖ El agua residual que llega a la estación de bombeo es de acuerdo a su concentración es débil, esto se afirma debido a la cantidad de sólidos en suspensión presentes en las aguas negras, sin embargo, la debilidad en la concentración de las aguas negras de Bombas Cloacas se ve opacada por su toxicidad especialmente por su alto contenido de metales tóxicos y su elevado pH.

- ❖ Las características de las aguas residuales de Bombas Cloacas indican que son aguas que provienen en su mayoría de usos residenciales y comerciales, que son contaminadas por desechos derivados de actividades licitas aunque con descargas clandestinas.

❖ Existe una discordancia entre los valores típicos para aguas residenciales y comerciales y su relación con la producción de grasas y aceites, se presume que las grasas y aceites quedan retenidas en algún sitio dentro del jardín botánico. La concentración de grasas y aceites que llegan a la estación de bombeo son muy pequeños en comparación con los que se producen típicamente.

❖ Se observa una aparente relación entre el contenido de coliformes y el pH. Según parece el pH está impidiendo el desarrollo de la vida de los microorganismos en el agua residual. Además las algas tienen doble efecto sobre los microorganismos más vulnerables debido a que así como en el día las algas aportan oxígeno en la noche lo consumen, es probable que consuman el oxígeno a tal nivel que crean condiciones sépticas en las aguas, creando competencias en los microorganismos.

❖ El color de las aguas y el olor de las mismas hace presumir que ha ocurrido un proceso de septización del agua u oxidación de la materia orgánica de las aguas residuales, esto se evidencia especialmente por el color negro del agua indicativo claro de que las aguas tienen algún grado de septización.

❖ La demanda bioquímica de oxígeno indica que gran parte de la materia orgánica se ha consumido, esto es un claro indicio de que las aguas negras han tenido un largo tiempo de retención. Igual indicativo del tiempo de retención es la demanda química de oxígeno y el carbono orgánico total.

❖ El contenido de nitratos en las aguas negras con una DBO, DQO y COT bajos pero con niveles altos de  $(\text{NO}_3)^-$  además con oxígeno disuelto hace pensar que se ha alcanzado la demanda de la segunda etapa donde se produce el proceso de nitrificación de los restos de la materia orgánica.

5.4.2.1 Relaciones entre el consumo per cápita y la carga contaminante: el consumo por persona estimado en base a la población dentro del área de estudio y el consumo de la misma se estima en 392,76 lpd/persona, esto en base a las dotaciones calculadas que se estimó en 81,68 lps y una población de 17.968 habitantes.

Este valor de consumo per cápita se considera muy por encima de los 250 lpd/habitante que se recomiendan para una población como esta. El error puede deberse en parte a una sobredotación del valor asignado para cada parcela. La tabla 5.9 muestra los valores típicos de carga contaminante para un consumo per cápita y la carga contaminante para Bombas Cloacas. El consumo de agua según Henry, Heiken (1999) es de 400 lpd/persona mientras que el consumo en Bombas Cloacas es de 392,76 lpd/persona.

Tabla 5.9 Valores comparativos entre carga contaminantes de agua residual típica y el agua residual de Bombas Cloacas.

Constituyentes	Henry, Heiken (1999)		Bombas Cloacas (2010)	
	Concentración	Carga contaminante	Concentración	Carga contaminante
	mg/l	g/día/hab	mg/l	g/día/hab
DBO <sub>5</sub>	190	76	91,5	35,94
Sólidos suspendidos	225	90	142	55,77
DQO	320	128	151,92	59,67
COT	135	54	65,11	25,57
Nitratos	0	0	19,09	7,50
Plomo	0.1	0.04	0,725	0.28
Cromo	0.08	0.032	1,93	0.76
Zinc	0.29	0.116	7,58	2.98

los valores contaminantes orgánicos como el DBO, sólidos suspendidos y nitratos están por debajo de la carga contaminante de un agua residual fresca, esto es un indicio que la carga contaminante se está quedando en algún sitio posiblemente en el jardín botánico, un estudio más profundo en el jardín botánico determinara que proporción de carga contaminante se queda allí. Estos valores indican cierto grado de tratamiento, al menos de la carga contaminante orgánica.

Lo que sí es preocupante es la contribución per cápita de contaminantes como el plomo, cromo y zinc, estos valores están muy concentrados y el aporte por persona es muy alto, evidencia de descargas ilegales de estos metales en el sistema de alcantarillado.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

1) Las aguas negras que llegan a la estación de bombeo provienen fundamentalmente de dos fuentes la primera del colector Bolívar, y la segunda desde el jardín botánico. La mayor contribución de aguas en la estación de bombeo la aporta el jardín botánico.

2) Las aguas que llegan a la estación de bombeo son de color negro con fuertes olores producto de la septización y la oxidación de la materia orgánica este es un claro indicio de algún grado de septización. Los tiempos de retención en Bombas Cloacas son de 45 minutos con un arranque por hora. Este tiempo de retención poco afecta con el proceso de septización.

3) En condiciones de operación normales no se produce la septización de las aguas negras en el pozo húmedo debido al aporte de oxígeno tanto de las algas como del canal del jardín botánico. Esto se evidenció por los valores de los nitratos presentes en las aguas negras, estos desaparecen al ocurrir la septización.

4) La septización y oxidación del agua ocurre principalmente en el colector Bolívar y en el jardín botánico, en el primero debido a la retención de las aguas en ausencia de oxígeno disuelto y el segundo por los tiempos de retención muy largos. Se desconoce que tanto se retienen las aguas en el jardín botánico.

5) Las aguas negras son de débil concentración pero altamente tóxicas debido a los contenidos de metales pesados como el plomo que tienen efectos letales en la salud humana y en los organismos que lo consumen. Las infecciones por

6) microorganismos es muy poca, debido a la baja cantidad de coliformes presentes y por ende de organismos patógenos causantes de enfermedades.

7) Los valores contaminantes polulantes como DBO, DQO y COT están por debajo de los valores típicos de aguas negras frescas, esto es un indicio de que ha ocurrido una fuerte descomposición, en presencia de oxígeno aportado principalmente por las algas, de la materia orgánica de las aguas negras depositadas en el jardín botánico. Este fenómeno de producción de oxígeno evita que el jardín botánico se convierta en la mayor cloaca de Ciudad Bolívar.

8) El gasto instantáneo, por el método del aforo, que le llega a la estación de bombeo no se corresponde con el gasto que se produce al momento. La diferencia entre el aforo del agua en la estación de bombeo y la variación de descarga del líquido cloacal es de 204%. Esto se debe a los largos tiempos de viaje que tiene que pasar el agua en el jardín botánico y a los errores propios de cada método.

9) El impacto ambiental más beneficioso lo reciben las plantas que viven y se desarrollan en el pozo húmedo, el efecto más perjudicial es el de la modificación del paisaje y efectos visuales. Los olores más graves no logran alcanzar el perímetro externo de la estación de bombeo.

#### Recomendaciones

1) Realizar un estudio del nivel de tratamiento que ofrecen las algas, especialmente en las lagunas cenagosas del jardín botánico, así como todas las especies vegetales que se desarrollan en ellas.

2) Crear mesas técnicas con la participación del Ministerio de Ambiente, Hidrobolívar, CVG, Gobernación del Estado Bolívar, Alcaldía del Municipio Heres,

Consejos Comunales, Universidades con el fin de elaborar el proyecto y gestionar los recursos económicos para la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales con tratamiento biológico de lodos activados, previo acondicionamiento de las aguas.

3) Construir una planta de tratamiento de aguas servidas en los espacios que actualmente ocupa la estación de bombeo Bombas Cloacas, y los espacios alrededores a esta. En Hidrobolívar se encuentra un proyecto elaborado por la CVG para la construcción de una planta de tratamiento.

4) En tanto se construya la planta de tratamiento se recomienda acondicionar una estación de bombeo que opere en condiciones óptimas, con el número adecuado de bombas y con sistemas de alimentación preferencial, prestando atención especial que la cota de la rasante del colector quede a 0.20 centímetros por debajo del nivel máximo del agua en el pozo.

5) También se recomienda que en tanto se construya la planta de tratamiento acondicionar las obras de descarga en el río Orinoco que es el principal síntoma de este grave problema de saneamiento ambiental.

## REFERENCIAS

American public health association, American water works association, water pollution control federation. (1992) **METODOS NORMALIZADOS PARA EL ANÁLISIS DEL AGUA Y LAS AGUAS RESIDUALES**. Ediciones Díaz de Santos S.A, 17ª edición, Madrid, (p.137).

Arocha, Simón. (1983). **CLOACAS Y DRENAJES**. Editorial Vega, Caracas. (p.26).

Bellorín, Luis. Rivas, Julián. (2003) **TÉCNICAS DE DOCUMENTACIÓN E INVESTIGACIÓN I**. U.N.A; Caracas, (p.125).

Constitución de la República Bolivariana de Venezuela (1999, diciembre 16) **GACETA OFICIAL DE LA REPÚBLICA DE VENEZUELA N° 36.860**. (1999, diciembre 30).

Cubillos, Armando. (1988) **PARAMETROS Y CARACTERÍSTICAS DE LAS AGUAS RESIDUALES**. CIDIAT, lima, (p.31).

Crites, Ronald. George, Tchobanoclaus (2000) **SISTEMAS DE MANEJO DE AGUAS RESIDUALES PARA NÚCLEOS PEQUEÑOS Y DESCENTRALIZADOS. TOMO 1**. Mc graw-hill. Santa fe de Bogotá, Colombia. (p.274).de Canales, Francisca. de Alvarado, Eva Luz. Pineda, Elia. (1994) **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACION MANUAL PARA EL DESARROLLO DEL PERSONAL DE SALUD**. Editorial Limusa, México D.F. p 111-117, (p.138).

Glynn, Henry. Heinke, Gary. (1999) **INGENIERÍA AMBIENTAL**. Prentice Hall, México (p.800).

Hernández, Roberto. Fernández, Carlos. Baptista, Pilar. (1998) **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACION**. McGraw-Hill, México D.F. (p.147).

Ley de aguas **GACETA OFICIAL DE LA REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA N° 38.595**. (2007, enero 2).

Ley orgánica del ambiente **GACETA OFICIAL DE LA REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA N° 5.833 (EXTRAORDINARIO)**. (2006, diciembre 22).

Ley orgánica para la prestación de los servicios de agua potable y de saneamiento **GACETA OFICIAL DE LA REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA N° 5.568 (EXTRAORDINARIO)** (2001, diciembre 31).

Mazparrote, Serafín (1999) **BIOLOGÍA 2do AÑO DE CIENCIAS (CICLO DIVERSIFICADO)**. Editorial Biosfera, C. A. 2da edición. Caracas. (p.154).

Normas generales para proyectos de alcantarillados. **GACETA OFICIAL DE LA REPÚBLICA [BOLIVARIANA] DE VENEZUELA N° 5318 (EXTRAORDINARIO)** (1999, abril 6).

Normas para la clasificación y el control de la calidad de los cuerpos de agua y vertidos o efluentes líquidos (1995, octubre 11) **GACETA OFICIAL DE LA REPÚBLICA [BOLIVARIANA] DE VENEZUELA N° 5.021 (EXTRAORDINARIO)** (1995, diciembre 12).

Normas sanitarias para proyectos, construcción, reparación, reforma y mantenimiento de edificaciones. **GACETA OFICIAL DE LA REPÚBLICA [BOLIVARIANA] DE VENEZUELA N° 4.044 (EXTRAORDINARIO)** (1988, septiembre 8).

Rivas Mijares, Gustavo. (1983) **ABASTECIMIENTO DE AGUA Y ALCANTARILLADOS**. Editorial Vega. 3ra edición. Caracas. (p.407).

## **APÉNDICES**

### **APÉNDICE A**

#### **CÁLCULO DE DOTACIONES DE AGUAS BLANCAS Y AGUAS NEGRAS PARA EL ÁREA DE ESTUDIO**

Tabla A.1 Cálculo de dotaciones de aguas blancas y aguas negras para el área de estudio

°	CODIGO	ZONIFICACIÓN	DENSIDAD (L/D/Ha)	ÁREA (Ha)	PARCIAL (L/D)	A. P	A.N			
						TOTAL (L/D)	NET	INFIL	TOTAL	
							A	.	L	
		(LPS)		(LPS)						
	A1	C35	89000.00	0.43	38270.00	38270.00	0.443	0.013	0.37	
	A2	"	89000.00	0.44	39160.00	39160.00	0.453	0.014	0.38	
	A3	RZUE	69200.00	0.28	19376.00				0.00	
		EDU	ESCUELA ZEA		7480.00					0.00
					26856.00					0.26
	A4	RZUE	69200.00	0.27	18684.00	18684.00	0.216	0.006	0.18	
	A5	"	69200.00	0.54	37368.00	37368.00	0.433	0.013	0.36	
	A6	"	69200.00	0.79	54668.00	54668.00	0.633	0.019	0.53	
	A7	"	69200.00	0.89	61588.00	61588.00	0.713	0.021	0.59	
	H7	"	69200.00	0.30	20760.00	20760.00	0.240	0.007	0.20	
	B1	ZUE	57510.00	0.15	8626.50	8626.50	0.100	0.003	0.08	
2	C2	"	57510.00	0.55	31630.50	31630.50			0.00	
3		EDU	IUTEB CASCO HISTORICO			120000.00			0.00	

4						151630.50	1.755	0.053	1.46
5	B3	ZUE	57510.00	0.45	25879.50	25879.50	0.300	0.009	0.25
6	B2	"	57510	0.44	25304.40	25304.40	0.293	0.009	0.24
7	C1	"	57510	0.22	12652.20	12652.20	0.146	0.004	0.12
8	C3	"	57510	0.43	24729.30	24729.30			0.00
9		ASIST	MODULO BARRIO ADENTRO I			500.00			0.00
0						25229.30	0.292	0.009	0.24
1	C4	R35	60690	0.17	10317.30	10317.30	0.119	0.004	0.10
2	C5	TANQUE CAJA DE AGUA			500.00	500.00	0.006	0.000	0.00
	C6	CENTRO DE ARTES SIN USO (EN CONSTRUCCION)							0.00

3									
4	C7	R35	60950	0.19	11580.50	11580.50	0.134	0.004	0.11
5	B4	"	60950	0.32	19504.00	19504.00	0.226	0.007	0.19
6	A8	"	60950	0.8	48760.00	48760.00	0.564	0.017	0.47
7	B5	"	60950	1.25	76187.50	76187.50	0.882	0.026	0.73

Continuación

°	CODIGO	ZONIFICACIÓN	DENSIDAD (L/D/Ha)	ÁREA (Ha)	PARCIAL (L/D)	A. P	A.N		
						TOTAL (L/D)	NET A	INFIL .	TOTAL L
							(LPS)		(LPS)
8	B6'	R35	60950	0.63	38398.50	38398.50			0.00
9		EDU	JARDIN DE INFANCIA GUAYANA			5920.00			0.00
						44318.50	0.513	0.015	0.43

0									
1	B6	R35	60950	3.75	228562.5 0	228562.5 0	2.645	0.079	2.20
2	C8	"	60950	0.21	12799.50	12799.50	0.148	0.004	0.12
3	C9	"	60950	0.24	14628.00	14628.00	0.169	0.005	0.14
4	C10	"	60950	0.18	10971.00	10971.00	0.127	0.004	0.11
5	C11	"	60950	0.11	6704.50	6704.50	0.078	0.002	0.06
6	C12	"	60950	0.22	13409.00	13409.00	0.155	0.005	0.13
7	C13	"	60950	0.13	7923.50	7923.50	0.092	0.003	0.08
8	C14	"	60950	0.13	7923.50	7923.50	0.092	0.003	0.08
9	C15	"	60950	0.25	15237.50	15237.50	0.176	0.005	0.15

0	C16	RC25	42800	0.45	19260.00	19260.00	0.223	0.007	0.19
1	C17	"	42800	0.08	3424.00	3424.00	0.040	0.001	0.03
2	C18	"	42800	0.55	23540.00	23540.00	0.272	0.008	0.23
3	H1	RC70	114100	1.25	142625.0	142625.0			0.00
4		HOTEL COLONIAL				15000.00			0.00
5						157625.0	1.824	0.055	1.51
6	H2	RC70	114100	1.41	160881.0	160881.0	1.862	0.056	1.55
7	H3'	C5	12600	0.058	730.80	730.80	0.008	0.000	0.01
8	H3	RC40	89000	0.63	56070.00	56070.00	0.649	0.019	0.54
	H4	"	89000	0.45	40050.00	40050.00	0.464	0.014	0.38

9									
0	H5	"	89000	0.54	48060.00	48060.00	0.556	0.017	0.46
1	H6	"	89000	0.68	60520.00	60520.00	0.700	0.021	0.58
2	H8	RC8	40800	1.53	62424.00	62424.00			0.00
3		ASIST	HOSPITALITO DE LOS BOMBEROS			3500.00			0.00

Continuación

°	CODIGO	ZONIFICACIÓN	DENSIDAD (L/D/Ha)	ÁREA (Ha)	PARCIAL (L/D)	A. P		A.N	
						TOTAL (L/D)	NET	INFIL	TOTAL
							A	.	L
						(LPS)		(LPS)	
4		E/S	ESTACION DE SERVICIO EL PORVENIR			1200.00			0.00
5		BOMB	BOMBEROS MUNICIPALES			5700.00			0.00
						72824.00	0.843	0.025	0.70

6									
7	H9	RC8	40800	1.18	48144.00	48144.00	0.557	0.017	0.46
8	J1	RC70	144100	1.23	177243.0	177243.0	2.051	0.062	1.70
9	J2	EDU	ESCUELA ESTADO MERIDA			30920.00			0.00
0		ASIST	MODULO BARRIO ADENTRO I			500.00			0.00
1						31420.00	0.364	0.011	0.30
2	J3	RC70	114100	0.68	77588.00	77588.00	0.898	0.027	0.75
3	K1	"	114100	0.87	99267.00	99267.00	1.149	0.034	0.95
4	K2	"	114100	0.42	47922.00	47922.00	0.555	0.017	0.46
5	K3	"	114100	0.55	62755.00	62755.00	0.726	0.022	0.60

6	M1	"	114100	0.83	94703.00	94703.00	1.096	0.033	0.91
7	M2	"	114100	0.37	42217.00	42217.00	0.489	0.015	0.41
8	M3	"	114100	0.57	65037.00	65037.00	0.753	0.023	0.62
9	P1	RC60	125000	0.81	101250.0 0	101250.0 0	1.172	0.035	0.97
0	P2	"	125000	1.18	147500.0 0	147500.0 0	1.707	0.051	1.42
1	L1	"	125000	0.81	101250.0 0	101250.0 0	1.172	0.035	0.97
2	L2	"	125000	1.26	157500.0 0	157500.0 0	1.823	0.055	1.51
3	Z1	"	125000	0.83	103750.0 0	103750.0 0	1.201	0.036	1.00
4	Z2	"	125000	1.33	166250.0 0	166250.0 0	1.924	0.058	1.60
	J4	RC30	55500	1.57	87135.00	87135.00	1.009	0.030	0.84

5									
6	J5	"	55500	1.29	71595.00	71595.00	0.829	0.025	0.69
7	J6	"	55500	0.64	35520.00	35520.00	0.411	0.012	0.34
8	K4	RC50	75670	1.82	137719.4 0	137719.4 0	1.594	0.048	1.32
9	K5	"	75670	0.14	10593.80	10593.80	0.123	0.004	0.10

Continuación

°	CODIGO	ZONIFICACIÓN	DENSIDAD (L/D/Ha)	ÁREA (Ha)	PARCIAL (L/D)	A. P	A.N		
						TOTAL (L/D)	NET	INFIL	TOTAL
							(LPS)		(LPS)
0	M4	RC30	75670	1.49	112748.3 0	112748.3 0	1.305	0.039	1.08
1	M5	"	75670	1.38	104424.6 0	104424.6 0	1.209	0.036	1.00
	P3	RC15	35800	1.8	64440.00	64440.00	0.746	0.022	0.62

2									
3	P4	"	35800	2.29	81982.00	81982.00	0.949	0.028	0.79
4	L3	"	35800	2.79	99882.00	99882.00	1.156	0.035	0.96
5	L4	"	35800	1.31	46898.00	46898.00	0.543	0.016	0.45
6	Z3	ZDE	7160	9.67	69237.20	69237.20	0.801	0.024	0.67
7	Z3'	RC20	29500	0.37	10915.00	10915.00	0.126	0.004	0.10
8	F1	RC50	97650	0.34	33201.00	33201.00	0.384	0.012	0.32
9	F2	"	97650	0.35	34177.50	34177.50	0.396	0.012	0.33
0	F3	"	97650	1.39	135733.5 0	135733.5 0	1.571	0.047	1.30
1	F4	RC20	29500	1.8	53100.00	53100.00	0.615	0.018	0.51

2	X1	RC50	97650	0.33	32224.50	32224.50			0.00
3		E/S	ESTACION DE SERVICIO EL PASEO			1200.00			0.00
4						33424.50	0.387	0.012	0.32
5	X2	"	97650	0.26	25389.00	25389.00	0.294	0.009	0.24
6	X3	"	97650	2.4	234360.0	234360.0	2.713	0.081	2.25
					0	0			
7	X1'	"	97650	0.24	23436.00	23436.00			0.00
8		EDU	IUTIRLA			52000.00			0.00
9		EDU	NIÑOS PREGONEROS			6880.00			0.00
00						82316.00	0.953	0.029	0.79
	ARM	ZUM	COMANDO FLUVIAL			120000.0	1.389	0.042	1.15

01	BOMB			0			
02	BOMB	BOMB	BOMBEROS MARINOS	1400.00	0.016	0.000	0.01

Continuación

°	CODIGO	ZONIFICACIÓN	DENSIDAD (L/D/Ha)	ÁREA (Ha)	PARCIAL (L/D)	A. P	A.N		
						TOTAL (L/D)	NET	INFIL	TOTAL
							(LPS)		(LPS)
03	COM	C	MERCADO LA CARIOCA			18750.00	0.217	0.007	0.18
04	X4	C15	28640	1.97	56420.80	56420.80			
05		E/S	ESTACION DE SERVICIO LA FUENTE			2400.00			
06						58820.80	0.681	0.020	0.57
	D1	RC50	97650	1.05	102532.5	102532.5	1.187	0.036	0.98

07					0	0			
08	Y1	RC30	52400	0.85	44540.00	44540.00	0.516	0.015	0.43
09	Y2	"	52400	1.19	62356.00	62356.00	0.722	0.022	0.60
10	Y2'	"	52400	1.43	74932.00	74932.00	0.867	0.026	0.72
11	Y3	"	52400	2.20	115280.0 0	115280.0 0	1.334	0.040	1.11
12	Y3'	"	52400	1.07	56068.00	56068.00	0.649	0.019	0.54
13	Y4	"	52400	2.99	156676.0 0	156676.0 0	1.813	0.054	1.51
14	Y5	"	52400	0.79	41396.00	41396.00	0.479	0.014	0.40
15	Y6	"	52400	0.52	27248.00	27248.00	0.315	0.009	0.26
16	Y7	RC30	32000	0.73	23360.00	23360.00			0.00

17		EDU	IUTEB GERMANIA			48000.00			0.00
18						71360.00	0.826	0.025	0.69
19	D2	RC30	52400	3.20	167680.0 0	167680.0 0	1.941	0.058	1.61
20	D3	"	52400	1.71	89604.00	89604.00	1.037	0.031	0.86
21	D4	"	52400	0.92	48208.00	48208.00	0.558	0.017	0.46
22	D5	"	52400	0.38	19912.00	19912.00	0.230	0.007	0.19
23	D6	RC45	67500	3.41	230175.0 0	230175.0 0	2.664	0.080	2.21
24	D7	RC30	27500	2.17	59675.00	59675.00	0.691	0.021	0.57
25	N1	RC35	32500	2.34	76050.00	76050.00	0.880	0.026	0.73
	N2	"	32500	1.74	56550.00	56550.00	0.655	0.020	0.54

26									
27	N3	"	32500	1.60	52000.00	52000.00	0.602	0.018	0.50

## Continuación

°	CODIGO	ZONIFICACIÓN	DENSIDAD (L/D/Ha)	ÁREA (Ha)	PARCIAL (L/D)	A. P	A.N		
						TOTAL (L/D)	NET	INFIL	TOTAL
							(LPS)		(LPS)
28	N4	"	32500	1.21	39325.00	39325.00	0.455	0.014	0.38
29	N5	"	32500	0.42	13650.00	13650.00	0.158	0.005	0.13
30	N6	"	32500	3.39	110175.00	110175.00	1.275	0.038	1.06
33	N6'	R25	40800	0.48	19584.00	19584.00	0.227	0.007	0.19
34	N7	"	40800	0.25	10200.00	10200.00	0.118	0.004	0.10
	N8	"	40800	0.47	19176.00	19176.00	0.222	0.007	0.18

35									
36	N8'	"	40800	0.4	16320.00	16320.00	0.189	0.006	0.16
37	N9	RC30	32600	5.28	172128.0	172128.0			1.65
38		EDU	EL COLEGION		0	0			0.20
39		EDU	CIUDAD BOLIVAR			17080.00			0.16
40		EDU	JUAN BAUTISTA FARRERAS			31360.00			0.30
41		EDU	LICEO ANGOSTURA			38160.00			0.37
42						279328.0	3.233	0.097	2.68
43	N10	RC30	17800	1.04	18512.00	18512.00	0.214	0.006	0.18
44	N11	EDU	UBV			80000.00			

45		EDU	LA LLOVIZNA			5360.00			
46		VIV				5000			
47		ASIST	C.H.U. RUIZ Y PAEZ			382800			
48		ASIST	H. CESAR ANDRES BELLO			33100			
49		ASIST	H. JULIO CRIOLLO RIVAS			75000			
50						581260.0 0	6.728	0.202	5.58
51	O1	R30	48000	0.78	37440.00	37440.00	0.433	0.013	0.36
52	O2	"	48000	0.5	24000.00	24000.00	0.278	0.008	0.23
53	O3	"	48000	0.92	44160.00	44160.00	0.511	0.015	0.42
	O4	"	48000	1.14	54720.00	54720.00	0.633	0.019	0.53

54									
----	--	--	--	--	--	--	--	--	--

## Continuación

°	CODIGO	ZONIFICACIÓN	DENSIDAD (L/D/Ha)	ÁREA (Ha)	PARCIAL (L/D)	A. P	A.N		
						TOTAL (L/D)	NET A	INFIL .	TOTAL L
						(LPS)		(LPS)	
55	O5	R30	48000	1.14	54720.00	54720.00			0.00
56		ASIST	AMBULATORIO TIPO I LA SHELL			500.00			0.00
57						55220.00	0.639	0.019	0.53
58	O6	R30	48000	0.39	18720.00	18720.00	0.217	0.007	0.18
59	O7	"	48000	0.15	7200.00	7200.00	0.083	0.003	0.07
	O8	"	48000	3.35	160800.0	160800.0	1.861	0.056	1.54

60					0	0			
61	W1	R30	48000	3.05	146400.0	146400.0			0.00
63		EDU	HIPODROMO VIEJO			7800.00			0.00
64						154200.0	1.785	0.054	1.48
					0	0			
65	YW	RC 5	8200	0.26	2132.00	2132.00			
66			ESCUELA BASICA BOLIVAR			24800.00			
67			MANUEL PALACIO FAJARDO			8560.00			
68			FERNANDO PEÑALVER			24520.00			
69						60012.00	0.72	0.022	0.74
								Total:	<b>81.68</b>

Tabla A.2 Datos significativos de las dotaciones de agua uso institucional

Instituto	Cantidad	fuentes
Universidad Bolivariana de Venezuela (alumnos)	2 000	Externa a la universidad
IUTEB Germania (alumnos)	1 200	Externa a la universidad
IUTEB Casco histórico (alumnos)	3 000	Externa a la universidad
IUTIRLA (alumnos)	1 300	Externa a la universidad
Escuela Zea (alumnos)	7 480	Dirección del plantel
Liceo Fernando Peñalver (alumnos)	613	Dirección del plantel
Niños pregoneros (alumnos)	172	Dirección del plantel
Manuel Palacio Fajardo (alumnos)	214	Dirección del plantel
Escuela básica Bolívar (alumnos)	620	Dirección del plantel
Grupo escolar estado Mérida (alumnos)	773	Dirección del plantel
Ciudad Bolívar (alumnos)	427	Dirección del plantel
El colegio (alumnos)	515	Dirección del plantel
Juan Bautista Farreras (alumnos)	784	Dirección del plantel
Liceo Angostura (alumnos)	954	Dirección del plantel
Hipódromo Viejo (alumnos)	195	Dirección del plantel
Preescolar la llovizna (alumnos)	134	Dirección del plantel
Jardín de infancia Guayana (alumnos)	148	Dirección del plantel
CHU Ruiz y Páez (camas)	461	ISP
CHU Ruiz y Páez (alumnos)	200	ISP
CHU Ruiz y Páez (unidades dentales)	6	ISP
Hospital tnel Cesar Andrés Bello (camas)	37	El hospital
Hospital tnel Cesar Andrés Bello (consultorios)	7	El hospital
Hospitalito de los bomberos (consultorios)	5	El hospital
Hospitalito de los bomberos (unidades dentales)	1	El hospital
Hospital Julio Criollo Rivas (consultorios)	NR	El hospital
Hospital Julio Criollo Rivas (alumnos)	NR	El hospital
Ambulatorio tipo I la Shell	1	El ambulatorio
Ambulatorio tipo I Catedral (barrio adentro)	1	El ambulatorio
Ambulatorio tipo I Mérida (barrio adentro)	1	El ambulatorio

## APÉNDICE B

### NIVELES DE AGUA MEDIDOS EN LA ESTACIÓN DE BOMBEO, VELOCIDAD DEL AGUA EN EL POZO HÚMEDO Y GASTO EN FUNCION DEL ÁREA

Tabla B.1 Niveles de agua medidos en el pozo húmedo en la estación de bombeo,  
variación de la velocidad y gasto instantáneo en el pozo húmedo.

Hora	Nivel (cm)	Variación de la velocidad (cm/min)	Área (cm <sup>2</sup> )	Gasto (lps)
09:41 a.m.	159.2	0	27785025	0.00
09:42 a.m.	159.4	0.0033	27785025	92.62
09:43 a.m.	159.5	0.0017	27785025	46.31
09:44 a.m.	159.7	0.0033	27785025	92.62
09:45 a.m.	159.9	0.0033	27785025	92.62
09:46 a.m.	160.1	0.0033	27785025	92.62
09:47 a.m.	160.3	0.0033	27785025	92.62
09:48 a.m.	160.5	0.0033	27785025	92.62
09:49 a.m.	160.6	0.0017	27785025	46.31
09:50 a.m.	160.8	0.0033	27785025	92.62
09:51 a.m.	160.9	0.0017	27785025	46.31
09:52 a.m.	161.1	0.0033	27785025	92.62
09:53 a.m.	161.3	0.0033	27785025	92.62
09:54 a.m.	161.5	0.0033	27785025	92.62
09:55 a.m.	161.6	0.0017	27785025	46.31
09:56 a.m.	161.8	0.0033	27785025	92.62
09:57 a.m.	162	0.0033	27785025	92.62

09:58 a.m.	162.1	0.0017	27785025	46.31
09:59 a.m.	162.3	0.0033	27785025	92.62
10:00 a.m.	162.5	0.0033	27785025	92.62
10:01 a.m.	162.7	0.0033	27785025	92.62
10:02 a.m.	161.3	-0.0233	1860252.525	-43.41
10:03 a.m.	160.1	-0.0200	1860252.525	-37.21
10:04 a.m.	157.7	-0.0400	1860252.525	-74.41
10:05 a.m.	154.5	-0.0533	1860252.525	-99.21
10:06 a.m.	134.6	-0.3317	1147500	-380.59
10:07 a.m.	122.6	-0.2000	1147500	-229.50
10:08 a.m.	91.7	-0.5150	1147500	-590.96
10:09 a.m.	79.6	-0.2017	1147500	-231.41

Continuación

Hora	Nivel (cm)	Variación de la velocidad (cm/min)	Área (cm <sup>2</sup> )	Gasto (lps)
10:10 a.m.	67.3	-0.2050	1147500	-235.24
10:11 a.m.	49.8	-0.2917	1147500	-334.69
10:12 a.m.	34.3	-0.2583	1147500	-296.44
10:13 a.m.	13.3	-0.3500	1147500	-401.63
10:14 a.m.	12.8	-0.0083	1147500	-9.56
10:15 a.m.	13.1	0.0050	1147500	5.74
10:16 a.m.	24.9	0.1967	1147500	225.68
10:17 a.m.	40.2	0.2550	1147500	292.61
10:18 a.m.	58.6	0.3067	1147500	351.90
10:19 a.m.	75.8	0.2867	1147500	328.95
10:20 a.m.	89.1	0.2217	1147500	254.36

10:21 a.m.	103.7	0.2433	1147500	279.23
10:22 a.m.	113.4	0.1617	1147500	185.51
10:23 a.m.	119.4	0.1000	1147500	114.75
10:24 a.m.	124.4	0.0833	1147500	95.63
10:25 a.m.	128.8	0.0733	1147500	84.15
10:26 a.m.	132.6	0.0633	1860252.525	117.82
10:27 a.m.	136	0.0567	1860252.525	105.41
10:28 a.m.	139.2	0.0533	1860252.525	99.21
10:29 a.m.	142.2	0.0500	1860252.525	93.01
10:30 a.m.	145	0.0467	1860252.525	86.81
10:31 a.m.	147.7	0.0450	1860252.525	83.71
10:32 a.m.	150.3	0.0433	1860252.525	80.61
10:33 a.m.	153	0.0450	1860252.525	83.71
10:34 a.m.	155.4	0.0400	1860252.525	74.41
10:35 a.m.	156.3	0.0150	1860252.525	27.90
10:36 a.m.	157.5	0.0200	1860252.525	37.21
10:37 a.m.	157.7	0.0033	27785025	92.62
10:38 a.m.	157.9	0.0033	27785025	92.62
10:39 a.m.	158.1	0.0033	27785025	92.62
10:40 a.m.	158.3	0.0033	27785025	92.62
10:41 a.m.	158.5	0.0033	27785025	92.62

Continuación

Hora	Nivel (cm)	Variación de la velocidad (cm/min)	Área (cm <sup>2</sup> )	Gasto (lps)
10:42 a.m.	158.6	0.0017	27785025	46.31
10:43 a.m.	158.8	0.0033	27785025	92.62

10:44 a.m.	159	0.0033	27785025	92.62
10:45 a.m.	159.3	0.0050	27785025	138.93
10:46 a.m.	159.5	0.0033	27785025	92.62
10:47 a.m.	159.6	0.0017	27785025	46.31
10:48 a.m.	159.7	0.0017	27785025	46.31
10:49 a.m.	159.9	0.0033	27785025	92.62
10:50 a.m.	160.1	0.0033	27785025	92.62
10:51 a.m.	160.3	0.0033	27785025	92.62
10:52 a.m.	160.5	0.0033	27785025	92.62
10:53 a.m.	160.7	0.0033	27785025	92.62
10:54 a.m.	160.8	0.0017	27785025	46.31
10:55 a.m.	161	0.0033	27785025	92.62
10:56 a.m.	161.2	0.0033	27785025	92.62
10:57 a.m.	161.3	0.0017	27785025	46.31
10:58 a.m.	161.5	0.0033	27785025	92.62
10:59 a.m.	161.7	0.0033	27785025	92.62
11:00 a.m.	161.9	0.0033	27785025	92.62

## ANEXOS

### ANEXO N° 1

#### BOMBA GRANDE DE 800 LPS EN LA ESTACIÓN DE BOMBEO



ANEXO N° 2

CANAL PROVENIENTE DEL JARDÍN BOTÁNICO

ANEXO N° 3

TABLEROS DE CONTROL DE LAS BOMBAS



ANEXO N° 4

TUBERÍAS DE ASPIRACIÓN E IMPUSIÓN DE LA ESTACIÓN DE  
BOMBEO

ANEXO N° 5

TUBERÍAS DE DESCARGA EN EL RIO ORINOCO



ANEXO N° 6

AGUAS NEGRAS A SU PASO POR EL JARDÍN BOTÁNICO DEL  
ORINOCO



ANEXO N° 7

LAGUNAS CENAGOSAS EN EL JARDÍN BOTÁNICO DEL ORINOCO



ANEXO N° 8

NÚMERO DE ENFERMEDADES HIDRICAS REGISTRADAS EN EL MUNICIPIO HERES EN EL AÑO 2009

**CASOS DE ENFERMEDADES DE  
TRANSMISION HIDRICA Y ALIMENTOS  
REGISTRADAS EN EL MUNICIPIO HERES, AÑO 2009**

Enfermedad	Realizado
TRANSMISION HIDRICA Y ALIMENTOS	3361
CÓLERA (A00)	0
AMIBIASIS (A06)	7
DIARREAS MENORES DE 1 AÑO (A08-A09) (*)	5
DIARREAS DE 1 A 4 AÑOS (A08-A09) (**)	20
DIARREAS DE 5 AÑOS Y MAS (A08-A09) (***)	19
GIARDIASIS (A07.1)	643
HELMINTIASIS (B65-B68, B70-B83)	2667
FIEBRE TIFOIDEA (A01.0)	0
ETA N° DE BROTES	0
HEPATITIS AGUDA TIPO A (B15)	0
N° DE BROTES	0
INTOXICACION OTRAS FORMAS	0
CASOS ASOCIADOS A BROTES DE ETA	0

Fuente: Dirección de Epidemiología Regional Edo. Bolívar, Unidad de Sistema de Información ( U.S.I.). EPI-15

# Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 1/5

<b>Título</b>	<b>EVALUACIÓN DEL GRADO DE SEPTIZACIÓN DE LAS AGUAS NEGRAS AFLUENTES A LA ESTACIÓN DE BOMBEO "BOMBAS CLOACAS" DURANTE EL TIEMPO DE RETENCIÓN DE LAS AGUAS EN EL POZO HÚMEDO, EN CIUDAD BOLÍVAR; MUNICIPIO AUTONOMO HERES.</b>
<b>Subtítulo</b>	

## Autor(es)

<b>Apellidos y Nombres</b>	<b>Código CVLAC / e-mail</b>	
<b>Arnone O. Vicente</b>	<b>CVLAC</b>	<b>16 616 063</b>
	<b>e-mail</b>	<b>Vicentear2009@hotmail.com</b>
	<b>e-mail</b>	
<b>Ojeda G. Samuel R.</b>	<b>CVLAC</b>	<b>17 839 012</b>
	<b>e-mail</b>	<b>samuelkaiser1.0@gmail.com</b>
	<b>e-mail</b>	<b>samuelkaiser@hotmail.com</b>
	<b>CVLAC</b>	
	<b>e-mail</b>	
	<b>e-mail</b>	
	<b>CVLAC</b>	
	<b>e-mail</b>	
	<b>e-mail</b>	

## Palabras o frases claves:

<b>Septización</b>
<b>Aguas negras</b>
<b>Estación de bombeo</b>
<b>Cloacas</b>



# Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 3/5

## Contribuidores:

Apellidos y Nombres	ROL / Código CVLAC / e-mail
<b>Sequera Mercedes</b>	ROL CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input checked="" type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	CVLAC <b>5 083 438</b>
	e-mail <b>merselu@hotmail.com</b>
	e-mail
<b>Pérez T. Carlos A.</b>	ROL CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC <b>5 335 965</b>
	e-mail <b>caraugpertov@hotmail.com</b>
	e-mail
<b>Romero L. Ana T.</b>	ROL CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input checked="" type="checkbox"/>
	CVLAC <b>17 045 333</b>
	e-mail <b>anateresaromerol@gmail.com</b>
	e-mail
	ROL CA <input type="checkbox"/> AS <input type="checkbox"/> TU <input type="checkbox"/> JU <input type="checkbox"/>
	CVLAC
	e-mail
	e-mail

## Fecha de discusión y aprobación:

Año Mes Día

<b>2010</b>	<b>12</b>	<b>14</b>
-------------	-----------	-----------

Lenguaje: spa

# Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 4/5

## Archivo(s):

Nombre de archivo	Tipo MIME
Tesis-Evaluacion del grado de septizacion de las aguas negras.doc	Application/msword

Caracteres permitidos en los nombres de los archivos: **A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 \_ - .**

## Alcance:

**Espacial:** \_\_\_\_\_ (Opcional)

**Temporal:** \_\_\_\_\_ (Opcional)

**Título o Grado asociado con el trabajo:**

**Ingeniero civil**  
\_\_\_\_\_

**Nivel Asociado con el Trabajo:**

**Pregrado**  
\_\_\_\_\_

**Área de Estudio:** Departamento de Ingeniería civil

**Institución(es) que garantiza(n) el Título o grado:**

Universidad de Oriente  
\_\_\_\_\_

## Hoja de Metadatos para Tesis y Trabajos de Ascenso – 5/5

### Derechos:

De acuerdo al artículo 44 del reglamento de trabajos de grado  
“Los Trabajos de grado son exclusiva propiedad de la  
Universidad de Oriente y solo podrán ser utilizadas a otros  
fines con el consentimiento del consejo de núcleo respectivo,  
quien lo participara al Consejo Universitario”

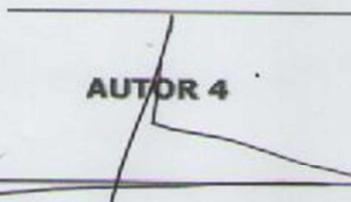


**AUTOR 1**

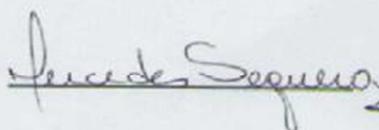


**AUTOR 2**

**AUTOR 3**



**AUTOR 4**



**TUTOR**

**JURADO 1**



**JURADO 2**

**POR LA SUBCOMISION DE TESIS:**

