TES.
JC2
M3

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

EVALUACIÓN DE LAS VARIABLES AMBIENTALES QUE AFECTAN AL SECTOR UDU-5.3 PIEDRA DE MOLER DE LA PARROQUIA MAIQUETÍA, DEL ESTADO VARGAS

REALIZADO POR — SYLVIA E. MARTÍNEZ C.
ARIANA E. PINAL S.

PROFESOR GUIA — ING. ALFREDO GORROCHOTEGUI

FECHA — MAYO DE 2.004

UNIVERSIDAD CATÓLICA ANDRÉS BELLO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL

EVALUACIÓN DE LAS VARIABLES AMBIENTALES QUE AFECTAN AL SECTOR UDU-5.3 PIEDRA DE MOLER DE LA PARROQUIA MAIQUETÍA, DEL ESTADO VARGAS

Este Jurado; una vez realizado el examen del presente trabajo ha evaluado su contenido con el resultado: DIECIOCHO (18)

J U R A D O E X A M I N A D O R

Firma:	Firma:	Firma:
Nombre:	Nombre:	Nombre:
ING. ALFREDO GORROCHOTEGUI	ING. PATRICIA PEREIRA	ING. JOAQUIN BENITE

REALIZADO POR SYLVIA E. MARTÍNEZ C.
ARIANA E. PINAL S.

PROFESOR GUIA ING. ALFREDO GORROCHOTEGUI

FECHA MAYO DE 2.004

AGRADECIMIENTOS

La realización de este Trabajo Especial de Grado requirió de la aplicación de los conocimientos adquiridos en muchos años de estudios, en los cuales pudimos contar con el invalorable apoyo, consejo y ayuda de muchas personas, a las cuales tratamos de expresar nuestros más sinceros agradecimientos.

Por ello queremos plasmar nuestra inmensa gratitud:

A nuestros Padres y Abuelos, por servirnos de ejemplo e inspiración a lo largo de nuestras vidas y habernos acompañado y traído hasta donde estamos.

A nuestros Hermanos y Amigos por el apoyo que siempre nos han ofrecido.

Al Ing. Alfredo Gorrochotegui, por su invalorable ayuda, orientación, paciencia y dedicación en el desarrollo del presente trabajo.

Al los Ing. Eduardo Martínez y Alejandro Rincón por su gran apoyo, consejo, asesoramiento y ayuda.

Al personal del Colegio San Vicente de Paúl, por habernos brindado su valiosa y desinteresada colaboración y apoyo.

¡GRACIAS A TODOS!

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Evaluar los servicios asociados a las variables ambientales en las cuales se involucra la ingeniería civil, en el sector UDU-5.3 Barrio Piedra de Moler.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

Investigar en campo y en instituciones en relación al déficit de suministro de agua potable, la recolección de aguas servidas y desechos sólidos.

Investigar en campo y en HIDROCAPITAL las principales fuentes de suministro activas de agua para el sector.

Proponer soluciones de ingeniería civil para los problemas investigados.

RESUMEN

A partir de la información recolectada se presentan propuestas de solución de la problemática urbana relacionada con la ingeniería civil, del sector Piedra de Moler en la parroquia Maiquetía del Estado Vargas.

Se evaluó la gestión de aguas en la zona de estudio a partir de la aplicación del denominado Índice de Pobreza del Agua (WPI). Se recopiló información de los organismos gubernamentales, tales como Hidrocapital, Alcaldía de Vargas, Conavi, CorpoVargas, la cual se verificó y en algunos casos se amplió a través de entrevistas con habitantes de la zona, para conocer las expectativas existentes en cuanto a la solución de los problemas.

Las obras de infraestructura propuestas para el suministro de agua potable y recolección de aguas servidas, están acordes con los planes de expansión que impulsa Hidrocapital.

En el caso de la zona urbana planificada no se proponen obras particulares, ya que están contempladas en los planes de los entes gubernamentales. En el sector urbano no planificado se proponen terrenos para la construcción de viviendas de sustitución destinadas a los habitantes de las casas que deben ser demolidas, dando paso a una propuesta de vialidad que también albergará los servicios de acueductos y cloacas, a la vez de proporcionar mejoras en las rutas de camiones para la recolección de basuras y sistemas de transporte urbano.

Sobre ese planteamiento urbano se ha hecho el diseño a nivel preliminar de las obras de abastecimiento y recolección de aguas, siempre compatibles con los planes maestros de acueductos y cloacas elaborados por Hidrocapital.

ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN 1

CAPÍTULO I. **DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO** 3

I-1 UBICACIÓN Y CONFORMACIÓN 3

I-2 TIPO DE ASENTAMIENTO 4

I-3 ASPECTO FÍSICO-GEOGRÁFICO 5

I-3.1 Relieve 5

I-3.2 Clima 6

I-3.3 Hidrografía 6

I-3.4 Hidrología 8

I-3.5 Vegetación 9

I-4 ASPECTOS DEMOGRÁFICO, SOCIAL Y ECONÓMICO 10

CAPÍTULO II. **VIVIENDA** 11

II-1 SITUACIÓN ACTUAL DE VIVIENDA DE LA ZONA DE ESTUDIO 14

II-2 SOLUCIÓN HABITACIONAL PROPUESTA 15

CAPÍTULO III. **SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA** 17

III-1 FUENTES DE AGUA PARA ABASTECIMIENTO MUNICIPAL 17

III-1.1 Aguas Superficiales 18

III-1.2 Aguas Subterráneas 18

III-1.3 Agua de Mar 19

III-1.4 Aguas Residuales Recicladas 20

III-2 ALMACENAMIENTO DE AGUA 20

III-3 POTABILIZACIÓN DEL AGUA 22

III-4 DISTRIBUCIÓN DEL AGUA 23

III-5 USOS Y CONSUMOS DEL AGUA 23

III-6 ENFERMEDADES DE ORIGEN HÍDRICO 26

III-7 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA DE LA ZONA DE ESTUDIO 27

III-7.1 Situación Actual 28
III-7.2 Calidad del Servicio 32
III-7.3 Planes Existentes 36
III-8 SOLUCIÓN PROPUESTA PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA 37
III-8.1 Modelo de simulación utilizado 38
III-8.2 Funcionamiento de la Red Propuesta 39

CAPÍTULO IV. SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE AGUAS SERVIDAS 42

IV-1 SISTEMAS COMBINADOS Y SEPARADOS 43
IV-2 CARACTERÍSTICAS DE LAS AGUAS SERVIDAS 44
IV-3 DETERMINACIÓN DEL CAUDAL DE AGUAS SERVIDAS 45
IV-3.1 Aguas Servidas Provenientes del Acueducto 45
IV-3.2 Aguas que se Infiltran al Colector 46
IV-4 CONFIGURACIÓN DE REDES CLOACALES 47
IV-5 ESTACIONES DE BOMBEO O ELEVADORAS 47
IV-6 DISPOSICIÓN FINAL DE LAS AGUAS SERVIDAS 48
IV-7 SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE AGUAS SERVIDAS DE LA ZONA DE ESTUDIO 49
IV-7.1 Situación Actual 49
IV-7.2 Planes Existentes 53
IV-8 SOLUCIÓN PROPUESTA PARA RECOLECCIÓN DE AGUAS SERVIDAS 55
IV-8.1 Trazado de Colectores 56
IV-8.2 Caudal de Diseño 56
IV-8.3 Pendiente de los Colectores 57
IV-8.4 Diseño Hidráulico 58

CAPÍTULO V. EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN DE AGUAS 62

V-1 DEFINICIÓN DEL ÍNDICE DE POBREZA DEL AGUA. 62
V-2 VALORACIÓN DE LAS VARIABLES 63
V-2.1 Recurso Agua (R) 63
V-2.2 Acceso al Agua (A) 64
V-2.3 Capacidad (C) 64

ANEXOS

ANEXO 1. PLANOS.

Plano 1. "Limites y Ubicación Zona de Estudio."
Plano 2. "Planta General Zona de Estudio."
Plano 3. "Niveles de Servicio de la Red de Acueducto."
Plano 4. "Propuesta Urbana."
Plano 5. "Red de Acueducto Propuesta."
Plano 6. "Sistema de Recolección de Aguas Servidas, Plan Rector de Cloacas."
Plano 7. "Cloacas."
Plano 8. "Ruta de Recolección de Desechos Sólidos."

ANEXO 2. HOJA DE IDENTIFICACIÓN DE INSTALACIONES Y EQUIPOS DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO CERVECERÍA.

ANEXO 3. RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN DE LA RED DE ACUEDUCTO.

Reporte de Nodos
Reporte de Tuberías

ANEXO 4. CÓDIGO DE ÉTICA AMBIENTAL PARA INGENIEROS.

ÍNDICE DE FOTOS, TABLAS Y FIGURAS

ÍNDICE DE FOTOS

Foto 1. "Tramo sin Embaular de Quebrada al Oeste"..... 7
Foto 2. "Tramo embaulado de Quebrada al Oeste"..... 7
Foto 3. "Vegetación Presente en la Zona de Asentamiento no Controlado.. 9
Foto 4. "Conexiones Ilegales al Tendido Eléctrico en la Calle Real de Pariata, Maiquetía"..... 12
Foto 5. "Viviendas de Sustitución Construidas en el Barrio Catuche, Caracas"..... 13
Foto 6. "Problemas Estructurales en las Viviendas Pertenecientes a la Zona de Asentamiento no Controlado"..... 14
Foto 7. "Viviendas Construidas a los Márgenes de Quebradas y con Poco Espacio Entre Ellas"..... 15
Foto 8. "Estanque Weekend" 29
Foto 9. "Estación de Bombeo Weekend"..... 29
Foto 10. "Estación de Bombeo Pailas I"..... 30
Foto 11. "Estanque Pailas II"..... 30
Foto 12. "Estación de Bombeo Cervecería"..... 31
Foto 13. "Sistema de Aprovechamiento de Agua de Aires Acondicionados en el Colegio San Vicente de Paúl"..... 33
Foto 14. "Medición de Presión del Agua Proveniente del Acueducto"..... 35
Foto 15. "Boca de Visita en Calle Real de Pariata"..... 51
Foto 16. "Sumideros de Reja y Ventana Presentes en la Calle Real de Pariata"..... 51
Foto 17. "Viviendas con Entradas Elevadas en Calle Real de Pariata, Maiquetía"..... 52
Foto 18. "Quebrada Embaulada Colegio San Vicente de Paúl, Maiquetía" 53
Foto 19. "Contenedores de Basura"..... 80

Foto 20. "Basura depositada en las Calles"..... 80
Foto 21. "Botadero de Basura en las Cercanías del Hospital San José"..... 81
Foto 22. "Botadero de Basura en el Barrio Piedra de Moler"..... 82

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. "Láminas Máximas en mm. Estación Maiquetía 0502"..... 8
Tabla 2. "Consumos Mínimos Permisibles. Normas Inos"..... 26
Tabla 3. "Enfermedades Transmisibles por el Agua"..... 27
Tabla 4. "Cálculo de Colectores Cloacales"..... 59

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de Sistema de Distribución de Aguas"..... 32
Figura 2. "Curva de Variación Horaria"..... 40

INTRODUCCIÓN

En la formación del ingeniero civil se destaca el conocer las funciones sociales que debe cumplir. Una de ellas es ofrecer soluciones a los problemas de las comunidades más pobres y regiones más degradadas y necesitadas del país. El Ingeniero debe tener además una conducta regida por *"Código de Ética"* del *Colegio de Ingenieros de Venezuela (CIV)*, así como también debe tener presente el *"Código de Ética Ambiental para Ingenieros"* de la *Federación Mundial de Organizaciones de* Ingenieros *FMOI* (Anexo 4).

El sector denominado Piedra de Moler de la parroquia Maiquetía en el Estado Vargas, no fue afectado por los deslaves ocurridos en diciembre de 1999, aunque sí sus servicios y en consecuencia la calidad de vida de sus habitantes, así como también de las zonas aledañas al barrio donde se ubican diversas instituciones.

Esto ha motivado la elaboración de este Trabajo Especial de Grado que, a través de los servicios asociados a las variables ambientales en las cuales se involucra la ingeniería civil, ha estudiado este sector presentando a nivel conceptual las soluciones urbanas, viales, de recolección de basuras, abastecimiento de agua potable y recolección de aguas servidas.

En este sector, existen una zona urbana planificada en las cotas más bajas con una población estimada de 2550 habitantes y, en la parte alta no planificada, viviendas del tipo rancho donde habitan aproximadamente 3250 personas.

En el sector urbano planificado se ubican servicios de importancia para el Estado Vargas tales como: Hospital San José, Instituto Ciclo Básico Evelia Pimentel, Estación de Bomberos, Centro Comercial Litoral, Colegio San Vicente de Paúl y las oficinas y depósitos de Hidrocapital.

Las soluciones presentadas son de carácter conceptual y es posible en futuros Trabajos Especiales de Grado avanzar en cada uno de estos aspectos, hasta lograr elaborar la ingeniería a detalle suficiente para la construcción y hacer un aporte concreto a la comunidad de Piedra de Moler y zonas vecinas.

CAPÍTULO I. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

Venezuela, en las últimas décadas ha experimentado un proceso de transformación no previsto ni orientado, éste proceso no es más que la expansión física y la urbanización de las ciudades, y su consecuente localización de poblaciones marginales que contrastan con el desarrollo de las áreas urbanizadas en la ciudad, quedando en evidencia la mala planificación del desarrollo urbano, el cual no garantiza un nivel de vida adecuado a la población.

Un claro ejemplo de este contraste es la Parroquia Maiquetía, perteneciente al Estado Vargas, y más específicamente la zona conformada por el Barrio Piedra de Moler, el cual se encuentra muy cercano a una zona urbanizada con planificación al norte del mismo.

I-1 *Ubicación y Conformación*

La zona de estudio se encuentra ubicada en la zona central de la Parroquia Maiquetía del Estado Vargas, en el Litoral Central Venezolano. Tal como se ha mencionado, puede ser dividida en dos sectores: un primer sector constituido por una zona de urbanización controlada ubicada al pie del segundo sector, correspondiente a una zona de barrio conocida con el nombre Piedra de Moler.

El primer sector, a pesar de tratarse de una zona de urbanización planificada, presenta condiciones urbanísticas y ambientales precarias. Esta zona comprende parte del Sector Maiquetía, zona central de la Parroquia, donde se debe destacar que se incluye un conjunto de instituciones de importancia para

la comunidad, así como un tramo de la Avenida Soublette, la cual es una arteria vial de gran importancia en el municipio. La extensión del primer sector es de aproximadamente 8,7 hectáreas y sus límites se ilustran en el Anexo 1, Plano 1 "Límites y Ubicación Zona de Estudio".

Las tierras que conforman el segundo sector, correspondiente al Barrio Piedra de Moler, tienen una extensión aproximada de 18.3 hectáreas y se le atribuye una densidad poblacional de aproximadamente 175 habitantes por hectárea. Los límites de estas tierras son:

-*Norte*: Calle Real de Pariata y calles El Desvío y El Viaducto, las cuales son sus accesos principales.

-*Este*: Calle La Línea.

-*Sur*: Parque Nacional El Ávila, el cual invade parcialmente, ya que las viviendas se ubican incluso por encima de la cota 120msnm, la cual es el límite norte del Parque Nacional.

Oeste: Quebrada sin nombre que la separa del Barrio Los Hornitos.

I-2 *Tipo de Asentamiento*

Debido al mal desarrollo urbanístico la ciudad crece en forma desordenada, buscando soluciones orientadas a la obtención de ganancias económicas e induciendo a la proliferación de *asentamientos no controlados.*

Los asentamientos no controlados son considerados como una expresión carente de planificación. Estas áreas se han desarrollado al margen de los controles o las directrices incorporadas en planes urbanos, que a menudo, han sido acusados de ser impedimento y obstáculo para los esfuerzos de planificación en las ciudades donde ellas han aparecido en gran número. Estos asentamientos son comúnmente conocidos como Barrios.

La zona de estudio del presente trabajo constituye un claro ejemplo de esta situación, ya que dentro de sus límites se encuentran ubicados dos sectores, uno de urbanización controlada y otro de asentamiento no controlado o barrio, que se da como consecuencia del crecimiento del primer sector. En la zona se verifican las esperables consecuencias de desarrollo anárquico carente de orientación y asistencia, dificultando el mejoramiento de la calidad de vida. El asentamiento de este barrio ocurrió aproximadamente en el año 1939.

I-3 *Aspecto Físico-Geográfico*

Existen aspectos físico-geográficos que constituyen rasgos definidos y notables de un sitio cualquiera. Éstos pueden influir en su estabilidad y hasta ser limitantes para el desarrollo y ocupación del espacio con fines urbanos, por lo cual deben tenerse presentes al momento de hacer un análisis del sitio.

Los aspectos físico-geográficos a considerar en el presente estudio son: relieve, clima, hidrología y vegetación.

I-3.1 Relieve

El relieve del Estado Vargas está formado por una estrecha área costera sobre el Mar Caribe y un área montañosa paralela a ésta conocida como la Serranía del Litoral, la cual alcanza alturas superiores a los 2.000 msnm que caen abruptamente al mar. En el Anexo 1, Plano 2 "Planta General Zona de Estudio" se pueden apreciar las variaciones de la topografía en la zona.

La zona de estudio se extiende aproximadamente entre las altitudes 20 y 175 msnm. El barrio se ubica aproximadamente a partir de la cota 50 msnm y

posee un relieve de pendientes fuertes por encontrarse mayormente ubicado en los terrenos del Parque Nacional el Ávila. Desde el punto de vista de urbanismo y prestación de servicios, estas características son favorables para el drenaje de las aguas, pero presenta la desventaja de dificultar el acceso a la zona. El resto de la zona de estudio presenta unas pendientes más suaves y está comprendida entre las altitudes 20 y 50 msnm.

I-3.2 Clima

El clima se clasifica como Tropical-Cálido. La temperatura media anual del estado es de 26,5 °C.

I-3.3 Hidrografía

El Estado Vargas se caracteriza por corrientes de agua que desembocan en el mar. En general, son de bajo caudal medio, altas pendientes, trayecto corto y comportamiento torrencial. Al este de la zona de estudio se encuentra la quebrada Piedra Azul, al oeste una quebrada sin nombre que presenta un tramo embaulado (lo cual puede ser observado en las fotos 1 y 2), y al norte el manantial de Quenepe cuyas aguas siguen su curso hasta la Quebrada Piedra Azul.

Foto 1.- Tramo sin embaular de quebrada al oeste

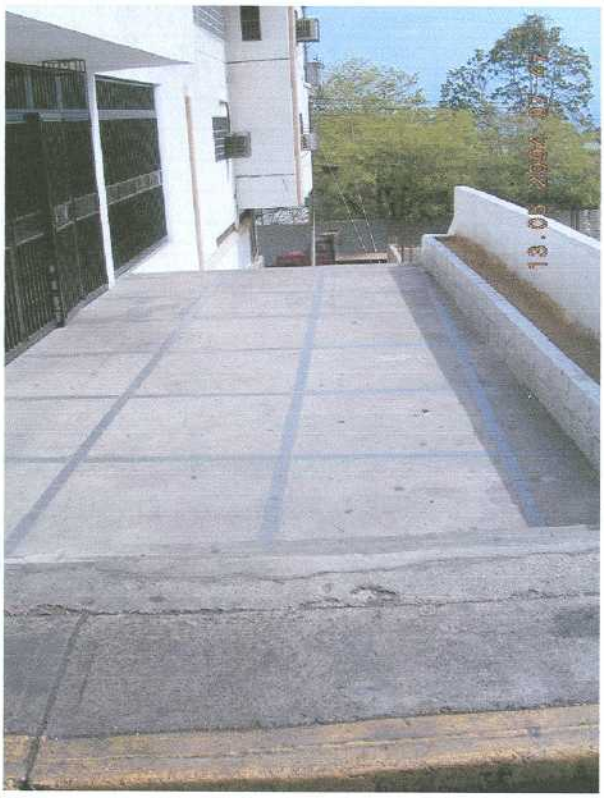


Foto 2.- Tramo embaulado de quebrada al oeste

I-3.4 Hidrología

Los datos requeridos para un estudio hidrológico comprenden mediciones de lluvias y datos hidrométricos de medición de caudales entre otros. Sin embargo no existen series históricas de datos hidrométricos en los cauces del Estado Vargas.

La tabla 1 presenta los valores de las láminas de lluvia correspondientes a las curvas Intensidad Duración Frecuencia (IDF), construidas a partir de los datos de la estación de medición Maiquetía para diferentes duraciones y períodos de retorno hasta 500 años.

Tabla 1.- Láminas máximas en mm. Estación de medición Maiquetía 0502

Período de Retorno	Estación: Maiquetía 0502									
	Tiempo en minutos									
	5	10	15	30	60	180	360	540	720	1440
2,33	9	14	18	27	39	54	62	69	70	82
5	11	17	22	34	48	71	83	96	98	132
10	13	19	26	39	56	86	101	117	120	173
25	15	23	30	45	65	105	124	144	148	225
50	17	26	33	50	73	118	145	175	200	263
100	19	28	36	55	80	132	157	185	189	301
200	21	30	39	60	87	145	174	205	210	339
500	23	34	43	66	96	163	195	231	237	389

Fuente: CGR Ingeniería

Es importante destacar que los valores expuestos no toman en cuenta mediciones de lluvias durante los deslaves de diciembre del año 1999, lo que influye notablemente en los resultados presentados para duraciones mayores de 12 horas.

I-3.5 Vegetación

La vegetación en el Estado Vargas se caracteriza por un bosque seco-tropical que forma una franja paralela a la costa, con especies como: cují, dividivi, araguaney, ceiba y jabillo. A partir de la cota 100 msnm hay un bosque húmedo premontañoso, con especies como: caoba, cedro, saquisaqui, jobo, apamate y samán. La humedad de las masas de aire que chocan con la montaña generan un bosque nublado. En la foto 3, captada desde el Colegio San Vicente de Paúl se puede apreciar la presencia de abundante vegetación en el sector de mayores altitudes de la zona de estudio.

Foto 3.- Vegetación presente en la zona de asentamiento no controlado

I-4 *Aspectos Demográfico, Social y Económico*

El estudio de estos aspectos permite establecer las condiciones de vida, las formas de organización de la población y determina la posibilidad de participación de la comunidad en planes y programas especiales para su beneficio. Además, sirve como índice de la capacidad de integración del barrio con la ciudad.

La población total de la zona en estudio se estima en aproximadamente 5800 habitantes. Estos datos se obtienen partiendo de una densidad poblacional de aproximadamente 175 habitantes por hectárea (característica de la Parroquia) y un área de aproximadamente 27 hectáreas que conforman el total de la zona en estudio.

En la zona de estudio el crecimiento de la población está asociado a la actividad portuaria. La mayor cantidad de empleos en la región se generan directa e indirectamente en las áreas portuarias, actividades asociadas al gobierno local, comercio y actividades vinculadas a las instituciones educativas y médico asistenciales de la zona.

CAPÍTULO II. VIVIENDA

A diferencia de lo que usualmente se considera, la vivienda abarca algo más que una instalación física, es una estructura material y social que influye notablemente en el bienestar y salud física y mental de sus habitantes. Al hablar de vivienda se incluye además a los servicios, instalaciones y espacios de sus inmediaciones necesarios para el desarrollo y bienestar familiar e individual.

Las condiciones de una vivienda deben ser tales que puedan satisfacer las necesidades físicas y sicológicas básicas de sus habitantes, para así poder conformar una comunidad saludable y con una buena calidad de vida. Para ello las instalaciones deben cumplir con ciertos requisitos de ventilación, iluminación, protección contra ruidos, servicios de abastecimiento de agua y disposición de excretas, disposición de desechos sólidos, espacio suficiente en dormitorios, espacio para recreo y esparcimiento, así como también deben proporcionar privacidad, permitir una vida familiar y colectiva normal y facilitar niveles adecuados de limpieza y comodidad.

En Gaceta Municipal Ordinaria N° 194 del Estado Vargas, de fecha 11 de diciembre de 1.997, según la "*Ordenanza sobre Ordenación Urbanística*", en Capítulos II y III, Artículos 16 y 25 respectivamente, se enumeran las variables urbanas fundamentales en edificaciones y urbanizaciones.

Es frecuente que en poblaciones de asentamiento no controlado se evidencie el incumplimiento de estos requerimientos en la mayoría de las viviendas, esto se debe a la poca o inexistente planificación típica de este tipo de asentamientos. En la foto 4 se puede observar una de las características de este tipo de asentamientos, ésta es la presencia de conexiones ilegales a los tendidos eléctricos públicos debido a la falta de este servicio en las viviendas.

Foto 4.- Conexiones ilegales al tendido eléctrico en la Calle Real de Pariata, Maiquetía.

En estos asentamientos se observa con frecuencia la ubicación de viviendas sobre las márgenes de quebradas, lo cual representa un riesgo para la integridad de las mismas y de quienes en ellas habitan, ya que se trata de terrenos con potenciales deslizamientos y peligro de arrastre por desbordamiento de la quebrada.

En la "*Ordenanza de Zonificación del Centro Tradicional de la Parroquia La Pastora, Distrito Federal*", en Gaceta Municipal del Distrito Federal Extraordinaria N° 1051 del 10 de marzo de 1981, se trata esta problemática proponiendo como solución las "*Viviendas de Sustitución*".

Las *Viviendas de Sustitución* cuentan con todos los servicios básicos necesarios y están destinadas a reubicar familias procedentes de viviendas construidas a los márgenes de quebradas. Las zonas anteriormente ocupadas por las viviendas desalojadas podrán ser utilizadas para usos pasivos o servicios,

disminuyendo el riesgo de pérdidas humanas en caso de desbordamientos. Las viviendas de sustitución pueden ser ubicadas en terrenos disponibles dentro del mismo barrio y deben contar con las características de espacio y composición adecuadas. Este tipo de solución habitacional ya ha sido implementado en el Barrio Catuche en Caracas. Allí se han construido 32 viviendas de sustitución donde se han reubicado familias que habitaban en las márgenes de la quebrada Catuche. La foto 5 muestra una de estas edificaciones ya construida y habitada.

Foto 5.- Viviendas de sustitución construidas en el Barrio Catuche, Caracas

Fuente: "Manual de Procedimientos para la Ejecución de Mejoras en los Servicios Públicos de Acueductos y Alcantarillados en Zonas de Barrios", HIDROCAPITAL.

II-1 *Situación Actual de Vivienda de la Zona de Estudio*

La zona de urbanización planificada presenta viviendas que cumplen con los requerimientos básicos para el desarrollo de sus habitantes, sin embargo es evidente el deterioro general de las inmediaciones debido al crecimiento poblacional y desarrollo de asentamientos no controlados.

En visitas realizadas al sitio se pudo constatar las precarias condiciones de las viviendas de la zona de asentamiento no controlado. En las fotos 6 y 7 se puede apreciar la falta de espacio entre viviendas, el riesgo debido a las altas pendientes del terreno donde se han construido y la presencia de fallas estructurales tales como discontinuidad en columnas que evidencian la construcción sin aplicación de técnicas ingenieriles y normas urbanas, todas éstas características de zonas de asentamiento no controlado.

Foto 6.- Problemas estructurales en las viviendas pertenecientes a la zona de asentamiento no controlado

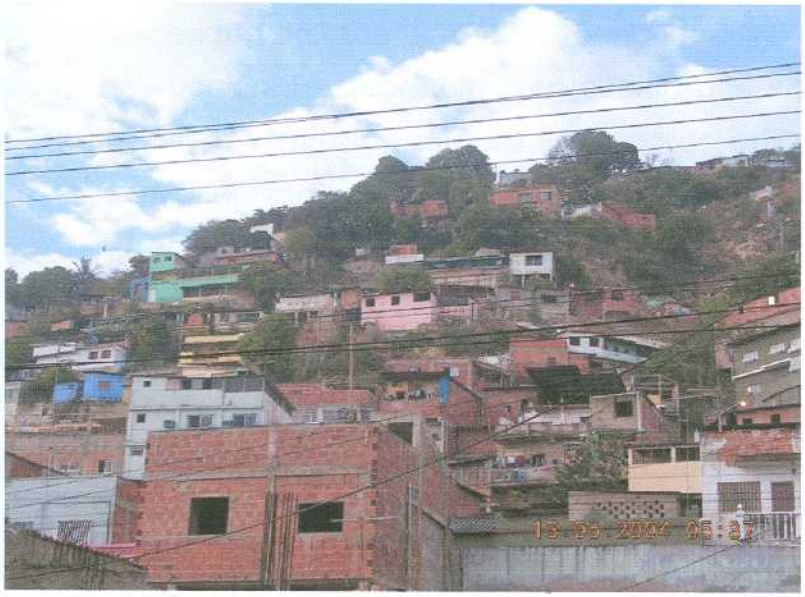


Foto 7.- Viviendas construidas a los márgenes de quebradas y con poco espacio entre ellas.

II-2 *Solución Habitacional Propuesta*

Para solventar en parte el problema habitacional del área de barrio en la zona de estudio, se propone la opción de reubicación de viviendas construidas a los márgenes de las quebradas. Para ello se propone la construcción de 2 edificaciones equivalentes a 21 viviendas de sustitución ubicadas en cualquiera de los lugares indicados en el Anexo 1, Plano 4 "Propuesta Urbana".

Las edificaciones que albergarán a los residentes de las 21 viviendas eliminadas, podrán ser edificios de tres pisos con cuatro apartamentos en cada uno de ellos, contarán con instalaciones de servicios tales como lavandería y aseo en la planta baja además de contar con los espacios y retiros necesarios para garantizar una buena calidad de vida a sus habitantes. También se contempla la opción de edificios de seis pisos con entrada por la planta

media, de manera que sólo se deban subir o bajar tres niveles desde la planta principal y evitar la necesidad de ascensores aprovechando mejor los espacios disponibles para construcción. Se debe tomar en cuenta que las pendientes del terreno no excedan los valores aptos para este tipo de edificaciones. Se considera que una pendiente mayor al 40% es excesiva.

Se propone la construcción de las nuevas vías las cuales se decidió llamar "Ribereña" (este y oeste) y "Vega" (este y oeste), cuya ubicación se indica en el Anexo 1, Plano 3 "Propuesta Urbana". La construcción de estas nuevas vías genera importantes beneficios para la población de la zona ya que permitirá la factibilidad de servicio de transporte con rutas de acceso a las zonas más pobladas, colocación de tuberías de suministro de agua y colectores de aguas negras, así como servicios de recolección de desechos sólidos y tendidos eléctricos. Además de estos beneficios, se disminuye el riesgo de pérdidas humanas por desbordamiento de quebradas, las cuales serán debidamente canalizadas y no será posible la construcción de viviendas en sus márgenes ya que allí se ubicarán las vías propuestas.

Se debe tomar en cuenta, que debido a las fuertes pendientes presentes en el terreno natural donde serán ubicadas las vías propuestas, se debe realizar un movimiento de tierras para adecuar dicha pendiente, así como tambien se recomienda la colocación de tramos de bajas pendientes o pendiente cero cada 50 metros que tambien servirán de acceso salida y retorno a dicha vía.

CAPÍTULO III. SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA

El agua es uno de los recursos naturales más abundantes y de mayor importancia para el desarrollo de la vida (humana, vegetal y animal); sin embargo, a pesar de ser el más abundante quizás es el más limitado, ya que aunque el 70% de la superficie de la tierra está cubierta por agua, un 97% de este total corresponde a agua salada no apta para el consumo humano, ni para uso agrícola; el 3% restante, corresponde a agua dulce, de la cual tan solo el 1% es fácilmente accesible para el consumo humano pero debe ser sometida a algún proceso de potabilización.

En este capítulo se tratará lo relacionado con la cantidad y calidad de agua que se requiere para satisfacer las necesidades de la sociedad en general, fuentes, potabilización, almacenamiento, transporte y distribución que, según la *"Ley Orgánica para la Prestación de los Servicios de Agua Potable y de Saneamiento"* en su Artículo 35, se definen como procesos asociados a la prestación de los servicios de Agua Potable y de Saneamiento.

III-1 *Fuentes de Agua para Abastecimiento Municipal*

Las principales fuentes de agua son aquéllas provenientes de aguas superficiales (mares, ríos, lagos, embalses, entre otros) y subterráneas (pozos, manantiales y galerías filtrantes), ambas fuertemente influenciadas por las actividades humanas de cada región. En algunos casos, donde no es posible acceder a las aguas subterráneas o superficiales (regiones áridas), se puede optar por la desalinización de agua de mar y la recuperación de aguas residuales tratadas. Estos tratamientos son bastante costosos pero producen agua de calidad adecuada para cualquier propósito.

No todas las fuentes existentes son aprovechables para el consumo humano. El decreto 883 *"Normas para la Planificación y el Control de la Calidad de los Cuerpos de Agua y Vertidos o Efluentes Líquidos"* , en su Capítulo II *"De la Clasificación de las Aguas"*, artículo 4°, establece que las aguas provenientes de las diferentes fuentes según los usos a los que estén destinadas deben cumplir con determinados limites y rangos de calidad en base a parámetros como Oxigeno Disuelto, pH, color real, turbiedad, fluoruros y organismos coliformes así como presencia de determinados compuestos.

III-1.1 Aguas Superficiales

Las aguas superficiales representan una fuente importante de abastecimiento de agua debido a la gran cantidad que se puede extraer de ellas sin alterar su ecosistema. Su desventaja radica en que estas aguas están expuestas a todo tipo de contaminación proveniente de fuentes diversas e intermitentes, como residuos de aguas de origen municipal e industrial, drenaje (urbano y agrícola) y la misma erosión del suelo, lo que hace necesario la implementación de tratamientos extensos y en algunos casos muy costosos.

En el sistema de acueducto del Estado Vargas las aguas superficiales constituyen la principal fuente para el abastecimiento.

III-1.2 Aguas Subterráneas

Las aguas subterráneas son aquéllas que se han formado debido a la filtración del agua desde la superficie, a través de los poros del suelo hacia el interior del mismo, dando origen a depósitos de agua denominados acuíferos. La extracción del agua de estos depósitos normalmente se realiza por medio de pozos. Éstos son perforaciones que se realizan al terreno con el fin de llegar al

agua y bombearla hacia la superficie para luego ser utilizada según el uso que se requiera. Los mismos generalmente se realizan a través de contratos, de servicios municipales o particulares realizados a organizaciones especializadas en este tipo de trabajo.

La ventaja de este tipo de fuente es que se pueden utilizar con un mínimo tratamiento debido a lo difícil que resultan de ser contaminadas; es por ello que en los casos en que el sistema de abastecimiento local no es eficiente, los particulares prefieren los pozos para su abastecimiento.

En el Estado Vargas se ha adoptado en muchos casos la opción de perforación de pozos privados por particulares como solución alterna para el abastecimiento de agua.

III-1.3 Agua de Mar

Es posible transformar el agua de mar en agua dulce apta para el consumo humano a través de diversos procesos, los cuales permiten extraer las sales disueltas presentes en el agua (desalinización). Sin embargo, los costos asociados a estos procesos (sin contar con el de eliminar los residuos de sal que se genera) son extremadamente altos, lo cual hace que el agua de mar se utilice únicamente en áreas con una extrema escasez de agua dulce.

A pesar de que el Estado Vargas es una zona costera, la opción de desalinización no ha sido adoptada por los motivos antes expuestos.

III-1.4 Aguas Residuales Recicladas

Las aguas recicladas son aquellas aguas servidas que han sido sometidas a tratamientos suficientes como para volver a ser utilizadas tanto para la agricultura y la industria así como para limitados usos municipales. Este tipo de agua se utiliza en los casos donde es imposible obtener agua dulce suficiente.

En el Estado Vargas la opción de aguas recicladas no ha sido adoptada como solución para la disminución del consumo de agua potable.

III-2 *Almacenamiento de Agua*

En cualquier sistema de suministro de agua municipal, para poder abastecer eficientemente la demanda variable de agua de la comunidad, es necesario el almacenamiento del agua para compensar dichas variaciones y poder brindar un servicio de agua continuo. Además, también se debe tener en cuenta que existen situaciones de emergencia (incendio, interrupciones por daños de tuberías de aducción o estaciones de bombeo, entre otras.) que hacen necesario tener una reserva de agua para estos casos.

En todo sistema de almacenamiento es importante determinar para su eficiente funcionamiento los siguientes aspectos: tipo de almacenamiento, capacidad y ubicación.

Para el almacenamiento del agua generalmente se utilizan estanques, los cuales pueden ser de dos tipos según su forma de construcción: estanque superficial (si es construido sobre la superficie del suelo directamente) y estanque elevado (cuando por requerimiento de altura es construido sobre una torre).

Los estanques superficiales por razones económicas pueden ser de varias formas: en forma de paralelepípedo (preferiblemente para pequeñas y medianas capacidades) y de forma cilíndrica (para grandes capacidades). Generalmente son construidos de concreto armado y con varias divisiones (celdas) para facilitar la limpieza.

En los estanques elevados la forma, material de construcción y dimensiones serán determinados principalmente por motivos económicos, y en algunos casos por motivos ornamentales debido a que pueden ser considerados como un atractivo espacio recreacional.

La capacidad del estanque de almacenamiento debe contemplar por lo general las variaciones horarias de consumo, emergencias por incendios y reserva para cubrir daños e interrupciones en la infraestructura del sistema de aducción. Como por lo general las variaciones diarias de la demanda no se conocen se utilizan las sugeridas por las Normas INOS (gráfica que representa las variaciones horarias del consumo) o por estudios realizados para una zona específica (Curva de Caricuao). Estas variaciones del consumo se ven afectadas por la existencia de tanques de almacenamiento particulares en las viviendas. En el Estado Vargas se evidencia la existencia de dichos tanques en gran cantidad de viviendas; la zona de estudio del presente trabajo no escapa de esta situación.

En referencia al almacenamiento de reserva para combatir incendios, las normas establecen que la dotación necesaria varía de acuerdo al uso de la tierra. Finalmente, la reserva para cubrir los daños al sistema de aducción se puede calcular por medios gráficos a través de un diagrama de masa, pero si no se posee información, esta reserva de operación se toma de 15 a 25% del consumo diario máximo.

En cuanto a la ubicación del estanque de almacenamiento, éste se colocará de manera que garanticen las presiones en la red que se encuentren dentro de los límites establecidos por las normas. En tal sentido las Normas INOS, *("Normas para el diseño de los abastecimientos de agua")* indican el valor mínimo que pueden alcanzar las presiones en la red durante las demandas máximas horarias según el tipo de vivienda de la zona a ser abastecida, de esta manera establece como presión mínima "en barrios con ranchos o casas pobres que se surtirán de fuentes públicas: 5m", observándose así, que la ubicación del estanque debe tomar en cuenta la topografía y la distribución del consumo en la zona para poder satisfacer las presiones de servicio.

Para el abastecimiento del Estado Vargas se cuenta con diversos estanques de almacenamiento. En el abastecimiento de la zona de estudio participan algunos de ellos: el Estanque Weekend y los Estanques Pailas I y Pailas II.

III-3 *Potabilización del agua*

El agua proveniente de cualquier fuente de abastecimiento debe ser tratada de forma tal que sea apta para el consumo humano. Estos tratamientos incluyen remoción de microorganismos patógenos, sabores, olores, color y turbiedad, minerales disueltos y materiales orgánicos peligrosos. Todos estos parámetros que tienen que ver con la calidad del agua se encuentran regulados en las *"Normas Sanitarias de Calidad del Agua Potable"* publicadas en Gaceta Oficial N° 36.395 de fecha 13 de Febrero de 1998, en donde se establecen los valores máximos de aquellos componentes o características del agua que representan un riesgo para la salud de la comunidad, o inconvenientes para la preservación de los sistemas de almacenamiento y distribución del líquido, así como la regulación que asegure su cumplimiento.

El sistema de acueducto del Estado Vargas cuenta con la Planta de Tratamiento Picure, encargada de la adecuación de las aguas a ser distribuidas por el sistema.

III-4 *Distribución del Agua*

Un sistema de distribución debe ser capaz de conducir las aguas desde los estanques de almacenamiento hasta los centros de consumo. Por lo general, para la distribución del agua se diseña una red de tuberías que trabajan a presión (bien sea por gravedad o bombeo) lo cual implica la selección de un grupo de tuberías de tamaños variables y normalizados, que sean capaces de proporcionar flujos y presiones requeridos para cualquier combinación razonable de demandas.

Es importante mencionar que, cuando se presenta una falla en la red de distribución y por alguna razón se agotó el agua almacenada en los tanques, es posible recurrir a la contratación de camiones cisternas para así satisfacer la demanda mientras se soluciona el problema.

III-5 *Usos y Consumos del Agua*

En Venezuela los usos del agua se dividen según el propósito o la naturaleza del usuario; de esta manera, según la Gaceta Oficial N° 4044 Extraordinario, de fecha jueves 08 de septiembre de 1988, los usos más comunes que se le dan al agua son: doméstico, comercial e industrial, uso público y además se toman en cuenta las pérdidas.

El uso doméstico se refiere al suministro de agua a casas, edificios, hoteles, para ser utilizadas en cocinas, higiene, riego de céspedes y jardines, entre otros. El

uso comercial e industrial es el que se encarga del suministro de agua a los establecimientos industriales y comerciales como lo son almacenes, fábricas y oficinas. El uso público es el suministro de agua para edificios y servicios públicos como colegios, riego de calles, edificios del gobierno y protección contra incendio. También son tomadas en cuenta las pérdidas de agua no contabilizadas o no atribuidas a un usuario específico, debido a errores o fallas en el sistema (fugas, conexiones no autorizadas en el sistema, entre otras).

De esta manera, la demanda total a ser abastecida se obtiene de sumar todos los elementos mencionados anteriormente.

En la actualidad, es difícil estimar la cantidad de agua que se necesita para tener estándares de vida mínimos o aceptables. Sin embargo, ésta no sólo depende de las necesidades mínimas y de cuanta agua se dispone para el uso, sino también del nivel de desarrollo económico y del grado de urbanización de la población a ser abastecida.

El decreto 883 *"Normas para la Planificación y el Control de la Calidad de los Cuerpos de Agua y Vertidos o Efluentes Líquidos"* , en su Capítulo II *"De la Clasificación de las Aguas"* , plantea una clasificación de las aguas según sus usos en siete tipos. A continuación se explican los tipos de agua según esta clasificación:

Tipo 1

"Aguas destinadas al uso doméstico y al uso Industrial que requiera de agua potable, siempre que ésta forme parte de un producto o subproducto destinado al consumo humano o que entre en contacto con él". A su vez las aguas *Tipo 1* se subdividen en *1A, 1B* y *1C*, según el nivel de tratamiento que requieren para ser acondicionadas para el consumo.

Tipo 2

"Aguas destinadas a usos agropecuarios". A su vez las aguas *Tipo 2* se clasifican en los subtipos *2A* y *2B*, según el uso del cultivo a ser regado.

Tipo3

"Aguas marinas o de medios costeros destinadas a la cría y explotación de moluscos consumidos en crudo".

Tipo 4

"Aguas destinadas a balnearios, deportes acuáticos, pesca deportiva, comercial y de subsistencia". Éstas aguas a su vez se clasifican en 4A y 4B, según sea el contacto humano total o parcial.

Tipo 5

"Aguas destinadas para usos industriales que no requieren de agua potable".

Tipo 6

"Aguas destinadas a la navegación y generación de energía".

Tipo 7

"Aguas destinadas al transporte, dispersión y desdoblamiento de poluentes sin que se produzca con el medio ambiente adyacente".

Las *"Normas para el Diseño de los Abastecimientos de agua"* del instituto nacional de Obras Sanitarias para el Sector Urbano señala lo siguiente: "Cuando sea necesario proyectar un sistema de abastecimiento de agua para una ciudad y no se tengan datos confiables sobre consumo, se sugieren como consumos mínimos permisibles para objeto del diseño, lo indicado en la siguiente tabla."

Tabla 2.- Consumos mínimos permisibles. Normas Inos.

Población	Servicio con medidores (lts/pers/día)	Servicio sin medidores (lts/pers/día)
Hasta 20.000 habitantes	200	400
De 20 a 50.000 habitantes	250	500
50.000 habitantes	300	600

III-6 *Enfermedades de Origen Hídrico*

Las sustancias nutritivas presentes en el agua pueden ser favorables para el desarrollo de diferentes microorganismos. La transmisión de organismos patógenos a través del agua ha sido la fuente de epidemias de algunas enfermedades.

El origen de muchas de las bacterias presentes en el agua se encuentra en el contacto de ésta con el aire, el suelo y animales o plantas vivas o en descomposición, así como también por el contacto con fuentes minerales y materia fecal.

La tabla 3 lista las principales enfermedades cuyos gérmenes pueden ser transmitidos por el agua, así como los organismos causantes, fuentes del organismo en el agua y síntomas que presenta la enfermedad.

Tabla 3.- Enfermedades Transmisibles por el Agua

Enfermedad	Organismo Causante	Fuente del organismo en el agua	Síntoma
Gastroenteritis	Salmonella	Excrementos humanos o de animales	Diarrea aguda y vómito
Tifoidea	Salmonella Tiphosa	Excrementos humanos	Intestino inflamado, bazo agrandado, alta temperatura, fatal
Disentería	Shigella	Excrementos humanos	Diarrea
Cólera	Vibro Comma	Excrementos humanos	Vómito, diarrea severa
Hepatitis infecciosa	Virus	Excrementos humanos, mariscos	Piel amarilla, dolores
Amibiasis	Entamoeba hystolítica	Excrementos humanos	Diarrea, disentería crónica
Giardiasis	Giardia Lamblia	Excrementos humanos y de animales	Diarrea, retortijones

Fuente: Romero, J. A. "Calidad del Agua", 1999.

III-7 *Sistema de Abastecimiento de Agua de la Zona de Estudio*

La zona de estudio comprende altitudes que varían entre los 20 y 175 msnm; es por ello que se presentan diferentes comportamientos en cuanto a la eficiencia del sistema de abastecimiento de agua a lo largo de la misma, siendo más favorecida la zona de menor elevación.

En este sentido se puede subdividir la zona de estudio en una zona baja comprendida entre las cotas 20 y 50 msnm, zona media comprendida entre las cotas 50 y 150 msnm y zona alta con cotas superiores a 150 msnm. Esta distribución se corresponde con los niveles de servicio del sistema de

acueducto, pudiendo observarse que la mayor parte del sector estudiado se encuentra dentro de la zona media, la cual corresponde en su totalidad al barrio, mientras que la zona baja corresponde a la de asentamiento controlado en la cual se incluyen las instituciones ya mencionadas. La zona alta corresponde a una pequeña porción del barrio. En el Anexo 1, Plano 3 "Niveles de Servicio de la Red de Acueducto" se puede apreciar la sectorización de la zona de estudio por niveles de servicio.

III-7.1 Situación Actual

Actualmente el sector es abastecido con agua proveniente de los Ríos Maya, Limón y Chichiriviche, todos ubicados en la Parroquia Carayaca, conocidos como las *"fuentes del oeste"*. Los caudales captados en ellas son tratados en la planta de tratamiento Picure, de allí el agua es conducida al estanque Weekend con capacidad de almacenamiento de 5.000 m^3 y cota de fondo 60,4 msnm, el cual puede ser apreciado en la foto 8; éste sirve de succión a la estación de bombeo Weekend cuyo patio de bombas se ilustra en la Foto 9, desde el cual se inicia el abastecimiento a los estanques Pailas I y Pailas II de 11500 m^3 y 300 m^3 de capacidad y cotas de fondo 93 msnm y 160 msnm respectivamente. Desde la estación Pailas I, que puede ser apreciada en la foto 10, se abastece por bombeo el estanque Pailas II, el cual se ilustra en la foto 11, y desde ambos se abastecen las redes media y baja de Maiquetía.

Foto 8.- Estanque Weekend

Foto 9.- Estación de bombeo Weekend

Foto 10.- Estación de Bombeo Pailas I

Foto 11.- Estanque Pailas II

La red media de la zona de estudio es abastecida desde la estación de bombeo Cervecería, ésta se encuentra ubicada a una cota de 50 msnm, cuyas instalaciones se ilustran el la Foto 12. El agua es conducida hasta ella mediante una tubería de diámetro 12" desde el estanque Pailas II hasta el cruce de la calle San Sebastián con la calle Ramos donde parte una tubería de diámetro 4" hasta la estación de bombeo. Dicha estación bombea directo contra la red con dos equipos de 34 l/s y 170 metros de altura de capacidad, el Anexo 2 muestra las características del equipo. Previo a los sucesos de Diciembre de 1999 operaba de 4 a 5 días por semana, con un bombeo de unas 8 a 10 horas. Según información suministrada en conversaciones con personal de Hidrocapital actualmente es abastecida una vez a la semana durante 48 horas.

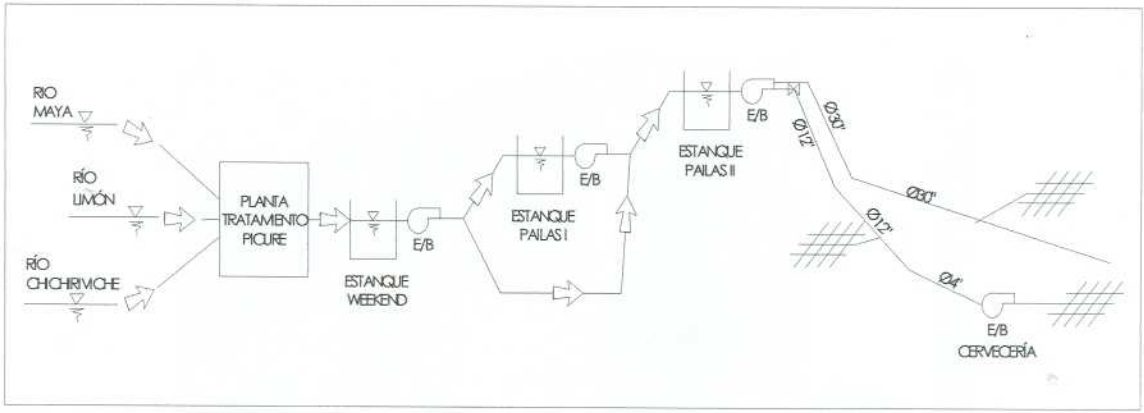
Foto 12.- Estación de Bombeo Cervecería

La zona baja presenta dos sistemas separados de abastecimiento. Las zonas aledañas a la Avenida Soublette (que incluyen la Estación de Bomberos, Centro Comercial Litoral y la U. E. Evelia de Pimentel) se abastecen de una tubería Lock Joint de diámetro 30" proveniente del estanque Pailas II; el servicio de esta zona es continuo. El resto de la zona baja, que incluye el

Hospital San José y el Colegio San Vicente de Paúl se abastecen de la tubería de diámetro 12" antes mencionada, que conduce el agua hasta la estación de bombeo Cervecería. La red de distribución está conformada por tuberías de diámetros variables entre 60 y 250 mm en líneas principales y diámetros de hasta 12,5 mm en tuberías de relleno de la red. La zona alta se abastece de tomas directas por mangueras en cauces.

La figura 1 ilustra de forma esquemática el sistema de abastecimiento de aguas de la zona de estudio.

Figura 1.- Esquema de Sistema de Distribución de Aguas



III-7.2 Calidad del Servicio

El servicio de abastecimiento de agua en la zona media no es continuo. Los vecinos afirman recibir agua del acueducto una vez cada 7 u 8 días, generalmente los días miércoles o jueves, lo cual en algunos casos es suficiente ya que poseen tanques particulares en las viviendas, además de tener otros sistemas de almacenamiento tales como pipotes y envases que son llenados y racionados durante la semana.

En el caso particular del Colegio San Vicente de Paúl, el servicio de abastecimiento de agua no es suficiente. En las instalaciones del colegio poseen un estanque de almacenamiento de 99 m³, sin embargo, se ven en la necesidad de racionar el recurso fijando horarios para el consumo, manteniendo en funcionamiento sólo dos baños (niñas y niños) en cada ciclo escolar (preescolar, básica y diversificado) e incluso han creado sistemas para aprovechamiento del agua de aires acondicionados para riego (este sistema se puede apreciar en la foto 13). En ocasiones el Colegio se ha visto en la necesidad de recurrir al abastecimiento mediante camiones cisterna y dejar abierto el paso de agua para el consumo de la comunidad escolar sólo durante los minutos de receso, e incluso en una oportunidad hace aproximadamente 8 años, el colegio cerró sus puertas por tres días por falta de este vital recurso.

Foto 13.- Sistema de aprovechamiento de agua de aires acondicionados en el Colegio San Vicente de Paúl

En la zona media y baja se han buscado soluciones alternas para el abastecimiento de agua. En el Centro Comercial Litoral, Edificio Zulia

(residencial) y Hospital San José han recurrido a la perforación de pozos para el abastecimiento particular e independiente del sistema de acueducto local. El Colegio San Vicente de Paúl ha estudiado la posibilidad de perforar un pozo privado, sin embargo, por ahora han decidido no hacerlo en vista del alto costo y poca certeza de calidad del agua.

El Edificio Zulia cuenta con el pozo desde hace aproximadamente un año, mas no es actualmente utilizado ya que se determinó que el agua extraída del mismo no era apta para el consumo humano. Esto es una muestra de la anárquica situación de explotación de acuíferos sin información técnica suficiente.

El Centro Comercial Litoral, ubicado aproximadamente a 200 m del Edificio Zulia, es actualmente abastecido por el acueducto local y un pozo particular del cual se extrae un promedio de 20 litros por minuto y en ocasiones se ha llegado a extraer hasta 100 litros por minuto); en este caso se decidió la perforación de un pozo más por motivo del alto costo del servicio que por deficiencia del mismo (según información proporcionada por la administración del Centro Comercial). En este centro comercial se encuentra ubicado un autolavado que recibe un promedio de 80 vehículos diarios y es abastecido por el mismo pozo.

A pesar de ser tan cercanos los pozos del Edificio Zulia y del Centro Comercial Litoral, el aporte de este último, según información de sus dueños, sí cumple con los estándares de calidad para el consumo humano. Sin embargo, está planificado por la administración del centro comercial la colocación de un filtro para mejorar la calidad de potabilización del agua allí extraída.

El Hospital San José también cuenta con un pozo privado, que representa un aporte de 20 litros por minuto, además se abastecen del acueducto local. Poseen dos tanques de almacenamiento, uno de ellos con una capacidad de

200 m³ se abastece de ambas fuentes y el otro estanque recibe agua sólo del acueducto, es de menor capacidad y almacena el agua a ser utilizada en la cocina del hospital.

En visita al sitio se pudo obtener una medición de presión del agua proveniente del acueducto en la Calle Real de Pariata, frente al Colegio San Vicente de Paúl a una cota de aproximadamente 25 msnm (dicha medición puede ser observada en las Foto 14). El agua estaba llegando al estanque del colegio desde aproximadamente las ocho de la mañana, la medición fue realizada a la una y media de la tarde. Se observó una presión de 24 psi, (17 mca) lo cual indica que el acueducto estaba en capacidad de abastecer hasta la cota 42 msnm en el momento de la medición, es decir, que aún no estaba siendo abastecida la red media, ya que no alcanzaba la cota 50 msnm donde se encuentra la estación Cervecería. Se puede inferir que de las cuarenta y ocho horas de servicio del acueducto, la red media no se abastece durante al menos seis horas, mientras se llenan los estanques de las viviendas abastecidas en las zonas más bajas.

Foto 14.- Medición de presión del agua proveniente del acueducto

III-7.3 Planes Existentes

Como consecuencia del desastre natural ocurrido en diciembre de 1999, HIDROVEN decide realizar un *Plan General de Servicios Básicos de Abastecimiento de Agua Potable, Recolección y Disposición de Aguas Servidas y Drenajes Primarios del Litoral Central del Estado Vargas*, dentro del cual se enmarca el *Plan Maestro del Sistema de Abastecimiento de Agua Potable del Estado Vargas*. Éste tiene como propósito definir las acciones y obras hidráulicas requeridas para el abastecimiento de agua urbano, comercial y recreacional de las áreas pobladas actuales, así como de las áreas que se establecerán en el futuro como producto de los trabajos de reconstrucción previstos.

En el Plan Maestro de Acueducto, el área en estudio fue subdividida en cinco sectores, uno de los cuales se denominó *Sector Urbano Centro* (es en éste sector donde se encuentra ubicada la zona objeto del estudio del presente trabajo).

El Plan contempla el mejoramiento de la Aducción Weekend-Macuto-Naiguatá, mediante la colocación de una nueva estación de rebombeo en Tanaguarena. La zona abastecida desde la estación de bombeo Cervecería recibirá agua de las fuentes del oeste y del este, y no sólo del oeste como actualmente ocurre. También se plantea la necesidad de construir nuevos estanques de almacenamiento en las zonas bajas de las poblaciones para compensar las variaciones horarias de las redes bajas y, desde allí, efectuar el rebombeo hacia las redes medias y altas. Para ello se propone la construcción de un estanque de unos 4.300 m^3 de capacidad, con cota de fondo 72 msnm y cota de rebose 75 msnm, ubicado en el sector del trébol de la autopista, que permitirá el abastecimiento a las zonas bajas de Maiquetía y el rebombeo

hacia las zonas medias y altas cuando falle el suministro desde el alimentador Weekend-Picure.

Se prevé que la estación de bombeo Cervecería continúe encargada de servir la red de la zona media, con un aporte de 36 litros por segundo y con capacidad de elevación de 84 mca, la cual descargará en un estanque compensador propuesto de capacidad 1000 m^3, ubicado a la cota 150 msnm. La estación de Cervecería se conectará directamente a las redes, sin estanque de succión, para aprovechar la cota piezométrica impuesta por el estanque El Rincón.

El bombeo hacia la red alta se realizará a caudal constante y se requiere de la rehabilitación del estanque Santa Ana o de la construcción de un estanque de menos de 500 m^3 para controlar el bombeo de la estación el Rincón hacia la red alta. La Estación de Bombeo el Rincón Succionará directamente del estanque El Rincón, el cual se surtirá del alimentador Weekend-Macuto.

III-8 *Solución Propuesta para el Abastecimiento de Agua*

Una vez sea llevado a cabo el Plan Maestro de Acueducto del Estado Vargas, las zonas bajas del sistema de abastecimiento de aguas de la zona de estudio podrán contar con un servicio de calidad que cumpla con los requerimientos de la población que allí se asienta. Sin embargo, la zona media requiere de una red de acueducto capaz de asegurar la distribución hacia los consumidores del servicio, lo cual no está contemplado en el Plan Maestro de Acueducto cuyos alcances aseguran el abastecimiento hasta el estanque "Medio I" encargado de la compensación del consumo de la zona media.

En base a esto se propone una red para la distribución del agua a partir del estaque "Medio I" hacia la zona de barrio comprendida entre las cotas 50 y 150 msnm.

Para el cálculo de la demanda se asumió un caudal máximo de 0.94 lps/ha, en base a los estudios realizados en el Plan Maestro de Acueducto del Estado Vargas. A partir de esto se distribuyó el área total a ser abastecida en sectores asignados a nodos donde se concentran los valores de consumo, obteniéndose una demanda total de aproximadamente 11.16 lps, distribuida en los nodos de consumo como se muestra en el Anexo 2.

Se asignó la ubicación de las tuberías en las vías propuestas procurando un esquema de distribución mallado para garantizar un óptimo funcionamiento del sistema de abastecimiento. Además se seleccionó un diámetro de 4" en todas las tuberías y el material PVC para las conducciones.

III-8.1 Modelo de simulación utilizado

Para el cálculo de la red de acueducto propuesta se hizo uso del programa *WaterCAD®*, el cual es un software distribuído por *Haestad Methods*, que permite la modelación de sistemas de distribución de agua.

El programa permite importar y exportar planos de *AutoCad®* con formato ".dxf" lo cual facilita la entrada y salida de datos, por poder usar escalas reales siguiendo el plano base de topografía y urbanismo.

En el modelo se introducen los datos de configuración de la red en estudio, tales como geometría, ubicación y elevación de elementos como nodos y estanques, longitudes y ubicación de tuberías, características de estaciones de

bombeo (en caso de que sean necesarias), así como características propias del comportamiento de la población en relación al consumo de agua, tales como demanda correspondiente a cada nodo y curva de variación horaria del consumo. De igual manera se puede regular el comportamiento de la red mediante mecanismos de control tales como encendido y apagado de bombas, apertura y cierre de tuberías y válvulas, entre otros.

III-8.2 Funcionamiento de la Red Propuesta

La red de distribución de agua propuesta, ilustrada en el Anexo 1, Plano 5 "Red de Acueducto Propuesta", consta de 14 nodos de consumo, un reservorio o toma de agua ubicado en el lugar donde se encuentra el estanque El Rincón, un estanque compensador propuesto en el Plan Maestro de Acueducto y una estación de bombeo correspondiente a la Estación Cervecería.

A todas las tuberías se les asignó un diámetro de 4" para la corrida inicial, valor modificado posteriormente para obtener resultados de velocidades y presiones dentro del rango conveniente.

La estación de bombeo se caracteriza por una capacidad de descarga de 36 lps y una carga de 84 mca, características indicadas en el Plan Maestro de Acueducto. El estanque tiene una capacidad de almacenamiento de 1000 m3, correspondiente al estanque denominado "Medio I", propuesto en dicho plan.

El estanque "El Rincón" fue tomado para efectos de la simulación como un reservorio, lo cual garantiza que aportará el agua requerida. Este supuesto se realiza en base a lo estimado en el Plan Maestro de Acueducto.
En cuanto a la variación horaria de la demanda, se ha tomado la llamada *"Curva de Caricuao"* (MGA Ingenieros Civiles), ya que es característica de

poblaciones con estanques particulares en las viviendas y de comportamiento similar. Dicha curva se ilustra en la Figura 2.

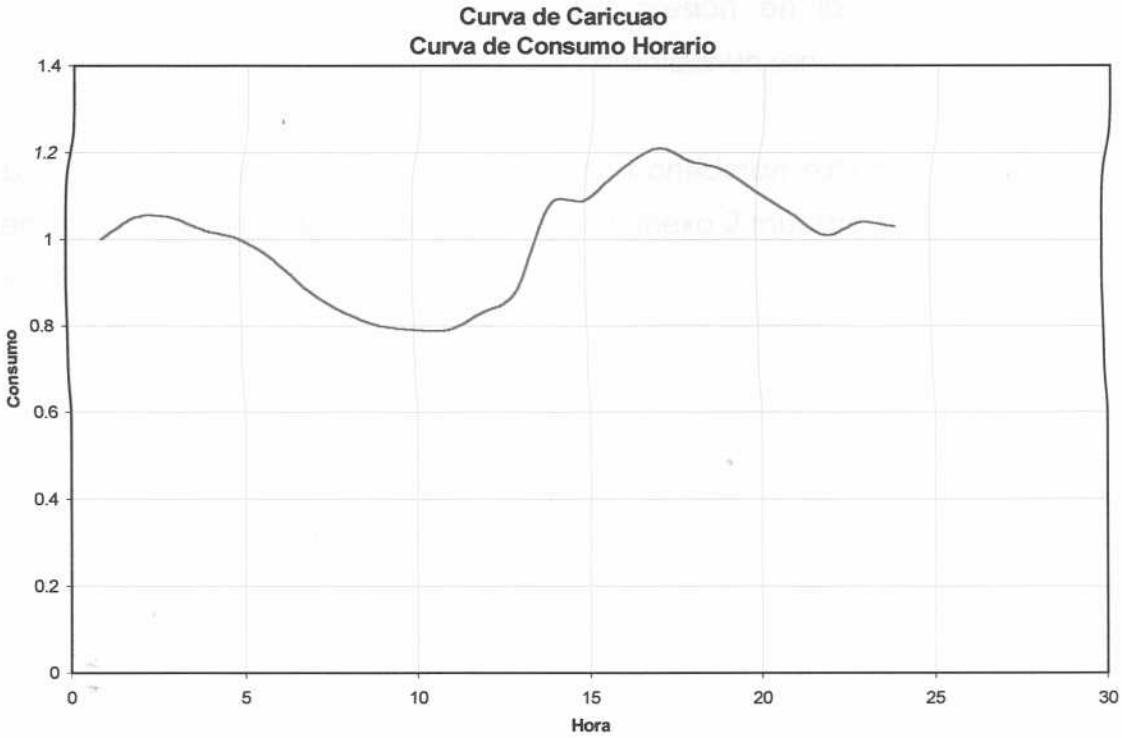


Figura 2- Curva de variación horaria de consumo

Para estimar las pérdidas por fricción en las tuberías se fijó la fórmula de *Hazen-Williams* como parámetro del programa, además se consideró una longitud adicional del 10% en las tuberías para tomar en cuenta las pérdidas localizadas generadas en codos, llaves y salida del estanque entre otros.

Una vez simulada la configuración propuesta, se verificó la factibilidad de la misma; las presiones obtenidas presentaron valores ligeramente por debajo de lo recomendable en los nodos de mayor elevación, por lo tanto no se recomienda hacer conexiones o tomas a la red en dichas zonas. Estos valores de presiones están sujetos a la ubicación del estanque "Medio I" cuya ubicación y características no se variaron con respecto a la propuesta del Plan

Maestro de Acueducto. En algunos de los nodos de menor cota se obtuvo presiones ligeramente elevadas, también como consecuencia de la ubicación del estanque "Medio I" con respecto a éstos; en base a esto se recomienda la colocación de válvulas reductoras de presión en los tramos de tubería correspondientes a dichos nodos para garantizar un servicio adecuado.

Los valores de velocidades obtenidos se consideran satisfactorios ya que se encuentran dentro del rango permitido. El anexo 2 muestra los resultados de la simulación.

CAPÍTULO IV. SISTEMA DE RECOLECCIÓN DE AGUAS SERVIDAS

Una de las necesidades generadas por el asentamiento de una urbanización es la dotación del servicio de recolección de aguas servidas. Este servicio está íntimamente relacionado con el abastecimiento de agua, ya que la existencia de éste último genera la necesidad de recoger y dar salida a las aguas servidas, garantizando así unas buenas condiciones de salubridad en la población.

El término aguas servidas se refiere al residuo líquido proveniente de:

- *Descargas domésticas:* originadas en los dispositivos sanitarios de instalaciones residenciales, comerciales, industriales e institucionales.
- *Descargas industriales:* originadas por procesos tales como manufactura y procesamiento de alimentos.
- *Lluvias* y su consecuente escurrimiento e infiltración. La recolección de aguas pluviales también puede realizarse en forma separada, siendo determinante el factor económico en la decisión del método más aconsejable, el cual puede ser combinado o separado.

Estas aguas deben ser transportadas para finalmente ser dispuestas en un lugar donde no tengan efectos ofensivos ni dañinos a la comunidad ni a la naturaleza. Esto se hace mediante la construcción de tuberías colectoras enterradas denominadas cloacas que fluyen a superficie libre, cuya función es la de conducir dichas aguas a puntos distantes para su tratamiento o disposición final. La disposición de las aguas servidas se refiere a la descarga de residuos líquidos al ambiente, la cual en algunos casos implica algún grado de tratamiento previo a la descarga. El decreto 883 *"Normas para la Planificación y el Control de la Calidad de los Cuerpos de Agua y Vertidos o Efluentes Líquidos"*, en su Capítulo III "Del Control de los Vertidos Líquidos", establece las

normativas y regulaciones de las descargas de agua a los diferentes medios (cuerpos de agua, medio marino costero, redes cloacales y subsuelo).

IV-1 *Sistemas Combinados y Separados*

Las *"Normas e Instructivo para el Proyecto de Alcantarillado"* del Instituto Nacional de Obras Sanitarias, del año 1975, establecen que "se deberá adoptar el sistema separado, y solamente en aquellos casos suficientemente justificados se podrá autorizar otro sistema por vía de excepción" .

Una de las razones más poderosas para inclinarse por un sistema separado es el hecho de que los costos de un sistema combinado por razones del tratamiento previo a la descarga en el curso receptor son significativamente mayores que para los de aguas negras solamente, ya que el flujo de aguas residuales sanitarias es pequeño con respecto al flujo de aguas de lluvias.

Si bien las aguas de lluvia son manipuladas mediante el escurrimiento por calles y cunetas hacia los cursos naturales de agua, éstas también pueden y en algunos casos deben ser conducidas mediante tuberías. Siendo otra consideración de importancia que hace más aconsejable el sistema separado el hecho de que el sistema combinado requiere mayor profundidad de la excavación que la que pudiera requerirse para una tubería que tan sólo conduzca aguas de lluvias.

En la zona de estudio los sistemas de recolección de aguas servidas y de lluvias son teóricamente sistemas separados, sin embargo existen conexiones ilegales tanto de descarga de aguas servidas en drenajes, como descargas de drenajes en colectores de aguas servidas.

IV-2 *Características de las Aguas Servidas*

Los desechos que constituyen las aguas negras cambian totalmente la calidad del agua proveniente del sistema de abastecimiento, haciendo que éstas sean nocivas y perjudiciales, ya que en ellas se encuentran los minerales provenientes de las sustancias orgánicas e inorgánicas contenidas en las excretas, orina y demás desechos que puedan llegar al sistema de recolección. Sin embargo, bajo el punto de vista hidráulico, se altera en muy poco la condición original de fluido líquido, por lo cual se considera que las aguas servidas tienen las mismas características hidráulicas de flujo que el agua, y las leyes que gobiernan la hidráulica también se aplican a éstas.

Las características de las aguas servidas pueden influir en el material de la conducción y en el diseño de ciertas estructuras y estaciones de bombeo.

Los sólidos presentes en las aguas residuales alteran el peso específico del agua lo cual tiene importancia en la determinación de la potencia requerida en caso de ser necesaria la instalación de estaciones de bombeo. Además, deben ser tomados en cuenta en el diseño garantizando velocidades de flujo suficientes para evitar la acumulación de sedimentos en las tuberías, ya que esto representa condiciones no aconsejables tanto desde el punto de vista técnico como sanitario.

También se debe realizar el diseño que asegure velocidades de escurrimiento adecuadas para prevenir la formación de sulfuro de hidrógeno, el cual es un factor negativo por su poder corrosivo y su desagradable olor, motivo por el cual también influye en la selección del material de construcción de los conductos.

IV-3 *Determinación del Caudal de Aguas Servidas*

Los aportes que reciben los colectores de aguas negras son provenientes básicamente de tres procedencias diferentes, éstas son: las aguas servidas provenientes del acueducto, las aguas que se infiltran al colector procedentes del subsuelo y las aguas de lluvia empotradas clandestinamente por cierto porcentaje de viviendas de la localidad.

El gasto de aguas servidas según lo estipulado en las normas del Instituto Nacional de Obras Sanitarias (INOS) se estima de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$Qmáx = (K \times R \times Qm + Q\,\text{inf}) \times C$$

Donde:

$Qmáx$: gasto pico de aguas servidas en lps

K: depende del número de habitantes del desarrollo y se determina mediante la expresión $K = 1 + {}^{14}/_{1+\sqrt{P}}$; (P: población en miles de habitantes)

R: coeficiente de reingreso (0,80)

Qm: gasto media de la población en lps

$Qinf$: gasto de infiltración en lps

C: coeficiente entre 1 y 2. Factor de seguridad relacionado a la posibilidad de la existencia de drenajes incorporados ilegalmente

IV-3.1 Aguas Servidas Provenientes del Acueducto

Tal como se muestra en la ecuación del aparte anterior, el aporte proveniente del acueducto es equivalente al valor del consumo máximo horario. Éste se

obtiene a partir del gasto medio de la población (suma de las dotaciones), afectado con un factor K. No toda el agua entregada por el acueducto a la población ingresa al sistema cloacal por lo cual se utiliza el coeficiente de reingreso R. Las fuentes de abastecimiento que no contabiliza el medidor del acueducto son implícitamente contempladas dentro del coeficiente C.

IV-3.2 Aguas que se Infiltran al Colector

Por lo general los colectores de aguas servidas se diseñan como canales abiertos, debido a esto, existen muchas posibilidades de que ocurra infiltración de aguas del subsuelo hacia los colectores. Esto va a depender de factores como el nivel de la mesa de agua, porosidad del material de la tubería, tipo de juntas, entre otros.

Las *"Normas e Instructivo para el Proyecto de Alcantarillado"* del Instituto Nacional de Obras Sanitarias, del año 1975, en el aparte 3.12 establecen que "El gasto máximo de infiltración a considerar en un sistema de alcantarillado de aguas servidas será de 20000 lt/km/día". "En el cálculo del aporte de las aguas de infiltración, se considerará la longitud de cada uno de los empotramientos correspondientes, comprendida entre el límite de frente de la parcela y el eje del colector". Por consiguiente el valor del caudal de infiltración se obtiene de la siguiente manera:

$$Q\inf = 20000 \times (L_{colector} + L_{empotrmientos})$$

Donde:

Lcolector: longitud del colector en km

Lempotramientos: longitud total de empotramientos en km

IV-4 *Configuración de Redes Cloacales*

Una zona en estudio puede presentar varias alternativas de trazado de colectores principales y secundarios según su topografía. Se debe buscar la que logre la mayor economía y aproveche al máximo su capacidad a fin de obtener el mejor funcionamiento hidráulico del sistema.

Se debe buscar definir el trazado de un colector principal por las calles de menor elevación procurando cubrir toda el área a ser servida. Este colector debe estar a una cota tal que sea capaz de recibir las descargas de todos los colectores secundarios, procurando evitar excesivas excavaciones.

En ocasiones, se puede configurar el sistema buscando la concentración a un punto en lugar de a un eje, conformando un abanico, siempre que esta configuración sea ventajosa para el mejor aprovechamiento de los diámetros de los colectores.

También existen casos que obligan a tener dos colectores principales que converjan a un punto cuando la topografía sea tal que el drenaje natural esté dividido en dos sectores.

IV-5 *Estaciones de Bombeo o Elevadoras*

En algunos sistemas puede evidenciarse que las aguas servidas de un determinado sector no pueden ser drenadas por gravedad. Por ende se presenta la necesidad de diseñar estaciones de bombeo para evitar las grandes excavaciones que se producirían buscando lograr las pendientes necesarias para conducir por gravedad. Para tomar la decisión de cual de

estas opciones es más favorable se debe realizar un completo estudio económico del caso.

El diseño de una estación de bombeo de aguas negras comprende: los accesorios o dispositivos necesarios para el acondicionamiento del líquido cloacal para el bombeo, selección de equipos tales como bomba y motores, diseño del pozo recolector (que puede ser del tipo *Pozo húmedo* o del tipo *Pozo húmedo y seco,* éste último para albergar las bombas separadamente) y por último diseño de la edificación y su apariencia externa.

IV-6 *Disposición Final de las Aguas Servidas*

La red cloacal cumple con alejar de la zona poblada las aguas servidas, sin embargo, esto genera la concentración en puntos determinados de los materiales contaminantes arrastrados por éstas, pudiendo generar condiciones que afectan el medio ambiente tanto en apariencia como en disminución de calidad de los recursos que lo conforman, lo cual podría degenerar en problemas de salud pública.

Si la disposición se realiza directa en cuerpos de agua, se ve afectada la flora y fauna, además de imposibilitar el uso posterior de las aguas de estos cuerpos para fines de consumo o recreación.

Si la disposición se realiza directamente sobre el suelo, se genera la contaminación de cultivos, focos de infección para la transmisión de enfermedades, además de malos olores y el desmejoramiento de la apariencia estética del medio.

Es por todo esto que se requiere de un tratamiento de las aguas servidas antes de su disposición final, minimizando y/o previniendo estos efectos desfavorables.

IV-7 *Sistema de Recolección de Aguas Servidas de la Zona de Estudio*

El sistema de recolección de aguas servidas de la zona en estudio ha sido poco planificado, observándose una gran diferencia entre el sector que agrupa a un número de importantes instituciones para la comunidad y el sector marginal de crecimiento no controlado denominado barrio Piedra de Moler. Esta diferencia existe debido al crecimiento acelerado de la población y su asentamiento en zonas no previstas o no aptas, aunado esto a la falta de organismos que regulen este tipo de asentamientos, lo cual hace difícil el abastecimiento de este servicio en ese sector.

Sin embargo, es necesario plantear la recolección y disposición adecuada de las aguas servidas, como una medida indispensable de saneamiento básico para preservar la salud de la población que habita este sector y conservar el ambiente. Para tal fin, se requiere la evaluación de la situación actual y de planes existentes, posibilitando la proposición de una solución adecuada a este problema.

IV-7.1 Situación Actual

El sistema de recolección de aguas residuales en el Litoral Central, antes del deslave de Diciembre de 1999, se encontraba dividido en núcleos, los cuales eran los encargados del servicio de cloacas en los diferentes sectores; dichos núcleos son: Núcleo Carayaca, Núcleo Catia La Mar, Núcleo Maiquetía,

Núcleo La Guaira, Núcleo Macuto Caraballeda, Núcleo Naiquatá, Servicio Cloacal Los Caracas (según José Cupertino Rojas, 1976).

Según lo dicho anteriormente, la zona en estudio pertenece a la Parroquia Maiquetía, por lo cual su sistema de recolección de aguas servidas y drenaje correspondería al núcleo Maiquetía, el que se encuentra dividido por dos unidades de servicios: Unidad río Currucutí y Unidad Maiquetía-Río Piedra Azul. Esta última presentaba un colector de Oeste a Este que descargaba las aguas servidas en las quebradas de la zona.

De esta manera se evidencia que, para Diciembre del año 1999, el sistema de recolección de aguas servidas se encontraba desprovisto de un enfoque ambiental, debido a que el sistema se encargaba de recolectar las aguas pero éstas, en la mayoría de los casos, eran vertidas sin tratamiento previo directamente a los cursos de agua naturales, ríos, quebradas e incluso a la orilla del mar.

Según las entrevistas realizadas en el sector, se determinó, que la zona baja donde se encuentran las instituciones de servicio a la colectividad no presenta grandes problemas con la prestación del servicio de cloacas, manifestando los usuarios de este servicio que se presta de manera eficiente. Mediante la inspección del sitio se pudo observar la presencia de colectores ubicados a lo largo de la Calle Real de Pariata (en la foto 15 se puede apreciar una boca de visita en dicha calle), lo cual comprueba la existencia de un sistema de recolección de aguas servidas para este sector, que trabaja de forma aceptable puesto que no se observan fugas descontroladas en las calles de los alrededores del sector. También se observó la existencia de sumideros encargados de recolectar las aguas de lluvia, lo cual evidencia la presencia de un sistema de drenaje (en la foto 16 se pueden observar algunos sumideros en la zona).

Foto 15.-Boca de visita en Calle Real de Pariata

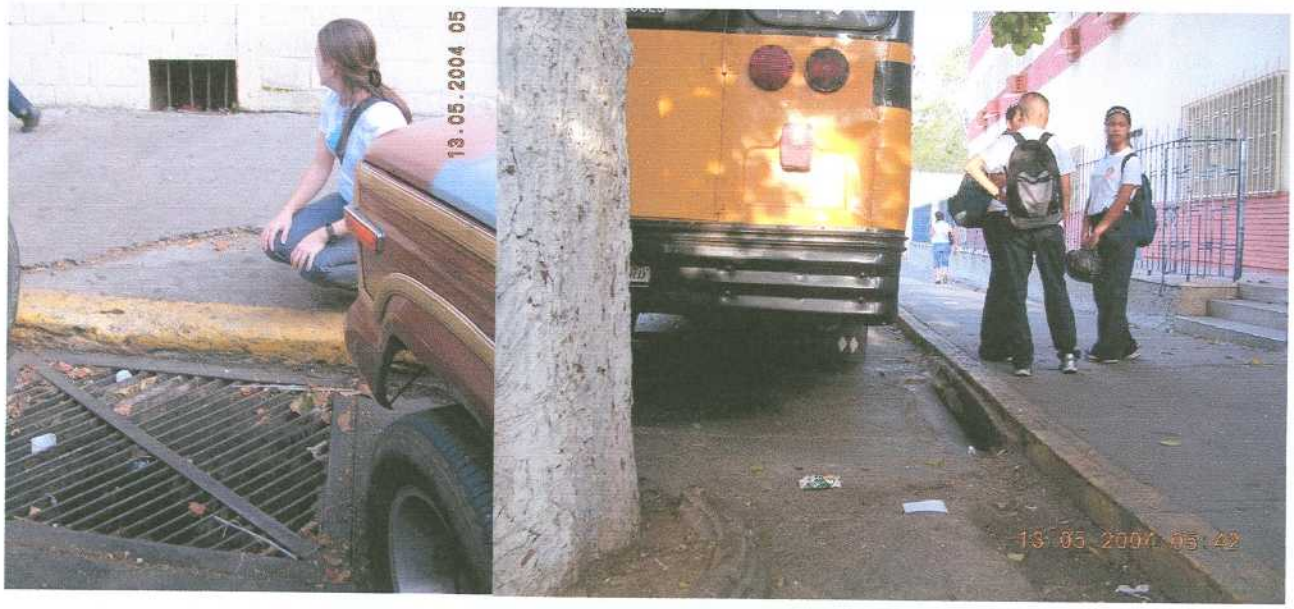


Foto 16.- Sumideros de reja y ventana presentes en la Calle Real de Pariata

Sin embargo, se notó la presencia de malos olores provenientes del drenaje vial, específicamente el ubicado en la Calle Real de Pariata, debido a que, según algunos vecinos las descargas de aguas servidas de las casas situadas

alrededor de éste fueron conectadas ilegalmente al colector de aguas de lluvia.

Por otra parte, los vecinos comentaron que esta calle (Real de Pariata) se inunda cuando ocurren las lluvias, producto del mal estado en el que se encuentran los colectores de drenaje, (tapados) por falta de mantenimiento. Por tal motivo se han visto en la necesidad de buscar soluciones para evitar que el agua les entre al interior de las casas tales como la colocación de tablas en las entradas de las viviendas y la elevación del piso en las entradas 15 o 20 cm con respecto al nivel de la acera; la foto 17 muestra un ejemplo de estas viviendas con entradas elevadas. Testimonios de personal del Colegio San Vicente de Paúl y vecinos de la zona indican que el colegio debe abrir el portón lateral del mismo en días de lluvia, para que las aguas sean captadas por los sumideros que descargan en una quebrada embaulada que pasa por el colegio (en la foto 18 se puede apreciar la quebrada embaulada en las instalaciones del colegio y el portón antes mencionado).

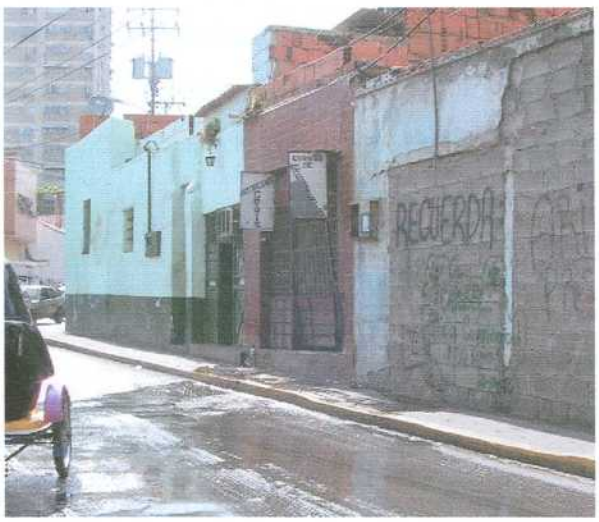


Foto 17.- Viviendas con entradas elevadas en Calle Real de Pariata, Maiquetía

Foto 18.- Quebrada embaulada en Colegio San Vicente de Paúl, Maiquetía

Por otra parte, el sector correspondiente al barrio Piedra de Moler no cuenta con un sistema de recolección de aguas servidas propiamente dicho, sino que cuentan con un sistema improvisado por los habitantes del barrio, el cual consiste en tuberías superficiales que van desde la vivienda hasta el sitio de disposición final que pueden ser los drenajes viales o quebradas cercanas sin ningún tipo de control.

IV-7.2 Planes Existentes

A raíz de los deslaves de Diciembre de 1999, la Empresa HIDROVEN decidió contratar la elaboración de un Plan Rector de Cloacas que no sólo se encargase de recolectar las aguas servidas para descargarlas aguas abajo en cualquier curso de agua (quebrada cercana), sino que también tomase en

cuenta los posibles tratamientos previos que se pudiesen realizar antes de descargarlas y minimizar, de esta manera, los daños causados al ambiente.

Este plan rector de cloacas propone alrededor de unos 32 sistemas de cloacas independientes entre sí, que permitirán la captación y conducción de las aguas servidas de los diferentes puntos hacia los sitios de disposición final, (colectores y estaciones de bombeo existentes o futuros, y planta de tratamiento futura).

Dicho plan, presenta la descripción de los sistemas de recolección de aguas servidas por sectores divididos de la siguiente forma:

Sector Rural Oeste
Sector Urbano Oeste
Sector Urbano Centro
Sector Urbano Este
Sector Rural Este

Cada uno de estos sectores se encuentra dividido en sistemas que agrupan un gran número de poblaciones a servir.

La zona en estudio, según el plan rector de cloacas, pertenece al Sector Urbano Centro y al sistema El Puerto-Barrio Saigón existente, el cual a su vez se encuentra formado por siete sistemas de colectores comprendidos entre el sector Montesano y el Puerto La Guaira, que descargan las aguas servidas en el colector por gravedad existente entre el Puerto La Guaira y el Barrio Saigón, para finalmente conducirlas hacia la Planta de Tratamiento de aguas residuales de Punta Gorda (el Anexo 1, Plano 6) muestra la ubicación del sistema expuesto).

Entre los mencionados colectores que descargan al sistema El Puerto-Barrio Saigón, se encuentran el Colector Miramar y el Colector Piedra Azul, que serán

los encargados de descargar las aguas provenientes de la parte baja y alta respectivamente de la zona objeto de este estudio. A continuación se explicará brevemente cada uno de estos colectores:

- El Colector Miramar se encuentra ubicado entre la Calle El Cují de la Urbanización Pariata y el Centro Comercial El Litoral en Maiquetía, en el cual se agrupan una serie de instituciones como la sede de Hidrocapital Litoral, el Hospital San José, el Colegio San Vicente de Paúl, entre otros, sirviendo en total a 10.531 habitantes aproximadamente (con un área correspondiente de unas 46,8 ha). El gasto total de cloacas ha sido estimado en este plan en unos 222 lps y será conducido por gravedad hasta la BV existente ubicada entre el Puerto La Guaira y el Barrio Saigón. Dicho colector pasará por la Avenida principal de Miramar, por la segunda Transversal y finalmente por la calle Real de Pariata.

- El Colector Piedra Azul será el encargado de transportar las aguas servidas del Barrio Piedra de Moler (ubicado al oeste de la quebrada Piedra Azul) entre otros sectores, que abarca aproximadamente un área de unas 57,3 ha correspondiente a una población de 11.362 habitantes. Dicho colector se ubicará en la parte izquierda de la quebrada Piedra Azul (futura canalización) y descargará las aguas servidas por gravedad en una BV perteneciente al colector existente ubicado entre el Puerto La Guaira y el barrio Saigón.

IV-8 *Solución Propuesta para Recolección de Aguas Servidas*

En base a lo expuesto en los capítulos anteriores quedó en evidencia que así como el sector de crecimiento controlado no presenta mayores problemas en cuanto a la prestación de este servicio, el sector correspondiente al barrio Piedra de Moler carece de un sistema de recolección de aguas servidas. Por lo cual, a continuación se presenta la propuesta preliminar para la solución de

dicho problema, el cual consiste en el tendido de colectores cloacales que conduzcan las aguas servidas hasta un punto de descarga, que puede ser un colector mayor o un sistema de tratamiento para su disposición final.

IV-8.1 Trazado de Colectores

El trazado de los colectores principales se definió desde la parte alta del barrio hasta el punto de descarga que será ubicado en el colector que pasa por la carretera vieja de esta zona.

Específicamente, se plantean unos colectores que pasan por los ejes de las vías propuestas: las Ribereñas y las Vegas (un colector para cada sentido de las vías). Además de éstos, un par de colectores situados en la parte Este del barrio donde se observa la existencia de una quebrada. Estos colectores fueron colocados a los lados de dicha quebrada, paralelos al eje de la misma tomando en cuenta las características topográficas del sitio, así como también la presencia de viviendas cercanas procurando así, que este trazado cubra toda el área a ser servida. El trazado en planta de estos colectores puede observarse en el Anexo 1, Plano 7 "Cloacas".

IV-8.2 Caudal de Diseño

El caudal de diseño se obtuvo de lo previsto en el Plan Rector de Cloacas, el cual establece que el colector denominado El puerto – Barrio Saigón (que es el que se encargará de conducir las aguas servidas de la zona en estudio entre otras), recogerá las aguas servidas de un caudal estimado en 985 lps para un área total contribuyente de 405,7 ha .
De esta manera el caudal de diseño a utilizar será:

Qas = 985/405.7 = 2,428 lps/ha

Para poder determinar de una forma práctica los gastos o caudales necesarios para el diseño de cada tramo del colector, es preciso plantear una división del gasto total en función del área; al delimitar el área a servir por cada tramo podemos calcular el caudal de diseño correspondiente.

La distribución de las áreas contribuyentes para cada colector fue realizada a partir de las divisorias, formando figuras geométricas, cuyos valores obtenidos se presentan en la tablas 4, así como también los gastos de diseño para cada tramo.

IV-8.3 Pendiente de los Colectores

La pendiente de los colectores es función de la topografía del sector, procurando que sean similares a las de las vías bajo las cuales se les coloque, *intentando que se adapten a la superficie del terreno.*

Estableciendo que los colectores se colocaran intercalados a la profundidad de *1,15 (profundidad mínima según lo establecido en las* Normas Inos), en todos los tramos, se pudo calcular la pendiente de los mismos, siendo ésta igual a la del terreno en el cual se encuentran. Los resultados para cada colector, se presentan en la tabla 4.

IV-8.4 Diseño Hidráulico

El diseño hidráulico de los colectores consiste en determinar en cada tramo el diámetro de la tubería que cumpla con las especificaciones para el eficiente funcionamiento del sistema.

Para el diseño de los diámetros de cada tramo de colector se consideró régimen permanente, uniforme y a superficie libre. El cálculo se realizó de manera que se garantizara el flujo a superficie libre para capacidad plena, por ello se utilizó la formula de Manning la cual tiene validez para este tipo de flujo.

De la formula de Manning se obtiene:

$$V = \frac{R^{2/3} S_0^{1/2}}{n}$$

donde:

V: es la velocidad, en m/s.

R: es el radio hidráulico, en m. $R = A/P$ donde A es el área y P el perímetro mojado.

S_0: es la pendiente longitudinal del fondo del colector, en m/m.

n: es el coeficiente de rugosidad de Manning, que varía según el material del colector. (n = 0.015)

En las tablas siguientes se presentan todos los resultados obtenidos para cada colector.

Tabla 4.- Cálculo de colectores cloacales

Colector 1

Tramo	Longitud (m)	Cotas terreno		S	Qdis (l/s)	D (mm)	C (l/s)	Vc (m/s)
		Arriba	Abajo					
C1-1 - C2-1	53.25	130	113	0.32	0.359	200	160.61	5.11
C2-1 - C3-1	21.93	113	105.5	0.34	0.716	200	166.22	5.29
C3-1 - C4-1	29.86	105.5	98	0.25	1.149	200	142.46	4.53
C4-1 - C5-1	71.92	98	72	0.36	1.915	200	170.91	5.44
C5-1 - C6-1	22.34	72	63	0.40	2.118	200	180.43	5.74
C6-1 - BV - 1	25.92	63	57	0.23	2.319	200	136.75	4.35

Colector 2

Tramo	Longitud (m)	Cotas terreno		S	Qdis (lps)	D (mm)	C (lps)	Vc (m/s)
		Arriba	Abajo					
C1-2 - C2-2	54.11	130	115	0.28	0.68	200	149.66	4.76
C2-2 - C3-2	23.36	115	107	0.34	0.92	200	166.33	5.29
C3-2 - C4-2	30.06	107	96	0.37	1.28	200	171.96	5.47
C4-2 - C5-2	71.27	96	68	0.39	3.34	200	178.17	5.67
C5-2 - C6-2	22.89	68	62	0.26	4.35	200	145.53	4.63
C6-2 - BV - 2	25.92	62	57	0.19	6.38	200	124.84	3.97

Colector 3

Tramo	Longitud (m)	Cotas terreno		S	Q dis (lps)	D (mm)	C (lps)	Vc (m/s)
		Arriba	Abajo					
C1-3 - C2-3	8.52	130	127	0.35	0.05	200	168.68	5.37
C2-3 - C3-3	33.43	127	114	0.39	0.35	200	177.26	5.64
C3-3 - C4-3	17.01	114	108	0.35	0.69	200	168.84	5.37
C4-3 - C5-3	35.89	108	97.5	0.29	1.52	200	153.75	4.89
C5-3 - C6-3	33.16	97.5	77	0.62	2.52	200	223.50	7.11
C6-3 - C7- 3	15.21	77	67	0.66	3.07	200	230.50	7.34
C7-3 - C8-3	28.38	67	53	0.49	4.22	200	199.64	6.35
C8-3 - BV - 3	41.33	53	40	0.31	6.36	200	159.41	5.07

Colector 4

Tramo	Longitud (m)	Cotas terreno		S	Q dis (lps)	D (mm)	C (lps)	Vc (m/s)
		Arriba	Abajo					
C1-4 - C2-4	33.36	147	133	0.42	0.69	200	184.15	5.86
C2-4 - C3-4	21.21	133	124	0.42	1.04	200	185.17	5.89
C3-4 - C4-4	29.73	124	115	0.30	1.60	200	156.41	4.98
C4-4 - C5-4	17.01	115	108	0.41	2.09	200	182.37	5.81
C5-4 - C6-4	35.89	108	96	0.33	2.69	200	164.37	5.23
C6-4 - C7-4	33.16	96	75	0.63	3.29	200	226.21	7.20
C7-4 - C8-4	15.48	75	61	0.90	3.66	200	270.33	8.60
C8-4 - C9-4	28.10	61	52	0.32	4.18	200	160.87	5.12
C9-4 - BV - 4	38.50	52	41	0.29	4.81	200	151.95	4.84

Colector 5

Tramo	Longitud (m)	Cotas terreno		S	Q dis (lps)	D (mm)	C (lps)	Vc (m/s)
		Arriba	Abajo					
C1-5 - C2-5	23.94	153	145	0.33	0.21	200	164.31	5.23
C2-5 - C3-5	12.82	145	138	0.55	0.36	200	210.04	6.69
C3-5 - C4-5	16.14	138	125	0.81	0.61	200	255.14	8.12
C4-5 - C5-5	18.36	125	115	0.54	0.92	200	209.78	6.68
C5-5 - C6-5	30.33	115	93	0.73	1.45	200	242.10	7.71
C6-5 - C7-5	9.99	93	89	0.40	1.69	200	179.86	5.73
C7-5 - C8-5	10.20	89	85	0.39	1.94	200	178.05	5.67
C8-5 - C9-5	11.12	85	80	0.45	2.20	200	190.58	6.07
C9-5 - C10-5	52.18	80	53	0.52	3.49	200	204.47	6.51
C10-5 - BV - 5	35.78	53	41	0.34	4.36	200	164.63	5.24

Colector 6

Tramo	Longitud (m)	Cotas terreno		S	Qdis (lps)	D (mm)	C (lps)	Vc (m/s)
		Arriba	Abajo					
C1-6 - C2-6	24.44	153	146	0.29	0.14	200	152.13	4.84
C2-6 - C3-6	12.82	146	142	0.31	0.21	200	158.77	5.05
C3-6 - C4-6	16.14	142	124	1.12	0.30	200	300.23	9.56
C4-6 - C5-6	16.79	124	118	0.36	0.37	200	169.90	5.41
C5-6 - C6-6	30.11	118	97	0.70	0.48	200	237.38	7.56
C6-6 - C7-6	11.77	97	93	0.34	0.52	200	165.72	5.27
C7-6 - C8-6	10.20	93	88	0.49	0.57	200	199.06	6.34
C8-6 - C9-6	11.12	88	83	0.45	0.64	200	190.58	6.07
C9-6 - C10-6	52.18	83	54	0.56	1.21	200	211.91	6.75
C10-6 - BV - 6	35.78	54	41	0.36	1.91	200	171.35	5.45

De las tablas anteriores se puede observar que, todos los colectores han sido diseñados con el diámetro mínimo establecido por norma de 8 pulgadas (200mm), para lo cual se obtuvieron capacidades mucho mayores que las del

gasto de diseño que éstos conducirán, determinándose velocidades que a sección plena cumple con de los rangos establecidos para tuberías de concreto pasando el limite (alguna de ellas) por muy poco. Sin embargo, esto no es mayor problema, puesto que la velocidad real del flujo es muy pequeña y será difícil que alcance dichos valores, por lo que se puede decir que esta opción es viable puesto que presenta un comportamiento hidráulico aceptable.

CAPÍTULO V. EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN DE AGUAS

A partir del Tercer Foro Mundial del Agua, realizado en Kyoto el año 2003, se ha comenzado a utilizar el llamado Índice de Pobreza del Agua, designado también con las siglas WPI, debido a su nombre en el idioma inglés (Water Poverty Index).

Este índice sirve para comparar grados de desarrollo entre países, de acuerdo a la cantidad de agua disponible y de la calidad del uso que hacen de ella, pero su principal razón de ser es ayudar a mejorar la situación de aquellos países o regiones menos favorecidos por la naturaleza en cuanto a este recurso natural, lo cual limita su desarrollo y aquéllos, que por razones de pobreza y bajo nivel cultural, hacen mal uso de ella.

V-1 *Definición del Índice de Pobreza del Agua.*

Matemáticamente el Índice de Pobreza del Agua se define de la siguiente manera:

$$\mathrm{WPI} = \frac{\mathrm{wrR} + \mathrm{waA} + \mathrm{wcC} + \mathrm{wuU} + \mathrm{weE}}{\mathrm{wr} + \mathrm{wa} + \mathrm{wc} + \mathrm{wu} + \mathrm{we}}$$

Siendo:

w_r, w_a, w_c, w_u, w_e : Coeficientes de ponderación

R: Recurso Agua, mide la disponibilidad de agua en fuente.

A: Acceso al Agua, evalúa la capacidad de conducción y recolección de agua tanto para consumo humano, como para industria y riego.

C: Capacidad de Manejo, evalúa la capacidad de la ciudadanía para hacer mejor uso del servicio de agua.

U: Uso del Agua, evalúa la eficiencia en el uso del agua, tanto para consumo humano, como para industrias y agricultura.

E: Indicador Ambiental, evalúa el manejo del ecosistema relacionado con la explotación y disposición final del agua.

Todas las variables independientes se califican con un valor máximo de 20, sin embargo los coeficientes de ponderación, son demás difícil manejo, lo que ha hecho que en la práctica todos se consideren iguales a la unidad. Esto implica que el valor máximo del índice WPI es de 100.

V-2 *Valoración de las variables.*

En el presente trabajo se le da un carácter subjetivo a la valoración de las variables para poder aplicar el índice, por tal motivo, se han propuesto los aspectos más importantes que se deben considerar para asignar un valor a cada uno de ellos.

V-2.1 Recurso Agua (R)

Valora los siguientes aspectos:

- Cantidad de agua disponible (superficial o subterránea) calculadas utilizando técnicas hidrológicas o hidrogeológicas.
- Variabilidad y consistencia de las fuentes de agua.
- Calidad del agua.

V-2.2 Acceso al Agua (A).

Considera lo siguiente:

- Porcentaje de casas servidas.
- Conflictos entre los diferentes tipos de uso del agua.
- Porcentaje de viviendas con servicio de recolección de aguas servidas.
- Duración de los ciclos de servicio, incluyendo el tiempo de espera.
- Capacidad de satisfacer las demandas de agua para agricultura, de acuerdo a las características climáticas.

V-2.3 Capacidad (C)

La capacidad se refiere a lo siguiente:

- Porcentaje de usuarios que pagan por el servicio de agua de acuerdo a medición del consumo.
- Tasa de mortalidad.
- Nivel educativo de los usuarios.
- Organizaciones no gubernamentales que tienen por objetivo satisfacer la demanda de agua de la manera más eficiente.
- Porcentaje de usuarios que han reportado enfermedades causadas por falta o mala calidad del servicio de agua.
- Porcentaje de usuarios que no pagan por el servicio de agua.

V-2.4 Uso del Agua (U)

Esta variable trata de expresar lo siguiente:

- Tasa de consumo doméstico en relación a lo necesario.
- Tasa de uso para agricultura en relación a lo necesario.
- Tasa de uso para ganadería en relación a lo necesario.

- Tasa de uso para industrias en relación a lo necesario.

V-2.5 Indicador de Ambiente (E).

Los aspectos relacionados con el ambiente son los siguientes:

- Cantidad de personas que se benefician por el uso del agua.
- Pérdidas en agricultura en los últimos 5 años.
- Porcentaje de habitantes afectados por inundaciones y deslizamientos de tierra.

V-3 *Aplicación del WPI a la zona de estudio.*

La problemática en relación al agua, dentro de los límites geográficos de la zona de estudio, está descrita en capítulos anteriores.

De esa descripción se concluye que la zona en estudio es sólo una pequeña parte dentro de la problemática del agua del Estado Vargas y más aún de Venezuela.

El Departamento de Economía de la Universidad de Keele en Inglaterra, hizo un estudio comparativo del WPI de 147 países, con la colaboración de un grupo de expertos e investigadores en las materias involucradas en el índice.

De acuerdo a los resultados que obtuvieron, las 10 naciones más ricas en agua tienen un Índice de Pobreza del Agua entre 78 y 70 (Finlandia, Canadá, Islandia, Noruega, Guyana, Surinam, Austria, Irlanda, Suecia y Suiza) y el más pobre es Haití con 32.7, el cual representa un caso importante de analizar, ya que esta nación comparte la isla La Española con República Dominicana, pero ésta tiene un valor del WPI de 64. Es decir, ambos tienen la misma

disponibilidad de agua, sin embargo, la segunda tiene mejor infraestructura, una población mejor educada y relativamente más rica y con mejor salud.

En el estudio mencionado Venezuela califica con un WPI de 62,5, siendo de destacar que países desarrollados de América alcanzan los siguientes valores: Estados Unidos 71, Brasil 69 y México 64. Estos resultados contrastan con Guyana (72,8) y Surinam (78,6) que, a pesar de ser países en desarrollo, tienen una población pequeña, abundantes reservas de agua y de distribución y recolección de ella, y buenos sistemas de educación y salud.

En el entendido que la zona de estudio es sólo una pequeña parte del Estado Vargas, se ha hecho el ejercicio de aplicación del WPI a la misma, pero posiblemente es válido para todo el Litoral Central.

Los criterios de cuantificación del puntaje por variable, son los siguientes:

- 0-5 mal
- 6-10 regular
- 11-15 bien
- 16-20 muy bien.

V-3.1 Valoración del Recurso Agua (R):

La demanda de agua en Vargas es de alrededor de 4 m^3/s y las fuentes propias no son capaces de satisfacerla, razón por la cual se importa agua desde la cuenca del río Guárico (presa Camatagua), pasando por Caracas y luego bajándola al Litoral. Existen las llamadas fuentes del Este y las del Oeste en las costas del Estado Aragua, que sólo tienen capacidad en el período de lluvias a las anteriores, permiten el servicio con diferentes ciclos de racionamiento, normalmente de 48 horas en 7 días. Las fuentes subterráneas

tienen alto contenido de minerales, principalmente ferrosos, que dificultan su aprovechamiento.

Calificación: R=5

V-3.2 Valoración del Acceso al agua (A).

A pesar de la restricción urbana en cuanto a que a partir de la cota 120 msnm es Parque Nacional y por tanto se prohíbe la construcción de viviendas, la situación de marginalidad ha hecho que por encima de esta cota se desarrollen sistema urbanos no planificados (barrios), los cuales no tienen acceso al sistema de distribución y recolección de aguas servidas, utilizando tomas propias en manantiales y quebradas de la cuenca alta y descargando las aguas usadas en los cauces naturales.

Por otra parte, la escasez de agua a nivel de fuentes hace necesario el racionamiento de agua. Normalmente se distribuye 2 días por semana.

El sistema de recolección es deficiente, aunque en la actualidad, a través del sistema llamado Punta Gorda (colectores marginales en las quebradas y colector principal paralelo a la línea de costa y planta de tratamiento), se está atacando este problema.

En la zona no hay conflictos de uso con la agricultura, pues ésta prácticamente no existe, por ser un estado de vocación turística, pero el desarrollo de esta industria está limitado por la escasez de agua.

Calificación: A=5

V-3.3 Valoración de la Capacidad (C).

De acuerdo a lo apreciado en las visitas a la zona de estudio, sólo existe una asociación de vecinos, cuya mayor preocupación es el servicio de agua y de recolección de basura, sin embargo, su actividad se reduce a protestas de calle cuando el déficit de los servicios llega a situaciones alarmantes. Esto ha hecho que los servicios permanezcan al menos en una situación estable, que ha permitido a la población tomar medidas que resuelven a cada quien su situación particular.

A pesar de que algunas viviendas tienen medidores del consumo de agua, ésta no se realiza y, por consiguiente, el pago tampoco, excepto algunos grandes consumidores.

En la visita realizada al Hospital San José se pudo apreciar cualitativamente, que los índices de enfermedades hídricas y mortalidad por esta causa son bajos.

En la zona existen dos colegios, pero se debe resaltar que en el colegio San Vicente Paúl, se colecta el agua desprendida por los aparatos de aire acondicionado y se utiliza para el riego de jardines, lo cual implica un alto nivel de creatividad.

Calificación: C=11.

V-3.4 Valoración del Uso del Agua (U)

En la zona se pueden constatar contradicciones importantes. Por una parte, viviendas con botes continuos de agua y, por otra, sitios en donde se

recolecta el agua que se produce en los aparatos de aire acondicionado para utilizarla en el riego de jardines, tal como se dijo anteriormente.

Sin embargo, es difícil la valoración del Uso del Agua en lugares donde existe racionamiento.

Los establecimientos turísticos son pocos en esta zona en contradicción con el resto del Litoral Central, allí no existen agricultura, ganadería e industrias, por tanto solo se valora el uso doméstico.

Por tal motivo la calificación de este índice es alto, pues el agua se utiliza en donde se debe utilizar.

Calificación: U=16.

V-3.5 Valoración del Indicador de Ambiente (E).

No hay discriminación en la distribución del agua. Las limitaciones son impuestas por los desarrollos urbanos no planificados en zonas topográficas de alta pendiente, que ocupan un espacio cercano al 75% de la superficie, siendo especialmente de destacar la no existencia de un sistema formal de recolección de aguas servidas, las cuales son dispuestas en cauces y zanjones.

Durante el evento hidrometeorológico extraordinario ocurrido el 16 de diciembre de 1999, la zona de estudio no fue afectada por los deslaves, aunque sí sus sistema de distribución de agua potable, ya que depende de uno mayor, tal como se explicó anteriormente.

Calificación: E=10

V-4 *Valoración total del WPI.*

La valoración de las diferentes variables que forman el Índice de Pobreza de Agua (WPI) arroja un valor de 47, mucho más bajo que el promedio de Venezuela (62.5), que indica que se deben acometer obras y poner en práctica medidas institucionales, que tiendan a superar en breve tiempo el valor obtenido.

Al observar los valores del WPI de los países de América del Sur y Central, los cuales pueden ser observado en la tabla 5, tan sólo en el caso de Haití (32.7) se tiene un valor inferior, ubicándose éste muy por debajo del obtenido en la zona de estudio, el cual es similar a los valores correspondientes a los países Guatemala (53.3) y el Salvador (53.3) que se encuentran ligeramente por encima del mismo. Sin embargo, todos éstos se consideran muy bajos e indicativos de una ineficiente gestión de aguas.

Tabla 5.- Valores del índice WPI y de los subíndices para los países de América del Sur y Central.

País	Recurso agua	Acceso al agua	Capacidad de manejo	Uso del agua	Indicadores ambientales	Índice WPI
Argentina	12.4	9.7	15.3	12.8	12.6	62.8
Belice	14.9	9.5	15.9	8.3	10.4	59.0
Bolivia	13.6	8.3	11.6	15.4	10.5	59.4
Brasil	13.5	10.1	12.5	11.6	11.1	58.8
Chile	13.1	16.2	13.8	14.9	12.5	70.5
Colombia	12.6	12.9	12.9	15.8	11.0	65.3
Costa Rica	12.5	13.7	15.2	14.2	10.2	65.7
Rep. Dominicana	7.3	10.7	15.4	18.0	11.3	62.7
Ecuador	12.6	10.1	15.4	20.0	11.9	70.0
El Salvador	7.6	11.4	12.6	12.9	8.7	53.3
Guatemala	10.9	11.1	13.8	7.1	10.4	53.3
Guyana	18.1	13.7	14.0	16.7	10.4	72.8
Haití	6.1	4.8	10.5	4.3	7.0	32.7
Honduras	11.4	10.3	14.2	11.4	8.6	55.9
México	8.1	12.1	14.1	15.5	9.5	59.2
Nicaragua	13.4	6.7	11.6	17.7	10.5	59.8
Panamá	14.3	12.1	13.6	14.4	10.8	65.2
Paraguay	13.5	6.9	13.2	13.6	9.1	56.3
Perú	15.0	12.1	13.9	16.1	9.5	66.5
Surinam	19.4	17.9	16.2	14.8	10.4	78.6
Uruguay	12.8	13.4	15.6	13.7	9.9	65.5
Venezuela	14.0	9.5	14.9	13.2	10.9	62.5

Fuente: http://es.msnusers.com/LABINSA

CAPÍTULO VI. RECOLECCIÓN Y DISPOSICIÓN DE DESECHOS SÓLIDOS

Uno de los principales problemas de salud pública en las comunidades está representado por los desechos sólidos. Éstos varían en composición y cantidad dependiendo de diversas razones como el estatus económico y los hábitos sociales del vecindario donde se generan.

En general los desechos o residuos sólidos son desperdicios que no son transportados por el agua y que han sido rechazados puesto que están en desuso. Dentro de los residuos sólidos municipales podemos encontrar tanto residuos de alimentos y otras sustancias biodegradables, comúnmente conocidos como *basura*, como residuos sólidos no biodegradables los cuales son designados simplemente como *desechos*. Estos residuos generalmente son desechados con regularidad desde localidades específicas.

Los desechos o residuos son considerados un problema ambiental y de salud pública debido a la contaminación que ocasionan y por ser el centro de reproducción y proliferación de insectos y ratas, vectores de enfermedades. Además de afectar el factor estético, puesto que afean el entorno.

Con el fin de evitar todo esto se hace necesario un buen sistema de almacenamiento, recolección y disposición adecuada de los desechos.

VI-1 *Producción de Desechos Sólidos*

En los diversos procesos desarrollados por el hombre, siempre existe un excedente o residuo, una parte de la cual es necesario liberarse, se trata de materiales sólidos o semisólidos que no se desea retener, por lo cual son

rechazados o recogidos para su disposición final. La producción de desechos sólidos es una actividad irremediablemente ligada a cualquier proceso desarrollado por el hombre.

Los volúmenes de desechos producidos per cápita en viviendas varían según el nivel socioeconómico de la población y el tipo de vivienda, se observa que en casas se produce la mayor cantidad, mientras que en apartamentos se producen menores cantidades y en ranchos la cantidad per cápita es todavía menor. Sin embargo se puede hablar en general de una producción de desechos sólidos de alrededor de 1 kg/persona/día (Algevis R. y Naranjo H. "Proposición de una Metodología para el Diseño, Operación y Mantenimiento de Rellenos Sanitarios", 1994).

VI-2 *Almacenamiento In Situ*

La recolección de los residuos y el mantenimiento de instalaciones sanitarias, adecuadas para la conservación temporal en condiciones apropiadas dentro de las viviendas o edificaciones donde se generan, es considerada responsabilidad del particular

Los residuos sólidos en general deben ser almacenados facilitando la colocación y recolección para el transporte de éstos. Los residuos sólidos domésticos son generalmente almacenados en recipientes preferiblemente plásticos, lavables, de fácil manipulación, evitando el contacto directo con las sustancias contenidas en ellos; para ello deben tener tapa, asas y no permitir la salida de líquidos. En el caso de edificaciones multifamiliares grandes, por lo general se utilizan ductos para el traslado de los desechos hasta los recipientes de gran capacidad en el lugar de almacenamiento.

VI-3 *Recolección y Transporte*

El paso siguiente al almacenamiento transitorio de los residuos sólidos en los centros de generación es la recolección de éstos para luego ser trasladados a determinados lugares donde serán procesados o almacenados permanentemente.

El diseño del sistema de recolección debe tomar en cuenta diversas variables para poder garantizar un eficiente servicio. Tales variables son, entre otras, características topográficas de la zona, vialidad, densidad del tráfico vehicular, estado de las rutas de recolección, clima, características socio-económicas de la población, cantidad de residuos, sitio de disposición final y normas ambientales que apliquen al caso. Las variables topográficas y de vialidad inciden en la determinación de rutas, frecuencia y selección de equipo; la cantidad de residuos, densidad de tránsito y rapidez de recolección inciden en la determinación de la capacidad y cantidad de vehículos necesarios para la recolección; las características de la comunidad o población, la densidad del tráfico vehicular y el sitio de disposición final inciden en la determinación del tiempo disponible para la recolección y selección de horarios de trabajo.

Se debe procurar que la ruta del transporte al lugar de disposición final sea lo más corta posible, que la ruta de recolección sea optimizada hasta minimizar al máximo el tiempo improductivo y que el camión sea cargado a plena capacidad.

VI-4 *Disposición Final de los Desechos Sólidos*

Finalmente los residuos sólidos deben ser eliminados, destruyéndolos o aprovechándolos, tomando todas las medidas sanitarias pertinentes. Si la disposición final se realiza de forma indiscriminada y sin control, se pueden generar graves consecuencias por contaminación de recursos hidráulicos, suelos, proliferación de insectos y roedores, y generación de incendios entre otras.

El aprovechamiento de los residuos sólidos puede lograrse mediante el *reciclaje*, la *reutilización* y la *regeneración*. Esto reduce el volumen de desechos a disponer, genera fuentes de trabajo y minimiza el impacto negativo producido por los desechos.

El *reciclaje* es el proceso de ingreso de materiales excedentes como insumos en el proceso productivo (componentes de la industria de fundición, entre otros). En la *reutilización* los desechos son aprovechados sin entrar de nuevo en el proceso de producción (botellas consignadas o embalajes especiales como guacales, gaveras, entre otros). La *regeneración* es el proceso que restablece la calidad del producto para ser devuelto al consumidor (cauchos, aceites de motor, entre otros).

Antes de la eliminación de los desechos, éstos pueden ser tratados para optimizar el proceso reduciendo el volumen o modificando sus características para minimizar el riesgo de contaminación y resguardar así la salud pública. Estos tratamientos se refieren a la separación de los materiales, descomposición y transformación en compuestos orgánicos utilizables como abono, descomposición química para disminución de volumen, fragmentación para disminuir el volumen y acelerar la descomposición, y la incineración para reducir notablemente el volumen de

materia orgánica. La utilización de estos métodos debe estar sometida a estudios de factibilidad económica, evaluación de contaminación atmosférica y disponibilidad de energía.

El proceso de disposición final de basura en Venezuela se realiza de diferentes maneras que se explican a continuación:

-Rellenos Sanitarios: Son lugares de descarga de desechos que han sido construidos cumpliendo las normas sanitarias. Pueden recibir todo tipo de desechos. En ellos los residuos sólidos son dispuestos en capas de espesor y ancho determinados, confinados y compactados, y cubiertos con tierra al concluir las operaciones del día para disminuir la contaminación del aire, los peligros de incendios por materiales combustibles y proliferación de animales e insectos.

-Vertederos: Son sitios de descarga de desechos que no cumplen con todos los requisitos de un relleno sanitario, sin embargo, cumplen una función similar cuando son controlados. En ellos los sólidos son dispuestos de forma directa sobre el suelo y tiene la desventaja de ser antiestéticos, causar malos olores, contaminar las aguas, suelo y aire, y ser fuente de proliferación de insectos y otras plagas. Es por esto que deben ser permitidos sólo en condiciones muy especiales y de manera provisional, y ser sometidos a un proceso de saneamiento, estableciendo normas de operación para asegurar su funcionamiento controlado.

VI-5 *Efectos Negativos de los Desechos Sólidos*

Salud

Existe una estrecha relación entre los desechos sólidos y la salud, ya que estos constituyen una fuente de alimento y albergue para insectos tales como moscas, mosquitos y cucarachas, y mamíferos tales como perros y ratas, los cuales son potenciales transmisores de enfermedades.

Las ratas y ratones pueden provocar enfermedades como: peste bubónica, tifus, rabia y disentería. Las moscas: fiebre tifoidea, disentería y enfermedades diarreicas. Los mosquitos son transmisores de fiebre amarilla, dengue, encefalitis y otras afecciones. Las cucarachas: disentería, diarrea, gastroenteritis, fiebre tifoidea.

Si los procesos de almacenamiento, recolección y disposición de desechos sólidos se realizan sin cumplir con las medidas sanitarias que deben tomarse, animales e insectos como los anteriormente mencionados, infectados con los microorganismos causantes de estas enfermedades, se transportan desde los basureros hasta las viviendas, sitios de expendios de alimentos y comercios, pudiendo transmitir tales enfermedades a la población. De igual manera, si no se cumple con las medidas sanitarias, existen mayores riesgos de contraer enfermedades por contacto directo con los desechos.

Agua

La contaminación de las aguas por desechos sólidos puede ocurrir bien sea por descarga directa de los mismos sobre los cuerpos de agua o por arrastre de los residuos hacia cursos de agua desde áreas pobladas, donde la recolección de desechos no es eficiente. Esto, además de contaminar las

aguas convirtiéndolas en no aptas para el consumo humano, puede dar lugar a desbordamiento de ríos o quebradas debido a la obstrucción de cauces.

Las aguas subterráneas también pueden ser contaminadas debido a la filtración a través de la tierra de líquidos generados de la descomposición de desechos (lixiviados).

Suelo

Los desechos sólidos pueden dar origen a líquidos (lixiviados), los cuales contienen elementos tóxicos que producen la contaminación del suelo, imposibilitando su utilización con fines agrícolas e incluso en algunos casos el uso urbano.

Paisaje

La disposición sin control de residuos sólidos produce el deterioro ambiental por la proliferación de olores desagradables y de animales transmisores o vectores de enfermedades.

También se puede generar contaminación atmosférica debida a la combustión en la inadecuada quema de desperdicios a cielo abierto.

Tanto en el caso de desechos quemados a cielo abierto como en el caso de desechos dispuestos de manera indiscriminada, se desmejora el valor estético del paisaje.

VI-6 *Recolección y Disposición de Desechos Sólidos en la Zona de Estudio*

La recolección y disposición de los desechos sólidos de origen domestico es uno de los principales problemas de cualquier comunidad al que debe dársele la debida importancia, puesto que su acumulación prolongada puede traer como consecuencia la proliferación de ratas, moscas y otros animales portadores de enfermedades que ponen en juego la salud de los habitantes de esta comunidad, aparte de su efecto negativo sobre el ambiente.

Por todo lo mencionado anteriormente, se evidencia la necesidad de la elaboración de un plan para la zona de estudio, en donde se le provea de un adecuado sistema de recolección y disposición de los desechos sólidos. Para ello se requiere evaluar la situación actual de la zona, así como también los planes existentes para la misma.

VI-6.1 Situación Actual

La recolección y disposición de los desechos sólidos para el Estado Vargas actualmente está atravesando momentos de transición administrativa, (cambiando de concesionarios).

En el sector de crecimiento controlado, según entrevistas y visitas realizadas en campo, se pudo constatar que este servicio esta siendo prestado una o dos veces por semana. También se observó la presencia de contenedores entre los cuales se encuentran los ubicados en la Calle Real de Pariata, en frente del colegio San Vicente de Paúl, y a la salida del centro comercial (los cuales pueden ser apreciados en la foto 19).

Fotos 19.- Contenedores de basura

Sin embargo, según las instituciones pertenecientes al sector antes mencionado, el servicio de recolección de basura se presta de manera deficiente, puesto que la recolección no se realiza con la suficiente frecuencia ni de manera continua, aunado a esto el hecho de no tener contenedores suficientes o de encontrarse mal ubicados como se observa en la foto 19, sin contar con que los habitantes descargan los desechos en sitios no previstos o en lugares prohibidos como los que se pueden observar en la foto 20.

Foto 20.- Basura depositada en las calles

Personal del Colegio San Vicente de Paúl manifiesta que, los habitantes descargaban sus desechos en frente del colegio, en el lugar en donde actualmente ha sido colocado un contenedor nuevo. El mismo se rebosa por la poca frecuencia de la recolección, También se observó la presencia de un botadero en las cercanías del Hospital San José el cual se puede observar en las fotos 21. Igualmente los bomberos manifestaron que ellos se encargaban de almacenar y transportar en sus camiones los desechos producidos por ellos mismos, para ser descargados en botaderos, puesto que el servicio municipal no cubría sus necesidades.

Foto 21.- Botadero de basura en las cercanías del Hospital San José

Por otra parte, en la zona de crecimiento no controlado (barrio Piedra de Moler) se observó que éste no cuenta con un servicio de almacenamiento, ni mucho menos de recolección de basura, debido a lo difícil que se hace el tener acceso hacia este sector. Debido a esto, los habitantes de Piedra de Moler descargan sus desechos en las quebradas más cercanas sin ningún tipo de control, notándose un botadero que va desde la parte alta hasta la baja, como se observan en la foto 22.

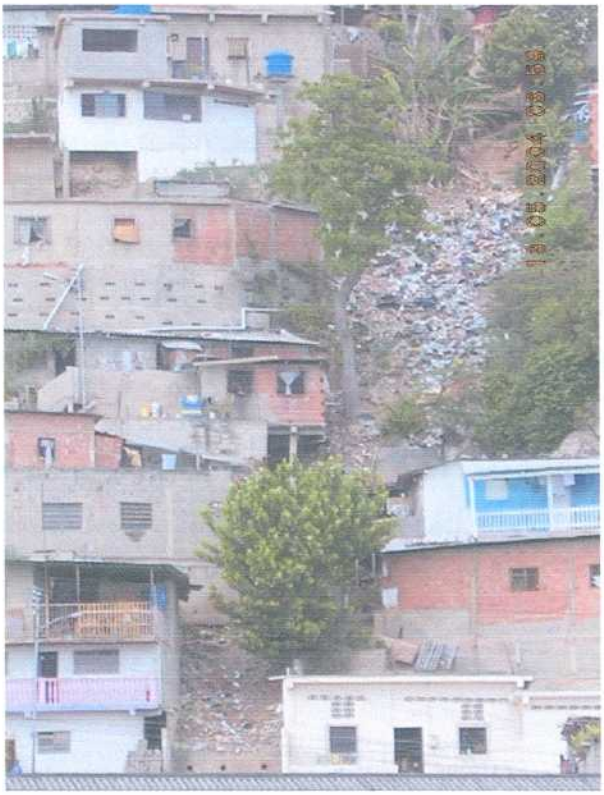


Foto 22.- Botadero de basura en el barrio Piedra de Moler

VI-6.2 Propuesta

En base a la información recavada y expuesta en el apartado anterior, y tomando en cuenta las características topográficas de la zona y la vialidad propuesta, se elaboró un plan de recolección y almacenamiento de los desechos sólidos para el Barrio Piedra de Moler, en virtud de que éste es el sector dentro de la zona en estudio más afectado por no contar con este servicio; sin embargo, el sector de la parte baja se verá beneficiado de manera directa con esta propuesta.

VI-6.2.1 Producción de Desechos Sólidos

La estimación de la producción de los desechos sólidos se realizó en base a que el valor promedio de esta producción es de 1 Kg./persona/día y que la zona en estudio tiene 5800 habitantes por tanto:

$$Cantidad = (1Kg./persona * día) * 5800 personas = 5800 Kg/día = 5.8 Ton/día$$

La producción estimada de los desechos sólidos para toda la zona en estudio es de el orden de la 5.8 toneladas por día.

VI-6.2.2 Lugar de Recolección

Se propone la colocación de contenedores a lo largo de la vialidad, tanto propuesta como existente, para así facilitar la recolección de la basura por parte de la empresa contratada.

Los contenedores serán colocados a los lados de las vías propuestas espaciados uniformemente desde el inicio (parte baja) hasta el final (parte alta) de las vías propuestas.

Debido a las altas pendientes del terreno, es necesario el uso de camiones pequeños o de poca capacidad, que se encarguen de recolectar los desechos sólidos y los deposite en otro contenedor situado en la parte baja del sector, en donde esperarán ser trasladado por unidades de mayor capacidad al sitio de disposición final.

Estos contenedores en los cuales se depositará los desechos provenientes de el barrio Piedra de Moler son denominados estación de transferencia, la cual es definida en las "*Normas para el Manejo de los Desechos Sólidos de*

Origen Doméstico, Comercial, Industrial o de cualquier otra naturaleza que no sean peligrosos" en Gaceta Oficial N°4.418 (E), de fecha 23 de abril de1.992 como "Instalación permanente o provisional, en la cual recibe el contenido de las unidades recolectoras de los desechos sólidos de baja capacidad y se transfieren, procesado o no, a unidades de mayor capacidad, para su acarreo hasta el sitio de disposición final".

Se propone que dicha estación de transferencia sea colocada en el actual botadero situado en las cercanías del Hospital San José, para que el transporte de mayor capacidad recoja tanto los desechos de esta estación como aquellos desechos dispersos que actualmente son vertidos en este sitio.

VI-6.2.3 Ruta de Recolección

Para la ruta de recolección de la parte alta del sector en estudio, se propone que los camiones realicen su recorrido por la vía llamada carretera vieja, a partir de la cual suban por las Ribereñas, den la vuelta en la vialidad existente en la parte alta, bajen por la vía Las Vegas, vuelvan a pasar por la carretera vieja y finalmente se dirijan a la estación de transferencia, dándole la vuelta a la plaza Pedro Machado y descargando allí su contenido. Esta ruta de recolección puede ser visualizada en el Anexo 1, Plano 8.

Para el sector de asentamiento controlado, se prevé de momento que continúe con su ruta actual de recolección, tomando en cuenta la detención del camión en la estación de transferencia en su recorrido.

VI-6.2.4 Frecuencia de Recolección

La frecuencia de la recolección de los desechos sólidos de una vez por semana (como se realiza en la actualidad en la parte baja de la zona de estudio) no es conveniente, puesto que deterioran la calidad del ambiente debido a la descomposición de los desechos, por ser almacenados durante períodos largos de tiempo (mayores a 5 días). En Venezuela por su clima se recomienda un intervalo de 48 horas, es decir, que la recolección se realice tres veces por semana.

Sin embargo, para el sector Piedra de Moler, se propondrá una recolección de dos veces por semana, que pueden ser los días Lunes y Jueves o Martes y Viernes; esto dependerá de los días de recolección por parte del aseo urbano de la zona.

CONCLUSIONES

1. El presente Trabajo Especial de Grado pretende ser un aporte a la solución de problemas ambientales en los sectores más pobres de la población en los cuales está involucrada la ingeniería civil.
2. El sector Piedra de Moler no tiene fuentes propias para el abastecimiento de agua. Por tal motivo, los problemas en el suministro están más relacionados con el problema del Estado Vargas al cual pertenece.
3. El sistema de disposición final de las aguas servidas depende de la obra a nivel regional llamada Punta Gorda, que incluye la construcción de colectores marginales a los cauces más importantes, colector paralelo a la playa que recibe esos aporte y planta de tratamiento final.
4. En el sector objeto de este trabajo existe red de cloacas sólo en la zona urbana planificada que podrá ser integrada al sistema Punta Gorda.
5. En el sector no planificado existe una red precaria de distribución de agua pero no de cloacas, razón por la cual las aguas servidas son vertidas a cauces y zanjones.
6. El sistema de recolección de basuras actualmente no es el adecuado puesto que se encuentra en transición por cambio de concesionario.
7. Con la información recopilada se calculó el llamado índice de Pobreza del Agua (WPI) resultando un valor de 47, que se corresponde a países pobres.
8. Para la solución de estos problemas y aumentar el WPI, se ha hecho una propuesta urbana de vialidad, servicios y vivienda.
9. Sobre la propuesta de vialidad y urbanismo se han diseñado las redes de distribución y recolección de aguas a un nivel acorde con la

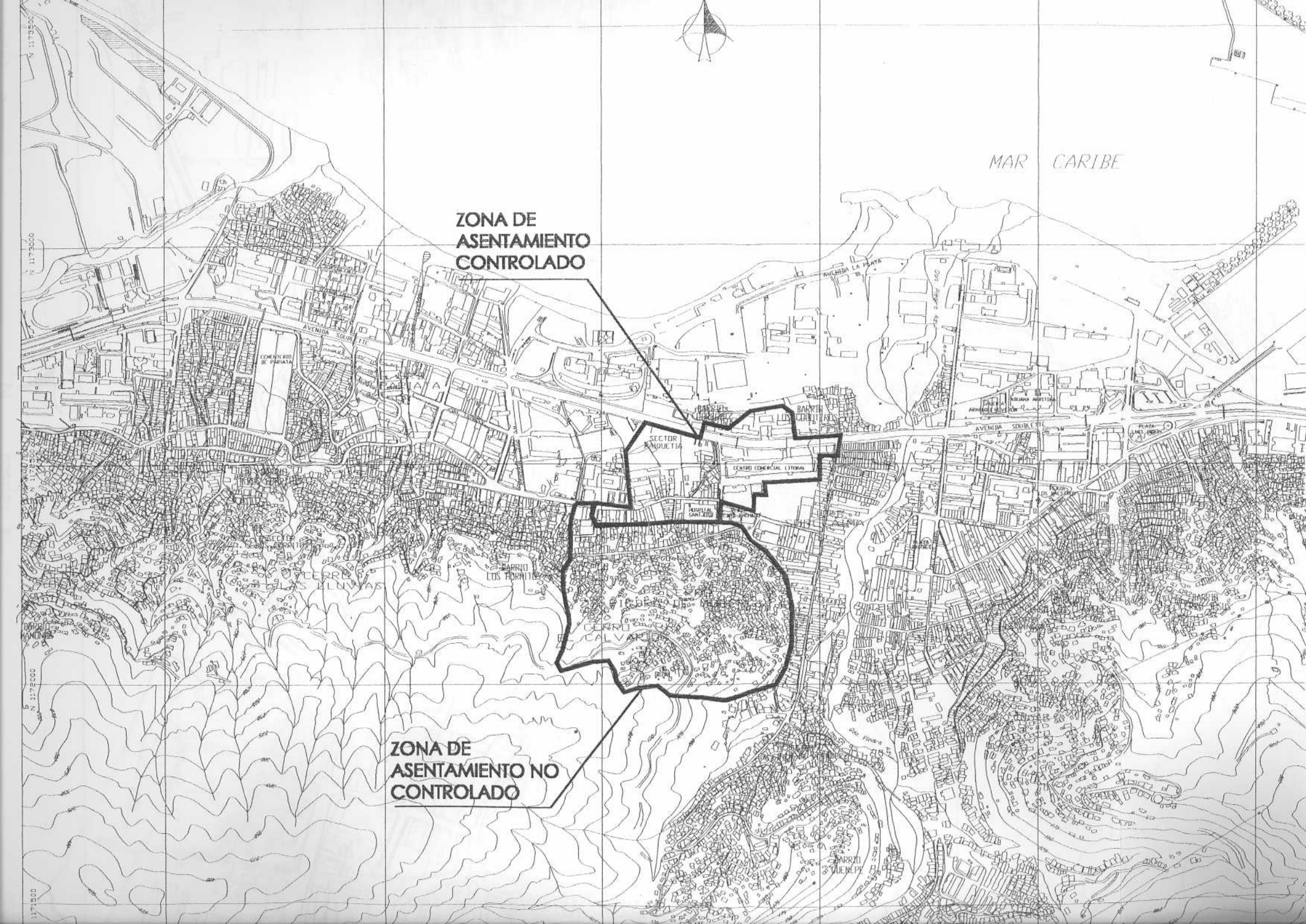
información cartográfica existente, y se ha ubicado una estación de transferencia para la recolección de basuras.

RECOMENDACIONES

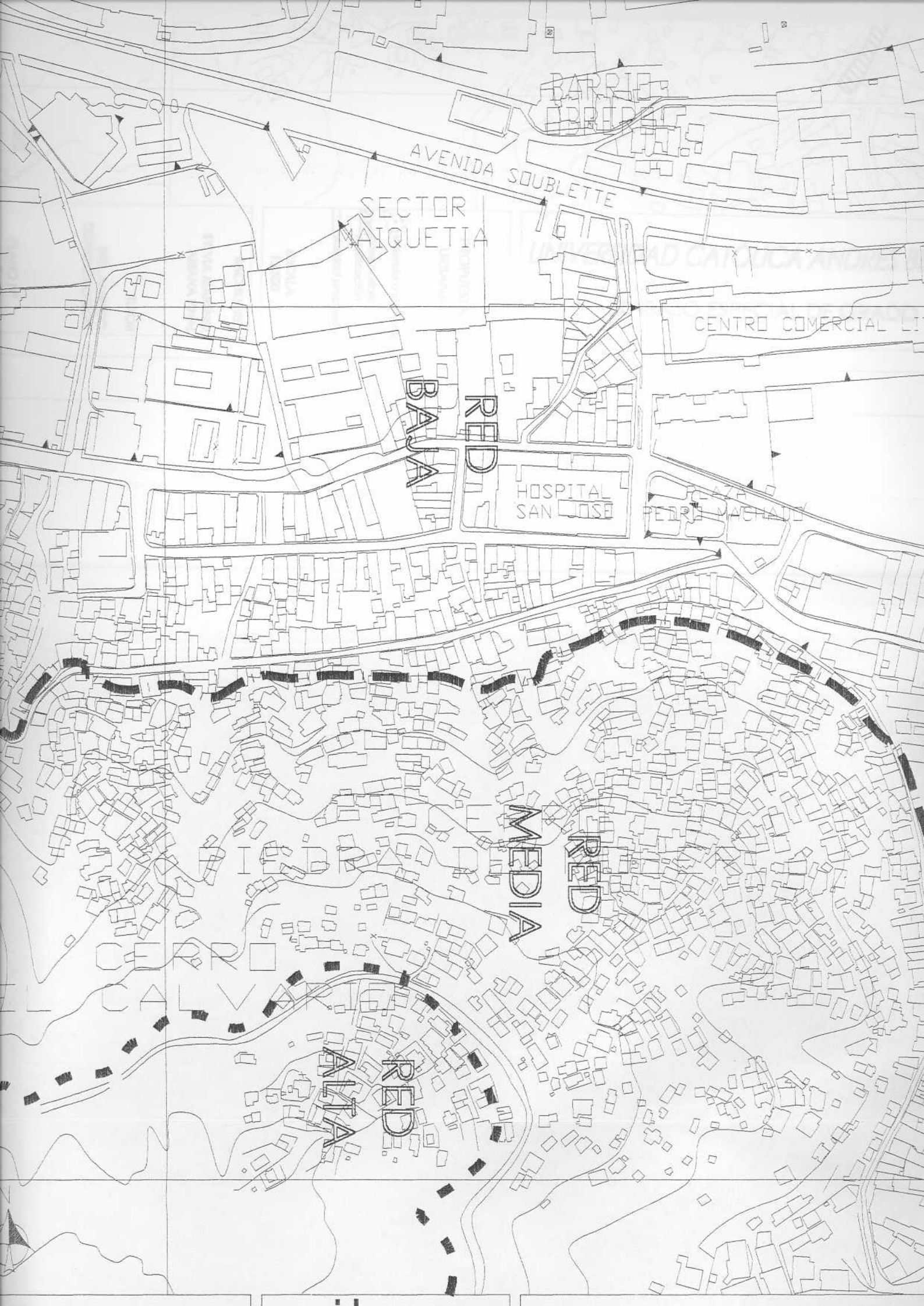
1. Para la solución de estos problemas y aumentar el WPI, se ha hecho una propuesta urbana de vialidad, servicios y vivienda.
2. Sobre la propuesta de vialidad y urbanismo se han diseñado las redes de distribución y recolección de aguas, y se han ubicado contenedores para la recolección de basuras a un nivel acorde con la información cartográfica existente.
3. Se recomienda que a partir de los resultados de este Trabajo Especial de Grado se hagan otros, que pasen a un nivel de diseño mas detallado de las obras aquí propuestas, para que posteriormente sean entregados a la comunidad, de manera que se logre su construcción.

Anexo 1

PLANOS


MAR CARIBE
ZONA DE ASENTAMIENTO CONTROLADO
ZONA DE ASENTAMIENTO NO CONTROLADO
AVENIDA SOUBLETTE
CEMENTERIO DE PARIATA
SECTOR MAQUETIA
CENTRO COMERCIAL LITORAL
HOSPITAL SANTIAGO
BARRIO LOS FORNITOS
CERRO CALVARIO
BARRIO GUENEPE
AVENIDA LA PLAYA
AVENIDA SOUBLETTE

E 723500
N
E 724000
SECTOR
MAIQUETIA
CENTRO COMERCIAL LITORAL
HOSPITAL
SAN JOSE
BARRIO
LOS HORNITOS
CERRO
EL CALVARIO
E 723500
E 724000


AVENIDA SOUBLETTE
SECTOR MAIQUETIA
CENTRO COMERCIAL
HOSPITAL SAN JOSE
PEDRO MACHADO
RED BAJA
RED MEDIA
RED ALTA
CERRO CALVARIO

CENTRO COMERCIAL
HOSPITAL SAN
AVENIDA SOUBLETTE
SECTOR
AQUETIA
RIBEREÑA ESTE
RIBEREÑA OESTE
VEGA ESTE
VEGA OESTE

AVENIDA SOUBLETTE
SECTOR
MAIQUETIA
CENTRO COMERCIAL
HOSPITAL
SAN JOSE
PEDRO MACHADO
J-25
J-19
J-29
J-31
J-27
J-26
J-28
J-30
J-23
J-17
J-21
J-22
J-20
J-16
P-42
P-55
P-57
P-50
P-49
P-45
P-41
P-43
P-53
P-54
P-36
P-46
P-52
P-35
P-34
P-33
P-32
P-28
EL CALVARIO
N

Anexo 2

HOJA DE IDENTIFICACIÓN DE INSTALACIONES Y EQUIPOS DE LA ESTACIÓN DE BOMBEO CERVECERÍA

HIDROCAPITAL
Un esfuerzo que fluye con la gente

Gerencia General de Operaciones y Mantenimiento
Inventario Tecnico

GESTION DE MANTENIMIENTO

HOJA DE IDENTIFICACION DE INSTALACIONES Y EQUIPOS

INSTALACION: Estación de Bombeo Agua Potable — HOJA No. 1

NOMBRE: CERVECERIA — FECHA: 07/04/2004

UBICACIÓN: Calle principal de Quenepe, Maiquetía - Edo Vargas

IDENTIFICACION

GRUPO	SUBGRUPO	INDIVIDUO	POSICION TECNICA
1	BOMBA / MOTOR		

DATOS TECNICOS

Bomba de # etapas, capacidad 34 lps a una altura de 170 mts

Motor de 75 Hp, 460 V, 93 A, velocidad 3550 rpm

PLACA DE IDENTIFICACION

MARCA: KSB / Eberle — TIPO: Horizontal sobre Bastidor

MODELO: 80/2 / 5250 CM2/YA — SERIAL: 3319301-A / 272 BZ

FABRICANTE: KSB - Eberle

PROVEEDOR/DIRECCION:

PROVEEDOR/DIRECCION:

EXISTENCIA DE MANUALES Y OTRAS INFORMACIONES

	DEL FABRICANTE	DE LA HIDROLOGICA	NO EXISTE
MANUAL DE MONTAJE	NO		
MANUAL DE OPERACIÓN	NO		
MANUAL DE MANTENIMIENTO	NO		
LISTA DE PARTES	NO		

	DE PROYECTO	DE CONSTRUCCION
PLANOS	NO	NO

OBSERVACIONES

INFORMACION LEVANTADA POR: T.S.U. ALEJANDRO REYES.
Unidad Electromecánica

FORMATO\LRM GM-

HIDROCAPITAL

Un esfuerzo que fluye con la gente

Gerencia General de Operaciones y Mantenimiento
Inventario Tecnico

GESTION DE MANTENIMIENTO

HOJA DE IDENTIFICACION DE INSTALACIONES Y EQUIPOS

INSTALACION Estación de Bombeo Agua Potable HOJA No. 2

NOMBRE CERVECERIA FECHA 07/04/2004

UBICACIÓN Calle principal de Quenepe, Maiquetía - Edo Vargas

IDENTIFICACION

GRUPO	SUBGRUPO	INDIVIDUO	POSICION TECNICA
2	BOMBA-MOTOR		

DATOS TECNICOS

Bomba de # etapas, capacidad 34 lps a una altura de 170 mts

Motor de 100 Hp, 460 V, 93 A, velocidad 3550 rpm

PLACA DE IDENTIFICACION

MARCA KSB / Eberle TIPO Horizontal sobre Bastidor

MODELO 80/2 / 5250 LM2/YA SERIAL 3319301-B / 271 BZ

FABRICANTE KSB - Eberle

PROVEEDOR/DIRECCION

PROVEEDOR/DIRECCION

EXISTENCIA DE MANUALES Y OTRAS INFORMACIONES

	DEL FABRICANTE	DE LA HIDROLOGICA	NO EXISTE
MANUAL DE MONTAJE	NO		
MANUAL DE OPERACIÓN	NO		
MANUAL DE MANTENIMIENTO	NO		
LISTA DE PARTES	NO		

	DE PROYECTO	DE CONSTRUCCION
PLANOS	NO	NO

OBSERVACIONES

INFORMACION LEVANTADA POR: T.S.U. ALEJANDRO REYES.
Unidad Electromecánica

FORMATO\LRM GM-02

Anexo 3

RESULTADOS DE LA SIMULACIÓN DE LA RED DE ACUEDUCTO

Scenario: Base
Extended Period Analysis: 24.00 hr / 24.00
Junction Report

Label	Elevation (m)	Zone	Type	Demand (l/s)	Pattern	Demand (Calculated) (l/s)	Calculated Hydraulic Grade (m)	Pressure (m H2O)
J-16	141.80	Zone-1	Demand	0.7968	Caricuao	0.7809	153.28	11.450
J-17	147.33	Zone-1	Demand	0.4721	Caricuao	0.4627	151.95	4.612
J-19	64.72	Zone-1	Demand	0.7033	Caricuao	0.6892	151.81	86.915
J-20	144.38	Zone-1	Demand	0.6314	Caricuao	0.6188	152.21	7.809
J-21	112.82	Zone-1	Demand	0.5725	Caricuao	0.5611	151.88	38.983
J-22	69.41	Zone-1	Demand	1.4377	Caricuao	1.4089	151.82	82.250
J-23	125.00	Zone-1	Demand	1.2587	Caricuao	1.2335	151.82	26.770
J-25	60.67	Zone-1	Demand	0.8755	Caricuao	0.8580	151.81	90.951
J-26	102.30	Zone-1	Demand	0.5545	Caricuao	0.5434	151.83	49.429
J-27	95.48	Zone-1	Demand	1.1984	Caricuao	1.1744	151.81	56.220
J-28	109.92	Zone-1	Demand	0.5128	Caricuao	0.5025	151.85	41.853
J-29	79.65	Zone-1	Demand	0.5551	Caricuao	0.5440	151.82	72.020
J-30	116.66	Zone-1	Demand	0.3507	Caricuao	0.3437	151.86	35.125
J-31	87.99	Zone-1	Demand	1.2441	Caricuao	1.2192	151.82	63.707
J-32	125.00	Zone-1	Demand	3.7500	Caricuao	3.6750	153.19	28.136

Scenario: Base
Extended Period Analysis: 20.00 hr / 24.00
Junction Report

Label	Elevation (m)	Zone	Type	Demand (l/s)	Pattern	Demand (Calculated) (l/s)	Calculated Hydraulic Grade (m)	Pressure (m H2O)
J-16	141.80	Zone-1	Demand	0.7968	Caricuao	0.6335	153.78	11.955
J-17	147.33	Zone-1	Demand	0.4721	Caricuao	0.3753	152.88	5.543
J-19	64.72	Zone-1	Demand	0.7033	Caricuao	0.5591	152.79	87.890
J-20	144.38	Zone-1	Demand	0.6314	Caricuao	0.5020	153.06	8.657
J-21	112.82	Zone-1	Demand	0.5725	Caricuao	0.4551	152.84	39.935
J-22	69.41	Zone-1	Demand	1.4377	Caricuao	1.1430	152.80	83.221
J-23	125.00	Zone-1	Demand	1.2587	Caricuao	1.0007	152.80	27.741
J-25	60.67	Zone-1	Demand	0.8755	Caricuao	0.6960	152.79	91.928
J-26	102.30	Zone-1	Demand	0.5545	Caricuao	0.4408	152.80	50.398
J-27	95.48	Zone-1	Demand	1.1984	Caricuao	0.9527	152.79	57.195
J-28	109.92	Zone-1	Demand	0.5128	Caricuao	0.4077	152.82	42.814
J-29	79.65	Zone-1	Demand	0.5551	Caricuao	0.4413	152.79	72.993
J-30	116.66	Zone-1	Demand	0.3507	Caricuao	0.2788	152.82	36.085
J-31	87.99	Zone-1	Demand	1.2441	Caricuao	0.9891	152.80	64.679
J-32	125.00	Zone-1	Demand	3.7500	Caricuao	2.9813	153.73	28.668

Scenario: Base
Extended Period Analysis: 16.00 hr / 24.00
Junction Report

Label	Elevation (m)	Zone	Type	Demand (l/s)	Pattern	Demand (Calculated) (l/s)	Calculated Hydraulic Grade (m)	Pressure (m H2O)
J-16	141.80	Zone-1	Demand	0.7968	Caricuao	0.7769	153.02	11.199
J-17	147.33	Zone-1	Demand	0.4721	Caricuao	0.4603	151.71	4.373
J-19	64.72	Zone-1	Demand	0.7033	Caricuao	0.6857	151.57	86.677
J-20	144.38	Zone-1	Demand	0.6314	Caricuao	0.6156	151.97	7.568
J-21	112.82	Zone-1	Demand	0.5725	Caricuao	0.5582	151.64	38.744
J-22	69.41	Zone-1	Demand	1.4377	Caricuao	1.4018	151.58	82.012
J-23	125.00	Zone-1	Demand	1.2587	Caricuao	1.2272	151.59	26.532
J-25	60.67	Zone-1	Demand	0.8755	Caricuao	0.8536	151.57	90.714
J-26	102.30	Zone-1	Demand	0.5545	Caricuao	0.5406	151.59	49.191
J-27	95.48	Zone-1	Demand	1.1984	Caricuao	1.1684	151.57	55.982
J-28	109.92	Zone-1	Demand	0.5128	Caricuao	0.5000	151.62	41.614
J-29	79.65	Zone-1	Demand	0.5551	Caricuao	0.5412	151.58	71.782
J-30	116.66	Zone-1	Demand	0.3507	Caricuao	0.3419	151.62	34.887
J-31	87.99	Zone-1	Demand	1.2441	Caricuao	1.2130	151.58	63.469
J-32	125.00	Zone-1	Demand	3.7500	Caricuao	3.6563	152.94	27.886

Scenario: Base
Extended Period Analysis: 12.00 hr / 24.00
Junction Report

Label	Elevation (m)	Zone	Type	Demand (l/s)	Pattern	Demand (Calculated) (l/s)	Calculated Hydraulic Grade (m)	Pressure (m H2O)
J-16	141.80	Zone-1	Demand	0.7968	Caricuao	0.8167	152.97	11.142
J-17	147.33	Zone-1	Demand	0.4721	Caricuao	0.4839	151.52	4.188
J-19	64.72	Zone-1	Demand	0.7033	Caricuao	0.7209	151.38	86.480
J-20	144.38	Zone-1	Demand	0.6314	Caricuao	0.6472	151.81	7.408
J-21	112.82	Zone-1	Demand	0.5725	Caricuao	0.5868	151.45	38.554
J-22	69.41	Zone-1	Demand	1.4377	Caricuao	1.4736	151.39	81.816
J-23	125.00	Zone-1	Demand	1.2587	Caricuao	1.2902	151.39	26.336
J-25	60.67	Zone-1	Demand	0.8755	Caricuao	0.8974	151.37	90.516
J-26	102.30	Zone-1	Demand	0.5545	Caricuao	0.5684	151.40	48.996
J-27	95.48	Zone-1	Demand	1.1984	Caricuao	1.2284	151.37	55.785
J-28	109.92	Zone-1	Demand	0.5128	Caricuao	0.5256	151.42	41.421
J-29	79.65	Zone-1	Demand	0.5551	Caricuao	0.5690	151.38	71.585
J-30	116.66	Zone-1	Demand	0.3507	Caricuao	0.3595	151.43	34.694
J-31	87.99	Zone-1	Demand	1.2441	Caricuao	1.2752	151.39	63.272
J-32	125.00	Zone-1	Demand	3.7500	Caricuao	3.8437	152.88	27.821

Scenario: Base
Extended Period Analysis: 8.00 hr / 24.00
Junction Report

Label	Elevation (m)	Zone	Type	Demand (l/s)	Pattern	Demand (Calculated) (l/s)	Calculated Hydraulic Grade (m)	Pressure (m H2O)
J-16	141.80	Zone-1	Demand	0.7968	Caricuao	0.8247	153.08	11.252
J-17	147.33	Zone-1	Demand	0.4721	Caricuao	0.4886	151.61	4.272
J-19	64.72	Zone-1	Demand	0.7033	Caricuao	0.7279	151.46	86.561
J-20	144.38	Zone-1	Demand	0.6314	Caricuao	0.6535	151.89	7.497
J-21	112.82	Zone-1	Demand	0.5725	Caricuao	0.5925	151.54	38.636
J-22	69.41	Zone-1	Demand	1.4377	Caricuao	1.4880	151.47	81.897
J-23	125.00	Zone-1	Demand	1.2587	Caricuao	1.3028	151.47	26.417
J-25	60.67	Zone-1	Demand	0.8755	Caricuao	0.9061	151.45	90.596
J-26	102.30	Zone-1	Demand	0.5545	Caricuao	0.5739	151.48	49.077
J-27	95.48	Zone-1	Demand	1.1984	Caricuao	1.2403	151.46	55.866
J-28	109.92	Zone-1	Demand	0.5128	Caricuao	0.5307	151.50	41.503
J-29	79.65	Zone-1	Demand	0.5551	Caricuao	0.5745	151.46	71.666
J-30	116.66	Zone-1	Demand	0.3507	Caricuao	0.3630	151.51	34.776
J-31	87.99	Zone-1	Demand	1.2441	Caricuao	1.2876	151.47	63.353
J-32	125.00	Zone-1	Demand	3.7500	Caricuao	3.8813	152.99	27.929

Scenario: Base
Extended Period Analysis: 4.00 hr / 24.00
Junction Report

Label	Elevation (m)	Zone	Type	Demand (l/s)	Pattern	Demand (Calculated) (l/s)	Calculated Hydraulic Grade (m)	Pressure (m H2O)
J-16	141.80	Zone-1	Demand	0.7968	Caricuao	0.9522	152.69	10.866
J-17	147.33	Zone-1	Demand	0.4721	Caricuao	0.5642	150.77	3.438
J-19	64.72	Zone-1	Demand	0.7033	Caricuao	0.8404	150.58	85.681
J-20	144.38	Zone-1	Demand	0.6314	Caricuao	0.7545	151.15	6.750
J-21	112.82	Zone-1	Demand	0.5725	Caricuao	0.6841	150.68	37.781
J-22	69.41	Zone-1	Demand	1.4377	Caricuao	1.7181	150.59	81.021
J-23	125.00	Zone-1	Demand	1.2587	Caricuao	1.5041	150.59	25.542
J-25	60.67	Zone-1	Demand	0.8755	Caricuao	1.0462	150.57	89.715
J-26	102.30	Zone-1	Demand	0.5545	Caricuao	0.6626	150.60	48.204
J-27	95.48	Zone-1	Demand	1.1984	Caricuao	1.4321	150.57	54.986
J-28	109.92	Zone-1	Demand	0.5128	Caricuao	0.6128	150.64	40.637
J-29	79.65	Zone-1	Demand	0.5551	Caricuao	0.6633	150.58	70.788
J-30	116.66	Zone-1	Demand	0.3507	Caricuao	0.4191	150.64	33.912
J-31	87.99	Zone-1	Demand	1.2441	Caricuao	1.4867	150.59	62.477
J-32	125.00	Zone-1	Demand	3.7500	Caricuao	4.4813	152.57	27.515

Scenario: Base
Extended Period Analysis: 0.00 hr / 24.00
Junction Report

Label	Elevation (m)	Zone	Type	Demand (l/s)	Pattern	Demand (Calculated) (l/s)	Calculated Hydraulic Grade (m)	Pressure (m H2O)
J-16	141.80	Zone-1	Demand	0.7968	Caricuao	0.7809	154.31	12.484
J-17	147.33	Zone-1	Demand	0.4721	Caricuao	0.4627	152.98	5.645
J-19	64.72	Zone-1	Demand	0.7033	Caricuao	0.6892	152.85	87.949
J-20	144.38	Zone-1	Demand	0.6314	Caricuao	0.6188	153.24	8.843
J-21	112.82	Zone-1	Demand	0.5725	Caricuao	0.5611	152.92	40.016
J-22	69.41	Zone-1	Demand	1.4377	Caricuao	1.4089	152.86	83.284
J-23	125.00	Zone-1	Demand	1.2587	Caricuao	1.2335	152.86	27.804
J-25	60.67	Zone-1	Demand	0.8755	Caricuao	0.8580	152.84	91.985
J-26	102.30	Zone-1	Demand	0.5545	Caricuao	0.5434	152.87	50.463
J-27	95.48	Zone-1	Demand	1.1984	Caricuao	1.1744	152.85	57.254
J-28	109.92	Zone-1	Demand	0.5128	Caricuao	0.5025	152.89	42.886
J-29	79.65	Zone-1	Demand	0.5551	Caricuao	0.5440	152.85	73.053
J-30	116.66	Zone-1	Demand	0.3507	Caricuao	0.3437	152.89	36.159
J-31	87.99	Zone-1	Demand	1.2441	Caricuao	1.2192	152.86	64.740
J-32	125.00	Zone-1	Demand	3.7500	Caricuao	3.6750	154.23	29.170

© Haestad Methods, Inc.

Scenario: Base
Extended Period Analysis: 0.00 hr / 24.00
Pipe Report

Label	Length (m)	Diameter (mm)	Material	Hazen-Williams C	Check Valve?	Minor Loss Coefficient	Control Status	Velocity (m/s)	Discharge (l/s)	Upstream Structure Hydraulic Grade (m)	Downstream Structure Hydraulic Grade (m)	Pressure Pipe Headloss (m)	Headloss Gradient (m/km)
P-4	538.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.00	0.0000	74.00	74.00	0.00	0.00
P-28	73.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	1.86	14.6153	156.50	154.31	2.19	29.76
P-32	70.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	1.29	10.1595	154.31	153.24	1.07	15.17
P-33	60.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.65	5.1233	153.24	152.98	0.26	4.27
P-34	100.00	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.56	4.4174	153.24	152.92	0.32	3.24
P-35	121.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.20	1.6091	152.92	152.86	0.06	0.50
P-36	134.00	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.29	2.2514	152.98	152.86	0.12	0.93
P-42	205.00	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.04	-0.3253	152.84	152.85	0.01	0.03
P-43	62.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.13	1.0179	152.86	152.85	0.01	0.21
P-45	205.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.09	-0.6892	152.85	152.87	0.02	0.10
P-46	90.00	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.31	2.4092	152.98	152.89	0.09	1.05
P-47	19.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.31	2.4521	152.89	152.87	0.02	1.11
P-49	50.00	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.16	1.2196	152.87	152.85	0.01	0.30
P-50	25.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.13	1.0146	152.85	152.85	0.01	0.21
P-52	27.00	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.29	2.2473	152.92	152.89	0.03	0.94
P-53	65.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.07	0.5455	152.89	152.89	4.41e-3	0.07
P-54	165.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.03	0.2001	152.86	152.86	1.73e-3	0.01
P-55	145.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.04	0.3390	152.86	152.85	4.05e-3	0.03
P-56	101.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.17	1.3581	152.89	152.86	0.04	0.36
P-57	69.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.07	-0.5326	152.84	152.85	4.47e-3	0.06
P-58	36.00	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.47	3.6750	154.31	154.23	0.08	2.32
P-59	439.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Tempora	0.00	0.0000	186.00	156.50	0.00	0.00

Scenario: Base
Extended Period Analysis: 4.00 hr / 24.00
Pipe Report

Label	Length (m)	Diameter (mm)	Material	Hazen-Williams C	Check Valve?	Minor Loss Coefficient	Control Status	Velocity (m/s)	Discharge (l/s)	Upstream Structure Hydraulic Grade (m)	Downstream Structure Hydraulic Grade (m)	Pressure Pipe Headloss (m)	Headloss Gradient (m/km)
P-4	538.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	1.76	-13.8106	59.67	74.00	14.33	26.61
P-28	73.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	2.27	17.8218	155.85	152.69	3.16	42.98
P-32	70.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	1.58	12.3883	152.69	151.15	1.55	21.92
P-33	60.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.80	6.2472	151.15	150.77	0.37	6.17
P-34	100.00	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.69	5.3866	151.15	150.68	0.47	4.67
P-35	121.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.25	1.9622	150.68	150.59	0.09	0.72
P-36	134.00	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.35	2.7454	150.77	150.59	0.18	1.34
P-42	205.00	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.05	-0.3967	150.57	150.58	0.01	0.04
P-43	62.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.16	1.2413	150.59	150.57	0.02	0.31
P-45	205.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.11	-0.8404	150.57	150.60	0.03	0.15
P-46	90.00	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.37	2.9377	150.77	150.64	0.14	1.52
P-47	19.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.38	2.9899	150.64	150.60	0.03	1.60
P-49	50.00	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.19	1.4869	150.60	150.58	0.02	0.43
P-50	25.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.16	1.2371	150.58	150.58	0.01	0.31
P-52	27.00	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.35	2.7402	150.68	150.64	0.04	1.35
P-53	65.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.08	0.6650	150.64	150.64	0.01	0.10
P-54	165.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.03	0.2442	150.59	150.59	2.51e-3	0.02
P-55	145.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.05	0.4136	150.59	150.58	0.01	0.04
P-56	101.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.21	1.6561	150.64	150.59	0.05	0.53
P-57	69.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.08	-0.6495	150.57	150.57	0.01	0.09
P-58	36.00	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.57	4.4813	152.69	152.57	0.12	3.35
P-59	439.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	1.76	13.8106	167.55	155.85	11.70	26.62

Scenario: Base
Extended Period Analysis: 8.00 hr / 24.00
Pipe Report

Label	Length (m)	Diameter (mm)	Material	Hazen-Williams C	Check Valve?	Minor Loss Coefficient	Control Status	Velocity (m/s)	Discharge (l/s)	Upstream Structure Hydraulic Grade (m)	Downstream Structure Hydraulic Grade (m)	Pressure Pipe Headloss (m)	Headloss Gradient (m/km)
P-4	538.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	1.77	-13.8966	59.50	74.00	14.50	26.92
P-28	73.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	1.97	15.4356	155.50	153.08	2.42	32.93
P-32	70.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	1.37	10.7296	153.08	151.89	1.18	16.79
P-33	60.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.69	5.4108	151.89	151.61	0.29	4.73
P-34	100.00	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.59	4.6653	151.89	151.54	0.36	3.58
P-35	121.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.22	1.6994	151.54	151.47	0.07	0.55
P-36	134.00	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.30	2.3778	151.61	151.47	0.14	1.03
P-42	205.00	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.04	-0.3436	151.45	151.46	0.01	0.03
P-43	62.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.14	1.0750	151.47	151.46	0.01	0.24
P-45	205.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.09	-0.7279	151.46	151.48	0.02	0.11
P-46	90.00	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.32	2.5444	151.61	151.50	0.10	1.16
P-47	19.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.33	2.5897	151.50	151.48	0.02	1.23
P-49	50.00	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.16	1.2879	151.48	151.46	0.02	0.33
P-50	25.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.14	1.0715	151.46	151.46	0.01	0.24
P-52	27.00	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.30	2.3734	151.54	151.51	0.03	1.04
P-53	65.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.07	0.5760	151.51	151.50	4.87e-3	0.07
P-54	165.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.03	0.2114	151.47	151.47	1.92e-3	0.01
P-55	145.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.05	0.3581	151.47	151.46	4.47e-3	0.03
P-56	101.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.18	1.4344	151.51	151.47	0.04	0.40
P-57	69.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.07	-0.5625	151.45	151.46	4.95e-3	0.07
P-58	36.00	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.49	3.8813	153.08	152.99	0.09	2.57
P-59	439.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	1.77	13.8966	167.33	155.50	11.83	26.93

Scenario: Base
Extended Period Analysis: 12.00 hr / 24.00
Pipe Report

Label	Length (m)	Diameter (mm)	Material	Hazen-Williams C	Check Valve?	Minor Loss Coefficient	Control Status	Velocity (m/s)	Discharge (l/s)	Upstream Structure Hydraulic Grade (m)	Downstream Structure Hydraulic Grade (m)	Pressure Pipe Headloss (m)	Headloss Gradient (m/km)
P-4	538.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	1.77	-13.9338	59.43	74.00	14.57	27.05
P-28	73.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	1.95	15.2864	155.34	152.97	2.38	32.34
P-32	70.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	1.35	10.6260	152.97	151.81	1.16	16.49
P-33	60.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.68	5.3585	151.81	151.52	0.28	4.64
P-34	100.00	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.59	4.6202	151.81	151.45	0.35	3.52
P-35	121.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.21	1.6830	151.45	151.39	0.07	0.54
P-36	134.00	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.30	2.3548	151.52	151.39	0.14	1.01
P-42	205.00	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.04	-0.3403	151.37	151.38	0.01	0.03
P-43	62.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.14	1.0646	151.39	151.37	0.01	0.23
P-45	205.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.09	-0.7208	151.37	151.40	0.02	0.11
P-46	90.00	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.32	2.5198	151.52	151.42	0.10	1.14
P-47	19.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.33	2.5647	151.42	151.40	0.02	1.20
P-49	50.00	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.16	1.2755	151.40	151.38	0.02	0.33
P-50	25.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.14	1.0612	151.38	151.38	0.01	0.23
P-52	27.00	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.30	2.3505	151.45	151.43	0.03	1.02
P-53	65.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.07	0.5705	151.43	151.42	4.78e-3	0.07
P-54	165.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.03	0.2093	151.39	151.39	1.88e-3	0.01
P-55	145.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.05	0.3546	151.39	151.38	4.4e-3	0.03
P-56	101.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.18	1.4205	151.43	151.39	0.04	0.40
P-57	69.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.07	-0.5571	151.37	151.37	4.86e-3	0.07
P-58	36.00	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.49	3.8437	152.97	152.88	0.09	2.52
P-59	439.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	1.77	13.9338	167.24	155.34	11.89	27.06

Scenario: Base
Extended Period Analysis: 16.00 hr / 24.00
Pipe Report

Label	Length (m)	Diameter (mm)	Material	Hazen-Williams C	Check Valve?	Minor Loss Coefficient	Control Status	Velocity (m/s)	Discharge (l/s)	Upstream Structure Hydraulic Grade (m)	Downstream Structure Hydraulic Grade (m)	Pressure Pipe Headloss (m)	Headloss Gradient (m/km)
P-4	538.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	1.78	-13.9710	59.36	74.00	14.64	27.19
P-28	73.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	1.85	14.5408	155.19	153.02	2.17	29.48
P-32	70.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	1.29	10.1076	153.02	151.97	1.06	15.03
P-33	60.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.65	5.0972	151.97	151.71	0.26	4.23
P-34	100.00	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.56	4.3948	151.97	151.64	0.32	3.20
P-35	121.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.20	1.6008	151.64	151.58	0.06	0.49
P-36	134.00	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.29	2.2399	151.71	151.59	0.12	0.92
P-42	205.00	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.04	-0.3237	151.57	151.57	0.01	0.03
P-43	62.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.13	1.0127	151.59	151.57	0.01	0.21
P-45	205.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.09	-0.6857	151.57	151.59	0.02	0.10
P-46	90.00	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.31	2.3969	151.71	151.62	0.09	1.04
P-47	19.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.31	2.4396	151.62	151.59	0.02	1.10
P-49	50.00	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.15	1.2133	151.59	151.58	0.01	0.30
P-50	25.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.13	1.0094	151.58	151.57	0.01	0.21
P-52	27.00	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.28	2.2358	151.64	151.62	0.03	0.93
P-53	65.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.07	0.5427	151.62	151.62	4.36e-3	0.07
P-54	165.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.03	0.1991	151.58	151.58	1.72e-3	0.01
P-55	145.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.04	0.3373	151.58	151.58	4.0e-3	0.03
P-56	101.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.17	1.3512	151.62	151.58	0.04	0.36
P-57	69.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.07	-0.5299	151.57	151.57	4.43e-3	0.06
P-58	36.00	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.47	3.6563	153.02	152.94	0.08	2.30
P-59	439.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	1.78	13.9710	167.14	155.19	11.95	27.19

Scenario: Base
Extended Period Analysis: 20.00 hr / 24.00
Pipe Report

Label	Length (m)	Diameter (mm)	Material	Hazen-Williams C	Check Valve?	Minor Loss Coefficient	Control Status	Velocity (m/s)	Discharge (l/s)	Upstream Structure Hydraulic Grade (m)	Downstream Structure Hydraulic Grade (m)	Pressure Pipe Headloss (m)	Headloss Gradient (m/km)
P-4	538.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	1.78	-13.9526	59.40	74.00	14.60	27.12
P-28	73.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	1.51	11.8563	155.27	153.78	1.48	20.20
P-32	70.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	1.05	8.2416	153.78	153.06	0.73	10.30
P-33	60.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.53	4.1562	153.06	152.88	0.18	2.90
P-34	100.00	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.46	3.5834	153.06	152.84	0.22	2.20
P-35	121.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.17	1.3052	152.84	152.80	0.04	0.34
P-36	134.00	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.23	1.8264	152.88	152.80	0.08	0.63
P-42	205.00	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.03	-0.2639	152.79	152.79	3.58e-3	0.02
P-43	62.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.11	0.8257	152.80	152.79	0.01	0.15
P-45	205.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.07	-0.5591	152.79	152.80	0.01	0.07
P-46	90.00	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.25	1.9545	152.88	152.82	0.06	0.71
P-47	19.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.25	1.9894	152.82	152.80	0.01	0.75
P-49	50.00	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.13	0.9895	152.80	152.79	0.01	0.20
P-50	25.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.10	0.8231	152.79	152.79	3.71e-3	0.15
P-52	27.00	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.23	1.8231	152.84	152.82	0.02	0.64
P-53	65.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.06	0.4426	152.82	152.82	2.99e-3	0.05
P-54	165.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.02	0.1622	152.80	152.80	1.17e-3	0.01
P-55	145.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.03	0.2749	152.80	152.79	2.74e-3	0.02
P-56	101.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.14	1.1017	152.82	152.80	0.03	0.25
P-57	69.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.06	-0.4321	152.79	152.79	3.03e-3	0.04
P-58	36.00	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.38	2.9813	153.78	153.73	0.06	1.57
P-59	439.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	1.78	13.9526	167.19	155.27	11.92	27.13

Scenario: Base
Extended Period Analysis: 24.00 hr / 24.00
Pipe Report

Label	Length (m)	Diameter (mm)	Material	Hazen-Williams C	Check Valve?	Minor Loss Coefficient	Control Status	Velocity (m/s)	Discharge (l/s)	Upstream Structure Hydraulic Grade (m)	Downstream Structure Hydraulic Grade (m)	Pressure Pipe Headloss (m)	Headloss Gradient (m/km)
P-4	538.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	1.77	-13.9048	59.49	74.00	14.51	26.95
P-28	73.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	1.86	14.6153	155.46	153.28	2.19	29.76
P-32	70.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	1.29	10.1595	153.28	152.21	1.07	15.17
P-33	60.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.65	5.1233	152.21	151.95	0.26	4.27
P-34	100.00	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.56	4.4174	152.21	151.88	0.32	3.24
P-35	121.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.20	1.6091	151.88	151.82	0.06	0.50
P-36	134.00	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.29	2.2514	151.95	151.82	0.12	0.93
P-42	205.00	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.04	-0.3253	151.81	151.81	0.01	0.03
P-43	62.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.13	1.0179	151.82	151.81	0.01	0.21
P-45	205.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.09	-0.6892	151.81	151.83	0.02	0.10
P-46	90.00	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.31	2.4092	151.95	151.85	0.09	1.05
P-47	19.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.31	2.4521	151.85	151.83	0.02	1.11
P-49	50.00	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.16	1.2196	151.83	151.82	0.01	0.30
P-50	25.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.13	1.0146	151.82	151.81	0.01	0.21
P-52	27.00	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.29	2.2473	151.88	151.86	0.03	0.94
P-53	65.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.07	0.5455	151.86	151.85	4.41e-3	0.07
P-54	165.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.03	0.2001	151.82	151.82	1.73e-3	0.01
P-55	145.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.04	0.3390	151.82	151.82	4.05e-3	0.03
P-56	101.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.17	1.3581	151.86	151.82	0.04	0.36
P-57	69.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.07	-0.5326	151.81	151.81	4.46e-3	0.06
P-58	36.00	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	0.47	3.6750	153.28	153.19	0.08	2.32
P-59	439.50	100.0	PVC	150.0	false	0.10	Open	1.77	13.9048	167.31	155.46	11.85	26.96

Anexo 4

CÓDIGO DE ÉTICA AMBIENTAL PARA INGENIEROS

CÓDIGO DE ÉTICA AMBIENTAL PARA INGENIEROS[1]

EL COMITÉ DE INGENIERÍA Y AMBIENTE DE LA FMOI, claro y firmemente convencido de que el goce y la permanencia del hombre en su planeta dependerán del cuidado y protección que se ejerza sobre el medio circundante, establece los siguientes principios

PARA TODOS LOS INGENIEROS:

Cuando desarrolles cualquier actividad profesional:

1. Pon tu capacidad, coraje, entusiasmo y dedicación totales en busca de obtener resultados ténicos superiores, contribuyendo a promover y obtener un entorno sano y agradable para todos los hombres, tanto en los espacios abiertos como en el interior de los edificios.

2. Esfuérzate en alcanzar los objetivos beneficiosos de tu trabajo con el menor consumo posible de materias primas y energía, y con la menor producción de residuos y cualquier clase de contaminación.

3. Discute en particular las consecuencias de tus propuestas y acciones, directas e indirectas, inmediatas o de largo plazo, sobre la salud humana, la equidad social y los sistemas de valores locales.

4. Estudia cuidadosamente el ambiente que será afectado, evalúa los impactos o daños que puedan sobrevenir en la estructura dinámica y estética de los ecosistemas involucrados, urbanizados o naturales, incluido el entorno socioeconómico, y selecciona la mejor alternativa para contribuir a un desarrollo ambientalmente sano y sostenible.

5. Promueve un claro entendimiento de las acciones requeridas para restaurar y si es posible mejorar el ambiente que pueda ser perturbado, e inclúyelas en tus propuestas.

6. Rechaza toda clase de encomiendas de trabajos que apliquen daños injustos para el entorno humano y la naturaleza, y negocia la mejor solución social y políticamente posible.

7. Ten claro que los principios de interdependencia, diversidad, mantenimiento, recuperación de recursos y armonía interrelacional de los ecosistemas forman las bases de la continuidad de nuestra existencia, y que cada una de esas bases posee un umbral de sustentabilidad que no debe ser transpuesto.

Siempre recuerda que la guerra, la codicia, la miseria y la ignorancia, además de los desastres naturales y la contaminación y destrucción de recursos inducidos por la actividad humana, son las principales causas del progresivo deterioro del ambiente, y que tú, como profesional de la ingeniería profundamente comprometido con la promoción del desarrollo, debes usar tu talento, conocimiento e imaginación para ayudar a la sociedad a eliminar aquellos males y mejorar la calidad de vida de todos los hombres.

(1) Aprobado por el Comité de Ingeniería y Ambiente de la Federación Mundial de Organizaciones de ingenieros en su 6a Sesión Plenaria Anual. Nueva Delhi, 5 de Noviembre de 1985.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGELVIS R. y NARANJO H. "Proposición de una Metodología para el diseño, Operación y Mantenimiento de Rellenos Sanitarios". Trabajo Especial de Grado para Optar al Título de Ingeniero Civil. Universidad Central de Venezuela. 1994.

- AROCHA R., Simón. "Abastecimientos de Agua. Teoría y Diseño". Venezuela, Ediciones Vega. Primera Edición, 1980.

- AROCHA R., Simón. "Cloacas y Drenajes. Teoría y Diseño". Venezuela, Ediciones Vega. Primera Edición, 1983.

- ASAPCHI SAYEGH, José. "Saneamiento Ambiental". Venezuela.

- Autores Varios. "Principales Problemas Ambientales en Venezuela". Venezuela, Fundambiente, MARNR, Fundación Polar. Segunda Edición, 1998.

- BUROZ CASTILLO, Eduardo. "La Gestión Ambiental". Venezuela, Fundación Polar, 1998.

- J. GLYNN, Henry y GARY W., Heinke. "Ingeniería Ambiental". México, Prentice Hall Hispanoamericana. Segunda Edición, 1999.

- MC GHEE, Terence. "Abastecimiento de Agua y Alcantarillado. Ingeniería Ambiental". Colombia, Mc Graw Hill Interamericana. Sexta Edición, 2000.

- PALACIOS RUIZ, Alvaro. "Criterios para el Diseño Hidráulico de Instalaciones Sanitarias en Desarrollos Urbanos". Venezuela, 2003.

- PROHIDRA S. C. e HIDROCAPITAL. "Manual de Procedimientos para la Ejecución de Mejoras en los Servicios Públicos de Acueductos y Alcantarillados en Zonas de Barrios". Venezuela, 1999.

- PROHIDRA S. C. e HIDROVEN C. A. "Plan General de Servicios Urbanos Básicos de Abastecimiento de Agua Potable, Recolección y Disposición de Aguas Servidas y Drenajes Primarios del Litoral del Estado Vargas". Venezuela 2001.

- ROMERO ROJAS, Jairo Alberto. "Calidad del Agua". México, Alfaomega. Segunda Edición, 1999.